



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

SKRIPSI – ME141501

**PERANCANGAN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE
REVERSE OSMOSIS PADA KAPAL RO-RO FERRY 5000 GT**

Horas Tiopan Sanjaya
Nrp.0421144000038

Dosen Pembimbing
Ir.Tony Bambang Musriyadi PGD,MMT

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

SKRIPSI – ME141501

PERANCANGAN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE *REVERSE OSMOSIS* PADA KAPAL RO-RO FERRY 5000 GT

Horas Tiopan Sanjaya
Nrp.0421144000038

Dosen Pembimbing
Ir.Tony Bambang Musriyadi PGD,MMT

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN
METODE REVERSE OSMOSIS PADA KAPAL RO-RO FERRY 5000 GT**

SKRIPSI

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 :

HORAS TIOPAN SANJAYA

NRP.0421144000038

Disetujui oleh pembimbing tugas akhir :

1. Ir.Tony Bambang Musriyadi PGD,MMT.
NIP. 1959 0410 1987 01 1001

(..........)

SURABAYA
JULI 2018

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS PADA KAPAL RO-RO FERRY 5000 GT

SKRIPSI

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 :

HORAS TIOPAN SANJAYA

NRP.0421144000038

Disetujui oleh
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



“halaman ini sengaja dikosongkan”

PERANCANGAN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS PADA KAPAL RO-RO FERRY 5000 GT

Nama Mahasiswa : Horas Tiopan Sanjaya
NRP : 0421144000038
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir.Tony Bambang Musriyadi PGD,MMT.

ABSTRAK

Kebutuhan akan air bersih pada dunia perkapalan semakin meningkat dengan semakin cepatnya perkembangan industri transportasi perkapalan di Indonesia. Industri perkapalan mengalami dampak yang signifikan sebagai bagian dari industri global mengenai sektor kebutuhan air bersih pada kapal. Persediaan air bersih pada kapal ro-ro ferry sangat penting karena sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan air bersih crew dan penumpang kapal ketika kapal berlayar. Pemenuhan kebutuhan air bersih pada kapal ro-ro ferry dibuat dalam sistem konvensional dengan mengisi air bersih ke tangki air tawar dari pelabuhan. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan sistem desalinasi menggunakan metode *Reverse Osmosis* pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT rute jauh untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Tugas Akhir ini termasuk desain pemasangan, pemilihan maker yang sesuai dengan kebutuhan kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT, biaya investasi dan biaya operasional. Kesimpulan yang didapatkan dalam tugas akhir ini adalah pemilihan sistem Reverse Osmosis (RO) yang sesuai dengan kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT sebesar 63 ton/hari. Untuk biaya investasi menggunakan alat RO lebih mahal dan biaya operasional lebih hemat sebesar 66% dibandingkan menggunakan sistem konvensional.

Kata kunci : Air bersih, Ro-Ro Ferry 5000 GT, Reverse Osmosis, Perancangan.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DESALINATION SYSTEM DESIGN USING REVERSE OSMOSIS METHOD ON RO-RO FERRY SHIP 5000 GT

Nama Mahasiswa : Horas Tiopan Sanjaya
NRP : 0421144000038
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir.Tony Bambang Musriyadi PGD,MMT.

ABSTRACT

The need for freshwater in the marine industry is increasing with the rapid development of the marine industry in Indonesia. The marine industry is having a significant impact as part of a global industry concerning the water supply sector on ships. Water supply on ro-ro ferry ship is very important because as a source of freshwater for the needs of freshwater crew and passenger ship when the ship sailed. Fulfillment of freshwater requirements on a ro-ro ferry ship is made in a conventional system by filling freshwater into a freshwater tank from the port. In this final project is do design of desalination system using Reverse Osmosis method on Ro-Ro Ferry ship 5000 GT in far route. This Final project includes the installation design, the selection of the maker in accordance with the needs of Ro-Ro Ferry 5000 GT, investment cost and operational cost. The conclusion of this final project is the selection of reverse osmosis system (RO) which is suitable with Ro-Ro Ferry Boat 5000 GT of 63 ton / day. For investment cost using RO tool is more expensive and operational cost more efficient by 66% than using conventional system.

Kata kunci : Freshwater, Ro-Ro Ferry 5000 GT, Reverse Osmosis, Design.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena anugerah dan kuasa-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “PERANCANGAN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS PADA KAPAL RO-RO FERRY 5000 GT” ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik oleh penulis juga atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kemudahan, keselamatan, dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan 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 Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.
4. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., MMT. selaku pembimbing 1 tugas akhir yang selalu memberikan pengarahan, saran dan pertimbangan bagi penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Agoes Santoso M.Sc., Mphil., CEng yang telah memberi ide penulisan tugas akhir dan Bapak Ede Mehta Wardhana ST., MT yang memberi bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
6. PT. ASDP Cabang Surabaya serta kru KMP. Legundi yang telah memberi izin dan membantu untuk pengambilan data pada Tugas Akhir ini
7. Rachmadhani A K yang selalu memberi doa, dukungan dan semangat setiap saat.
8. Teman-teman Departemen Teknik Sistem Perkapalan, MERCUSUAR 14, SALVAGE 15 dan VOYAGE 16, serta Teman teman laboratorium MMS yaitu sabil, raka, ardany, ikbar, keliks, alam, icols, slu, cc, aby yang selalu memberi dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Serta semua pihak yang tidak bisa saya sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat membutuhkan saran untuk dapat menyempurnakan tugas akhir ini dengan baik dan dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata, semoga Tuhan YME melimpahkan KaruniaNya kepada kita semua. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 2018
Penulis

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Kebutuhan Air Tawar Kapal.....	5
II.2 Sistem Instalasi Air Tawar.....	6
II.3 Desalinasi.....	7
II.4 Jenis Teknologi Desalinasi	9
II.4.1 Distilasi	9
II.4.2 Membran Reverse Osmosis (RO).....	10
II.5 Perbandingan umum Teknologi Desalinasi	12
II.6 Prinsip dasar Reverse Osmosis	13
II.7 Desalinasi menggunakan reverse osmosis	14
II.8 Komponen pada reverse osmosis.....	15
II.9 Perbandingan penelitian.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
III.1 Studi Pustaka	30
III.2 Pengambilan Data.....	30

III.3 Perancangan Desain	30
III.4 Analisis.....	30
III.5 Kesimpulan.....	31
BAB IV	33
ANALISIS PEMBAHASAN	33
IV.1 Data Utama Kapal.....	33
IV.1.1 Data utama pada kapal legundi.	33
IV.1.2 Perhitungan Kebutuhan freshwater pada kapal legundi.	36
IV.2 Sistem Freshwater di kapal KMP.Legundi	37
IV.3 Komponen Reverse Osmosis	39
IV.4 Pemilihan Reverse Osmosis untuk KMP Legundi.....	40
IV.4.1 Kysearo SWRO KYSW-40TPDW.....	42
IV.4.2 Kysearo SWRO KYCT40.....	47
IV.4.3 MAK-Water	53
IV.4.4 Hitachi SWRO	59
IV.4.5 Applied membranes INC SWRO	65
IV.4.6 Pemilihan akhir Alat Reverse Osmosis.....	71
IV.5 Pemasangan Reverse Osmosis pada KMP.Legundi.....	73
IV.6 Analisa Ekonomi.....	75
IV.6.1 Biaya menggunakan 1 alat Reverse Osmosis.....	75
IV.6.2 Biaya menggunakan 2 alat Reverse Osmosis.....	79
BAB V.....	85
KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 KMP.Legundi	2
Gambar 2. 1 sistem freshwater.....	6
Gambar 2. 2 Skema Proses desalinasi	7
Gambar 2. 3 Skema Proses MSF	9
Gambar 2. 4 Skema Proses MED.....	10
Gambar 2. 5 Skema Proses Reverse Osmosis	11
Gambar 2. 6 Prinsip Osmosis dan Reverece Osmosis.....	14
Gambar 2. 7 pompa sentrifugal	16
<i>Gambar 2. 8 saringan pasir cepat.....</i>	<i>17</i>
Gambar 4. 1 KMP Legundi.....	33
<i>Gambar 4. 2 main engine YANMAR</i>	<i>35</i>
Gambar 4. 3 auxialiary engine YANMAR.....	36
Gambar 4. 4 pengisian air tawar.....	37
Gambar 4. 5 freshwater system	38
Gambar 4. 6 RO System.....	39
Gambar 4. 7 clarifier pump	41
Gambar 4. 8 keysearo 40TPD	43
Gambar 4. 9 RO desain	47
Gambar 4. 10 RO desain	53
<i>Gambar 4. 11 RO desain.....</i>	<i>59</i>
Gambar 4. 12 RO desain dari AMI SWRO	65
Gambar 4. 13 K-Series Type AMI RO.....	72
Gambar 4. 14 Layout tampak atas pada KMP.Legundi	73
Gambar 4. 15 Layout tampak samping pada KMP.Legundi	74

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan umum Teknologi Desalinasi.....	12
Tabel 2. 2 Tabel rangkuman penelitian sebelumnya	19
Tabel 4. 1 Pump capacity.....	40
Tabel 4. 2 RO System capacity	42
Tabel 4. 3 Electrical Parameter	42
Tabel 4. 4 tabel pemilihan RO.....	46
Tabel 4. 5 RO System capacity	48
Tabel 4. 6 Electrical Parameter	48
Tabel 4. 7 pemilihan RO	51
Tabel 4. 8 RO System capacity	54
Tabel 4. 9 Electrical Parameter	54
Tabel 4. 10 tabel pemilihan RO.....	58
Tabel 4. 11 RO System capacity	60
Tabel 4. 12 Electrical Parameter	60
Tabel 4. 13 tabel pemilihan RO.....	64
Tabel 4. 14 RO System capacity	66
Tabel 4. 15 Electrical Parameter	66
Tabel 4. 16 Tabel pemilihan RO	70
Tabel 4. 17 Tabel pemilihan RO akhir	71
Tabel 4. 18 Biaya total investasi	75
Tabel 4. 19 Biaya operasional	76
Tabel 4. 20 Biaya operasional harga air di surabaya.....	76
Tabel 4. 21 Biaya operasional harga air di lombok.....	77
Tabel 4. 22 Biaya Maintenance	77
Tabel 4. 23 Biaya penghematan trip dari lombok	78
Tabel 4. 24 Biaya penghematan trip dari lombok	78
Tabel 4. 25 Tabel penyusutan biaya alat RO 63 ton.....	79
Tabel 4. 26. Biaya Total investasi 2 alat	80
Tabel 4. 27 Biaya Operasional menggunakan 2 Alat.....	80
Tabel 4. 28 Biaya operasional harga air di surabaya.....	81
Tabel 4. 29 Biaya operasional harga air di lombok.....	81
Tabel 4. 30 Biaya maintenance	82
Tabel 4. 31 Biaya penghematan trip dari Surabaya.....	82
Tabel 4. 32 Biaya penghematan trip dari lombok	82
Tabel 4. 33 Tabel penyusutan biaya alat RO 31 ton.....	83

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pada perkembangan transportasi di Indonesia saat ini semakin maju, Indonesia merupakan negara kepulauan yang memerlukan alat transportasi untuk menghubungkan pulau satu dengan pulau yang lain. Oleh karena itu, kapal merupakan alat transportasi utama untuk menghubungkan daerah-daerah yang dipisahkan oleh laut, kapal penumpang sebagai sarana transportasi laut atau sarana jasa angkutan laut memegang peranan yang sangat penting dalam melayani dan mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, serta membina kesatuan ekonomi Indonesia. Maka untuk itu diperlukan penyelenggaraan transportasi laut (yaitu kapal beserta awak kapalnya) dalam satu kesatuan sistem transportasi nasional secara terpadu, yang menyediakan pelayanan angkutan yang cepat, aman, hemat, teratur, nyaman dan efisien. Hal ini juga mempengaruhi industri perkapalan yang dalam operasionalnya memerlukan air tawar (fresh water). Kemajuan teknologi khususnya pada bidang perkapalan mendorong berkembangnya teknologi yang efisien dalam merancang suatu kapal ataupun di dalam pemakaian suatu kapal.

Pada 19 Agustus 2014 Menteri Perhubungan E.E. Mangindaan meresmikan peluncuran KMP. Sebuku, sebuah kapal penyeberangan penumpang type Ro-Ro (Roll on - Roll off) 5000 GT untuk Lintas Merak –Bekauheni. Kapal penyeberangan 5000 GT yang diluncurkan ini merupakan 1 (satu) dari 3 (tiga) unit kapal penyeberangan 5000 GT yang dibangun dengan pembiayaan dari APBN melalui DIPA Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Tahun Anggaran 2012, 2013, dan 2014. Ketiga kapal tersebut dibangun pada 3 galangan kapal, yakni: PT. Daya Radar Utama di Lampung, PT. Mariana Bahagia di Palembang, PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard di Surabaya.

Satu dari ketiga kapal tersebut telah diluncurkan pada tanggal 12 Agustus 2014, yakni KMP. Legundi yang dibangun di galangan PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard di Surabaya. Peluncuran kapal ke-2, yakni KMP. Sebuku yang dibangun di galangan PT. Mariana Bahagia sementara kapal ke-3 yakni KMP. Batu Mandi yang dibangun di galangan PT. Daya Radar Utama di Lampung, direncanakan akan diluncurkan pada pertengahan September 2014. Diharapkan ketiga kapal ini akan dapat diselesaikan dan diserahkan pada tanggal 15 Desember 2014 sesuai Kontrak, sehingga dapat segera dioperasikan untuk melayani angkutan penyeberangan di lintas Merak-Bakauheni.

Awalnya Ketiga kapal tersebut sama dan memiliki rute yang sama, namun pada tahun 2016 satu dari tiga kapal tersebut di ubah rutenya. Dua kapal yakni , KMP. Batu Mandi dan KMP. Sebuku memiliki rute merak bakauheni dengan jarak 16,2 mil laut. Sedangkan KMP.Legundi memiliki rute surabaya lombok dengan jarak 311 mil laut. Dengan desain yang sama namun memiliki rute berbeda maka akan ada beberapa masalah yang dihadapi. Salah satu masalah yang akan muncul adalah kebutuhan air bersih untuk setiap rute.



Gambar 1. 1 KMP.Legundi

(Sumber : <http://harian.analisadaily.com/>)

Dengan perubahan rute dari jarak dekat ke jarak jauh maka akan mempengaruhi kebutuhan air bersih pada kapal. Selain itu pada saat operasional di pelabuhan merak KMP.Legundi ini banyak mengangkut mobil pribadi dan penumpang, namun pada saat dipindah rute ke surabaya lombok KMP.Legundi ini banyak mengangkut truk besar. Dengan demikian maka beban yang di bawa kapal cenderung besar, dengan kapasitas penumpang sebanyak 800 penumpang maka kebutuhan air bersih juga harus dicukupi, jika banyak truk dan kebutuhan air bersih juga banyak maka akan beresiko untuk terjadinya overdraught, maka harus ada perubahan untuk membuat beban kapal menjadi lebih ringan dan tidak terlalu banyak membawa air bersih. Selain itu di pelabuhan lembar lombok harga air cenderung mahal dengan demikian harus ada solusi untuk mengurangi besarnya biaya untuk membeli air bersih di pelabuhan. Maka dari itu harus ada sedikit perubahan untuk membuat kapal ini tidak terlalu banyak membawa air bersih atau dengan kata lain harus ada alat desalinasi pengubah air laut menjadi air tawar.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka rumusan masalah yang akan di bahas pada penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimana perancangan freshwater system menggunakan desalinasi metode Reverse Osmosis pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT?
2. Bagaimana arrangement peletakan komponen desalinasi dengan metode RO pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar lingkup penelitian ini lebih fokus, yaitu :

1. Perancangan desalinasi metode Reverse Osmosis pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT
2. Hanya menggunakan metode Reverse Osmosis
3. Arrangement hanya dengan P&ID tidak 3D
4. Analisa ekonomi hanya dibatasi biaya investasi alat dan operasional
5. Analisa ekonomi tidak menghitung BEP

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui keuntungan memakai system Reverse Osmosis pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT
2. Mengetahui arrangement penempatan alat desalinasi Reverse osmosis pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi untuk pemilihan sistem pada fresh water pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT
2. Mendapatkan desain arrangement penempatan alat desalinasi metode Reverse Osmosis pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kebutuhan Air Tawar Kapal

Penyediaan kebutuhan air bersih di Indonesia saat ini masih minim. Di kota-kota besar pelayanan penyediaan air bersih baru mencapai 64,3 persen, sedangkan di pedesaan juga baru sebesar 69,4 persen. Ini membuktikan terjadinya krisis air bersih di Indonesia. Kekurangan air telah berdampak negatif terhadap semua sektor termasuk kesehatan. Tanpa akses air minum yang higienis mengakibatkan 3.800 anak meninggal tiap hari oleh penyakit. Begitu peliknya masalah ini sehingga para ahli berpendapat bahwa suatu saat nanti akan terjadi “pertarungan” untuk memperebutkan air bersih ini. Sama halnya dengan pertarungan untuk memperebutkan sumber energi minyak dan gas bumi. Di Indonesia sendiri, dengan jumlah penduduk mencapai 200 juta, kebutuhan air bersih menjadi semakin mendesak. Kecenderungan konsumsi air diperkirakan terus naik hingga 15-35 persen per kapita per tahun. Sedangkan ketersediaan air bersih cenderung melambat (berkurang) akibat kerusakan alam dan pencemaran. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada 2012 mencatat, Indonesia menduduki peringkat terbukuh dalam pelayanan ketersediaan air bersih dan layak konsumsi se-Asia Tenggara. Hingga saat ini, baru 29 persen masyarakat Indonesia yang dapat mengakses air bersih melalui perpipaan, jauh di bawah target pemerintah hingga 2019, yaitu sebesar 60 persen [1].

Berdasarkan fakta di atas secara tidak langsung kondisi air bersih di Indonesia juga berdampak terhadap bidang perkapalan khususnya mengenai kebutuhan air bersih di kapal, yang mana air bersih di kapal digunakan untuk makan, minum, mandi, cuci para ABK, pendinginan mesin dan kebutuhan lainnya di kapal. Maka dari itu sangat diperlukan teknologi pengolahan air bersih sehingga akan membantu dalam persediaan air bersih di kapal. Desalinasi 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.

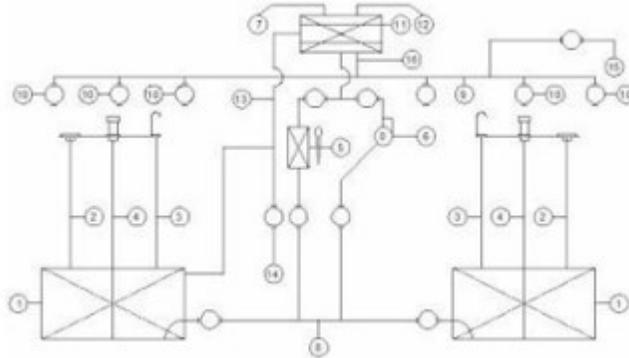
Perhitungan kebutuhan air tawar pada kapal. [2]

Berat Air Tawar (Wfw) dibawah ini :

- a. Untuk diminum = (10 – 20) kg / orang hari
 = [(10 -20) . Jml ABK . S] / (24 . Vs) (1)
- b. Untuk cuci = (80 – 200) kg / orang hari
 = [(80 -200) . Jml ABK . S] / (24 . Vs) (2)
- c. Untuk pendinginan mesin = (2 -5) kg / BHP
 Berat Total air tawar = a + b + c (ton) (3)

II.2 Sistem Instalasi Air Tawar

Sistem air tawar (fresh water system) merupakan salah satu sistem di kapal yang berfungsi untuk memenuhi semua kebutuhan air tawar di kapal yang mana air tawar di kapal digunakan untuk makan, minum, mandi, cuci para ABK dan penumpang, pendinginan mesin dan kebutuhan lainnya di kapal. Air yang digunakan adalah air yang baik, bersih dan menyehatkan sehingga meningkatkan kualitas air sangat penting di kapal.



Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Tangki persediaan | 9. Pipa pembagi |
| 2. Pipa pengisian | 10. Tempat penggunaan |
| 3. <i>Vent pipe</i> | 11. <i>Heating coil</i> |
| 4. <i>Sounding pipe</i> | 12. Pipa udara |
| 5. Pompa tangan | 13. <i>Over flow</i> pipa |
| 6. Pompa <i>centrifugal</i> | 14. Katup test |
| 7. Tangki dinas | 15. Selang (<i>hose</i>) |
| 8. Pipa pengisap | 16. Pipa utama |

Gambar 2. 1 sistem freshwater

Tangki persediaan (1) dilengkapi dengan sounding pipe (4) dan vent pipe (3) dan diisi melalui pipe pengisian (2) yang menembus geladak. Melalui lubang pemasukan (8), pompa tangan (5) atau pompa centrifugal (6), air minum dialirkan ke tangki dinas (7) yang dilengkapi dengan pipa udara (12) dan heating coil (11).

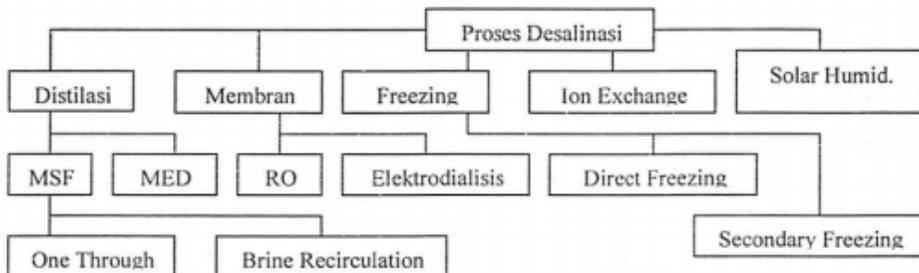
Dari tangki dinas (7) air dialirkan melalui pipa utama (16) ke tempat-tempat penggunaan (10). Tangki dinas (7) mempunyai overflow pipe (13) dengan sebuah katup test (14 valve) untuk mengembalikan kelebihan air kembali ke tangki persediaan (1). Hubungan dengan overflow pipa pada cabang pipa dengan test valve (14) yang menuju ke ruangan di mana pompa-pompa dipasang. Sistem ini dapat diisi di pelabuhan melalui selang (*house*) (15). [3]

II.3 Desalinasi

Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi binatang, tanaman dan manusia. Seringkali proses ini juga menghasilkan garam dapur sebagai hasil sampingan. Beberapa metode desalinasi air laut diteliti dan dikembangkan untuk memperoleh air tawar dari air laut yang asin karena mengandung garam. Membuang garam-garam yang terlarut dari dalam air disebut desalinasi. Dewasa ini desalinasi merupakan salah satu masalah yang mendesak untuk mendapat perhatian. [4]

Desalinasi air laut memisahkan air tawar dari air laut. Proses desalinasi dapat dilakukan dengan distilasi atau reverse osmosis. Pemisahan air tawar dari air laut atau air payau merupakan perubahan fase air, sedangkan reverse osmosis memisahkan air tawar dengan menggunakan perbedaan tekanan dan semi permeable membrane. Disamping peralatan yang spesifik untuk tiap instalasi desalinasi, peralatan-peralatan lain yg umum terdapat pada suatu instalasi desalinasi adalah : sistem hisapan air laut/air baku, termasuk pompa penghisap, saringan (screen) dan sarangan (filter), jaringan pipa air produk desalinasi, tangki penampungan (storage tank), peralatan penerima dan pembagi aliran listrik (panel distribution box).

Secara skematis berbagai jenis teknologi distilasi dapat dilihat dari gambar 2.2 ini.



Gambar 2. 2 Skema Proses desalinasi

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

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

Teknologi desalinasi termal jenis Multi Stage Flash (MSF), Multi Effect Distillation (MED) dan Multi Vapour Compression (MVC) dapat memurnikan air dari kadar 55000 ppm menjadi sekitar 10 ppm, sedangkan proses membran jenis Reverse Osmosis (RO) dengan sekali proses dapat menghasilkan air tawar dengan TDS berkisar antara 350-500 ppm.

Pada proses distilasi air laut/air baku dipanasi agar air tawar yang terkandung di dalamnya mendidih dan menguap, kemudian uapnya di embunkan untuk memperoleh air tawar. Proses distilasi ini dapat menghasilkan air tawar berkualitas tinggi dibandingkan dengan kualitas air tawar yang dihasilkan oleh proses lain. Pada tekanan 1 atm air akan mendidih dan menguap pada suhu 100°C . namun air di dalam alat penguap (evaporator) mendidih dan menguap pada suhu kurang dari 100°C bila tekanan di dalam evaporator diturunkan dibawah 1 Atm atau dalam keadaan vacuum. Penguapan air memerlukan panas penguapan berupa panas latent yang terkandung dalam uap yang dihasilkan. Sebaliknya pada saat uap menyembur panas latentnya dilepaskan yang dapat memanasi air laut/baku umpan sebagai pemanasan pendahuluan (preheating) atau menguapkannya.

Pada proses distilasi, air laut/air baku digunakan sebagai bahan air umpan pembuatan air tawar maupun sebagai media pendingin, dengan jumlah yang diperlukan kurang dari 8-10 kali dari jumlah air tawar yang dihasilkan. Uap dari ketel uap atau sumber lain digunakan sebagai pemanas dengan tekanan 2-3,5 kg/cm dan penjalan ejector dengan tekanan 10-12 kg/cm. Pada umumnya jumlah uap untuk pemanasan antara 1/8 sampai 1/6 dari jumlah air tawar yang dihasilkan, perbandingan antara jumlah air tawar yang dihasilkan dengan jumlah uap yang diperlukan disebut performance ratio (PR) dalam proses reverse osmosis atau Gained Output Ratio (GOR) dalam proses distilasi.

Masalah yang umum terdapat pada proses distilasi ialah terjadinya pengkerakan dan korosi pada bagian bagian peralatan. Timbulnya lapisan kerak pada pipa-pipa penukar panas 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 mencegah atau menghambat proses pengkerakan itu perlu dilakukan proses treatment yang tepat dan teratur. Terjadinya korosi pada bagian peraiatan sudah pasti akan mengganggu pengoperasian instalasi, selain menuainnya hasil produk air tawar, untuk perbaikannya pun memerlukan waktu dan biaya yang tinggi, oleh sebab itu di dalam desainnya diperlukan material yang sesuai dengan kondisi pengoperaslannya.

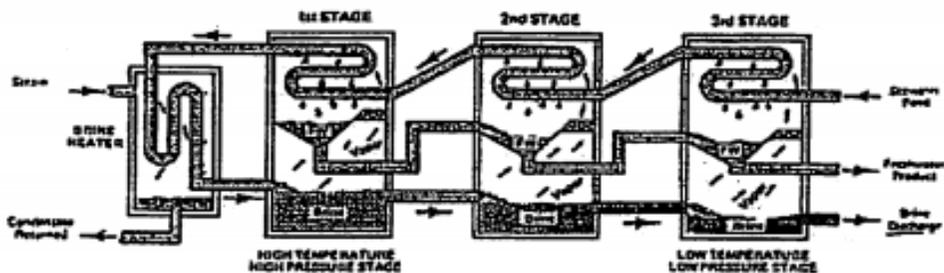
II.4 Jenis Teknologi Desalinasi

II.4.1 Distilasi

Distilasi adalah suatu proses memisahkan kadar garam dari air tawar dengan memanfaatkan perbedaan titik didih suatu cairan. [5]

II.4.1.1 Multi Stage Flash (MSF)

Dalam proses MSF, air laut disalurkan ke dalam vessel yang dinamakan brine heater untuk dipanaskan, Proses pemanasan dilakukan dengan cara menyemprotkan uap panas yang keluar dari turbin pada pembangkit listrik. Air laut yang sudah dipanaskan kemudian dialirkan ke vessel berikutnya yang dinamakan stage. Di tempat ini tekanan dikondisikan menjadi lebih rendah dari stadium sebelumnya. Perubahan tekanan akan menyebabkan air laut yang masuk menjadi mendidih secara mendadak (flashing) dan menyebabkan terjadinya uap air (watervapour).

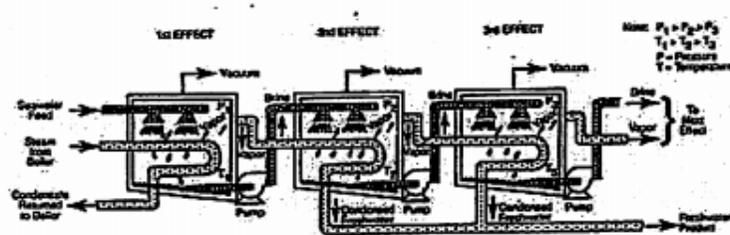


Gambar 2. 3 Skema Proses MSF

Proses ini akan terus berlanjut pada stage berikutnya sampai air menjadi dingin dan tidak menghasilkan uap air lagi. Biasanya stadium ini berjumlah 15 sampai 25. Penambahan jumlah stage akan menambah capital cost dan menambah rumit pengoperasian. Uap air yang dihasilkan dari flashing ini dikondensasi pada tabung yg ada pada tiap stage. Tabung ini juga berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan air laut masukan ke dalam brine heater. Pada proses kondensasi ini juga akan menghangatkan air laut masukan, sehingga jumlah energi yang dibutuhkan untuk memanaskan air laut masukan di brine heater menjadi lebih kecil. Kapasitas dari instalasi ini 4000 – 57000 m³/hari (1-15 mgd). Suhu maksimum (Top Brine Temperatur) dari air laut yang keluar dari brine heater adalah 90- 110 °C, Menambahkan suhu akan menambah kinerja dari instalasi ini, tetapi dilain pihak juga akan merugikan, sebab akan mempercepat proses pembentukan scaling dan korosi dari permukaan logam. [5]

II.4.1.2 Multi Effect Distillation (MED)

Pada teknologi desalinasi jenis MED (Multi Effect Distillation) digunakan prinsip evaporasi dan kondensasi. Cara kerja dari teknologi ini adalah dengan cara menyemprotkan (spray) air laut masukan pada permukaan evaporator. Permukaan evaporator ini biasanya berbentuk tabung (tubes) yang dilapisi film tipis (thin film) untuk mempercepat pendidihan dan penguapan



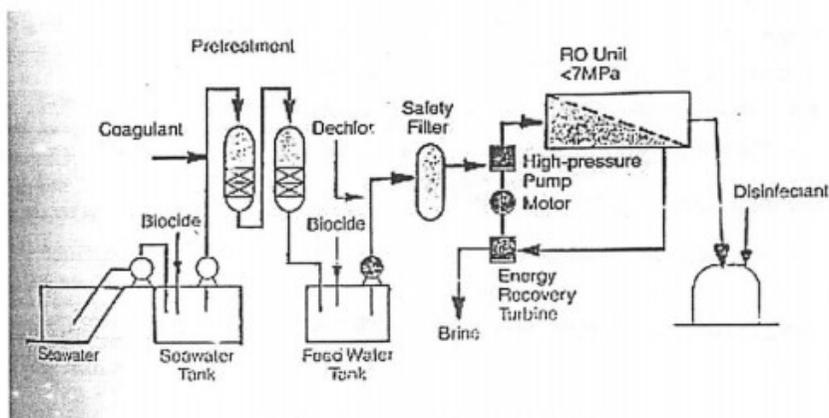
Gambar 2. 4 Skema Proses MED

Proses penguapan pertama terjadi dengan menggunakan uap panas buangan dari pembangkit listrik/boiler yang keluar dari turbin. Uap itu memberikan panas untuk proses desalinasi dan sekaligus juga terkondensasi menjadi air yang kemudian dikembalikan lagi ke boiler pada pembangkit listrik. Uap yang dihasilkan pada proses terakhir dikondensasikan pada heat exchanger yang terpisah yang dinamakan final condenser. Temperatur pada setiap efek dari MED diatur oleh sistem hampa udara yang terpisah. Dalam perkembangannya, akhir-akhir ini digunakan alat thermal vapour compression yang berguna untuk mengurangi jumlah efek dari MED untuk memproduksi air tawar dalam jumlah yang sama. Umumnya instalasi desalinasi ini terdiri dari 8-16 efek. Efisiensi thermal dari proses ini tergantung dari jumlah efek yang digunakan. Kapasitas air tawar yang dihasilkan oleh MED berkisar antara 2000 - 20.000 m³/hari (0.5 – 5 mgd). [5]

II.4.2 Membran Reverse Osmosis (RO)

Bila air tawar dan air laut dipisahkan oleh suatu dinding semi permeable membrane maka air tawar akan meresap menembus dinding pemisah itu ke bagian air laut. peristiwa ini disebut 'peristiwa osmosis'. Air tawar akan terus menembus dinding pemisah itu ke bagian air laut walau tidak diberi tekanan. Kekuatan efektif pendorong penembusan itu dinamakan osmotic pressure. Penembusan akan berhenti dengan sendirinya pada kondisi perimbangannya (equilibrium) di osmotic pressure tertentu. Besar osmotic pressure tergantung dari karakteristik membran, suhu dan kepekatan air laut/air baku. Pada sistem RO ini air laut diberi tekanan agar terjadi hal kebalikannya,

yaitu air tawar yang terkandung di dalam air laut keluar menembus dinding pemisah (membrane) maka peristiwa itu dinamakan peristiwa reverse osmosis.



Gambar 2. 5 Skema Proses Reverse Osmosis

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. Sistem RO terdiri beberapa komponen penting yaitu pre treatment, high pressure pump, membrane assembly dan post treatment. Pre treatment sangat penting pada proses RO, hal ini berguna untuk mencegah dan mengurangi penumpukan garam dan pertumbuhan blota laut pada membran. Biasanya proses pre treatment ini terdiri dari:

1. Chlorinasi guna pengendalian mikro organisme
2. Coagulan dan media filtrasi, untuk menurunkan padatan.
3. Scale inhibitor, untuk menghambat pembentukan kerak pada membran
4. Final cartridge Filter. sebagai pengaman
5. Sodium bisulfit, untuk mengimbangi chlorine

Pada proses ini, tekanan yang diberikan oleh pompa pada air laut masukan (feed water) adalah sebesar 54 - 80 bar (800 - 1180 psi) , sedangkan bila menggunakan air payau (brackish water) sebagai air umpan, tekanan yang diberikan adalah sebesar 15 - 25 bar(225-375 psi).

Bagian inti dari instalasi RO adalah RO module, yang berbentuk suatu bejana tekan silindris berisi beberapa ratus ribu serat fibre sehalus rambut yang bagian dalamnya berlubang {fine hollow fiber). Dengan demikian suatu RO module mempunyai luas permukaan dinding membrane yang besar dan dapat menghasilkan air tawar dalam jumlah besar. Air umpan masuk ke dalam lubang lubang halus serat fiber. Karena ditekan air Tawar akan merembas ksiuar dari dinding fiber menjadi produk air tawar, sedangkan sisanya yang kental dan disebut brine terbuang Keluar melalui throttle valve yang juga

berfungsi sebagai pengatur tekanan pada saluran masuk ke RO modul agar selalu konstan.

Perlakuan akhir terhadap produk air adalah Injeksi alkali untuk menaikkan pH sesuai yang diperiukan, dan chlorinasi bila produk airnya digunakan untuk air minum. Padatan terlarut dan tersuspensi (TDS) produk air dari proses RO ini adalah antara 300 - 600 ppm, namun bila dikehendaki TDS yang lebih rendah, dapat digunakan instalasi yang dipasang secara seri. [5]

II.5 Perbandingan umum Teknologi Desalinasi

Selain dari pertimbangan pengoperasian dan perawatan, perlu juga dipertimbangkan aspek lainnya dari instalasi desalinasi seperti kapasitas, sumber energi, aspek teknis, kegunaan dan lain-lain. Berikut adalah tabel 2.1 perbandingan untuk teknologi desalinasi.

Tabel 2. 1 Perbandingan umum Teknologi Desalinasi

Sumber : Jurnal Pengembangan Energi Nuklir Vol. 6No. 3&4

No	Kriteria	MSF	MED	RO
1	Kapasitas (Ton/hari)	500-60000	40-9000	5-24000
2	Hanya perlu tenaga listrik	Tidak	Tidak	Ya
3	Uap sebagai sumber panas	Ya	Ya	Tidak
4	Air panas sbg sumber panas	Tidak	Ya	Tidak
5	Kemurnian produk air (TDS-ppm)	5	25	500
6	Konsumsi tenaga listrik Kwh/T	3-5	1,5-2,5	5-10
7	Tekanan uap pemanas kg/cm ²	2	8	-
8	Tekanan uap penjalan ejector kg/cm ²	6-10	6-8	-
9	Gained output ratio (GOR) air/uap	5-8	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 di dalam/di luar ruangan	Di luar	Di luar	Di dalam
14	Untuk hotel dan kawasan wisata	Tidak	Dapat	Cocok
15	Untuk pelayanan umum skaia kecil	Dapat	Cocok	Cocok
16	Untuk pelayanan umum skala besar	Dapat	Tidak	Cocok
17	Untuk kilang minyak, petro kimia dan pembangkit tenaga listrik	Cocok	Dapat	Tidak

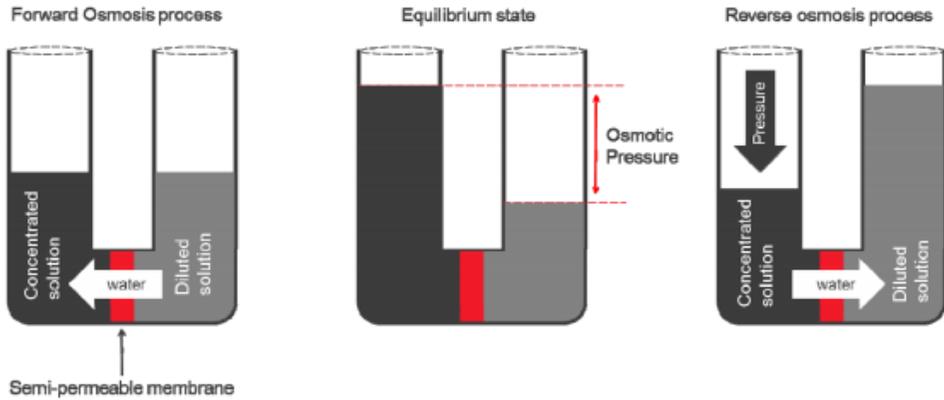
Tabel diatas menunjukkan bahwa teknologi desalinasi jenis MSF mempunyai Kapasitas terbesar dalam memproduksi air bersih per harinya, disusul kemudian oleh jenis MED dan RO. Dalam pengoperasiannya MSF membutuhkan uap panas sebagai sumber panas, sedangkan MED membutuhkan air panas sebagai sumber panasnya. Lain halnya dengan RO, teknologi ini hanya perlu tenaga listrik untuk pengoparasiannya, namun demikian dalam perkembangannya akhir - akhir ini teknologi RO juga memanfaatkan panas buangan untuk menghangatkan air masukan pada RO, teknologi ini dinamakan Continious Reverse Osmosis. Teknologi RO membutuhkan konsumsi listrik

tertinggi yang digunakan untuk menghasilkan air bersih per ton nya yaitu sekitar 5- 10 Kwh, diikuti oleh MSF dan MED. Dalam penggunaannya, teknologi RO cocok digunakan untuk industri pariwisata dan perhotelan serta pelayanan umum skala kecil dan menengah, sedangkan untuk kilang minyak, petrokimia dan pembangkit tenaga listrik lebih cocok digunakan teknologi MSF dan MED.

II.6 Prinsip dasar Reverse Osmosis

Osmosis adalah fenomena alam yang bisa diartikan sebagai gerakan murni air melalui membran semi permeable dari rendah ke larutan konsentrasi tinggi. Membran itu permeable untuk air dan beberapa ion tapi menolak hampir semua ion dan padatan terlarut. Proses ini (pergerakan air) terjadi sampai osmotic equilibrium tercapai, atau sampai bahan kimia potensi sama di kedua sisi selaput. Perbedaan ketinggian diamati antara kedua kompartemen saat bahan kimia potensi disamakan. Perbedaan tinggi menjadikan perbedaan tekanan osmotic antara dua sisi. [6]

Reverse osmosis (Osmosis terbalik) atau RO adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membrane seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menjadikan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bisa mengalir ke lapisan berikutnya. Membran seleksi itu harus bersifat selektif atau bisa memilah yang artinya bisa dilewati zat pelarutnya (atau bagian lebih kecil dari larutan) tetapi tidak bisa dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion. Osmosis adalah sebuah fenomena alam yang terjadi dalam sel makhluk hidup dimana molekul pelarut (biasanya air) akan mengalir dari daerah berkonsentrasi rendah ke daerah Berkonsentrasi tinggi melalui sebuah membran semipermeabel. Membran semipermeabel ini menunjuk ke membrane sel atau membran apa pun yang memiliki struktur yang mirip atau bagian dari membrane sel. Gerakan dari pelarut berlanjut sampai sebuah konsentrasi yang seimbang tercapai di kedua sisi membran. Prinsip dasar reverse osmosis apabila dua buah larutan dengan konsentrasi encer dan konsentrasi pekat dipisahkan oleh membran semipermeable, maka larutan dengan konsentrasi yang encer akan terdifusi melalui membran semipermeable tersebut masuk ke dalam larutan yang pekat sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi. Fenomena tersebut dikenal sebagai proses osmosis. [4]



Gambar 2. 6 Prinsip Osmosis dan Reverse Osmosis

II.7 Desalinasi menggunakan reverse osmosis

Di dalam proses desalinasi air laut dengan sistem Reverse Osmosis (RO), tidak memungkinkan 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 osmosis balik yang mempunyai dua buah outlet yakni outlet untuk air tawar yang dihasilkan dan outlet untuk air garam yang telah dipekatkan (reject water). Laju pemisahan garam dapat dilihat pada persamaan :

$$S = \{(C_f - C_p)\} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

C_p = konsentrasi garam air olahan (mg/liter)

C_f = konsentrasi garam air baku (mg/liter)

Laju produksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$R = Q_p / (Q_f) \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

Q_p = Debit air olahan (liter/jam)

Q_f = Debit air baku (liter/jam)

Didalam prakteknya, proses pengolahan air laut dengan Sistem RO terdiri dari 4 proses utama, yaitu (1) pretreatment, (2) pressurization, (3) membrane separation, (4) post treatment Stabilization. (2011, suryadi)

Pretreatment : Air umpan (air laut) pada tahap pretreatment disesuaikan dengan membran dengan cara memisahkan padatan tersuspensi, menyesuaikan pH, dan

menambahkan inhibitor untuk mengontrol scaling yang dapat disebabkan oleh senyawa tertentu, seperti kalsium sulfat.

Pressurization: Pompa akan meningkatkan tekanan dari umpan yang sudah melalui proses pretreatment hingga tekanan operasi yang sesuai dengan membran dan salinitas air umpan.

Separation: Membran permeable akan menghalangi aliran garam terlarut, sementara membran akan memperbolehkan air produk terdesalinasi melewatinya. Efek permeabilitas membran ini akan menyebabkan terdapatnya dua aliran, yaitu aliran produk air bersih, dan aliran brine terkonsentrasi. Karena tidak ada membran yang sempurna pada proses pemisahan ini, sedikit garam dapat mengalir melewati membran dan tersisa pada air produk. Membran RO memiliki berbagai jenis konfigurasi, antara lain spiral wound dan hollow fine fiber membranes.

Stabilization: Air produk hasil pemisahan dengan membran biasanya membutuhkan penyesuaian pH sebelum dialirkan ke sistem distribusi untuk dapat digunakan sebagai air minum. Produk mengalir melalui kolom aerasi dimana pH akan ditingkatkan dari sekitar 5 hingga mendekati 7.

II.8 Komponen pada reverse osmosis

Pada sistem reverse osmosis ini terdapat berbagai komponen yang kompleks. Komponen ini terdiri dari beberapa macam. Dari proses air baku sampai menjadi air siap minum.

1. Tangki Air Baku

Tangki air baku ini berfungsi untuk menampung air laut yang akan digunakan untuk diolah menggunakan Reverse Osmosis. Tangki ini dimasukkan larutan kalium permanganat untuk mengurangi bahan organik dan membunuh bakteri. Selain itu untuk kapasitas dan desain dari tangki ini juga disesuaikan dengan kapal yang akan menggunakan sistem ini.

2. Pompa clarifier

Pompa clarifier digunakan untuk memompa air laut ke tangki air baku. Spesifikasi pompa disesuaikan dengan kapasitas dan kebutuhan. Tipe pompa yang biasa digunakan adalah pompa centrifugal dengan disesuaikan pada sistem reverse osmosis tersebut.



Gambar 2. 7 pompa sentrifugal

Sumber : <http://id.fulongshuibeng.com/other-submersible-well-pump/46478953.html>

3. Pompa dan Tangki KMnO_4

Untuk tangki KMnO_4 ini berfungsi untuk menampung cairan KMnO_4 yang digunakan zat oksidator yang berguna untuk menaikkan PH ke kenetral. Serta penggunaan cairan ini berfungsi untuk membunuh bakteri yang dapat menimbulkan lumut pada saat penyaringan sehingga tidak terjadi penyumbatan.

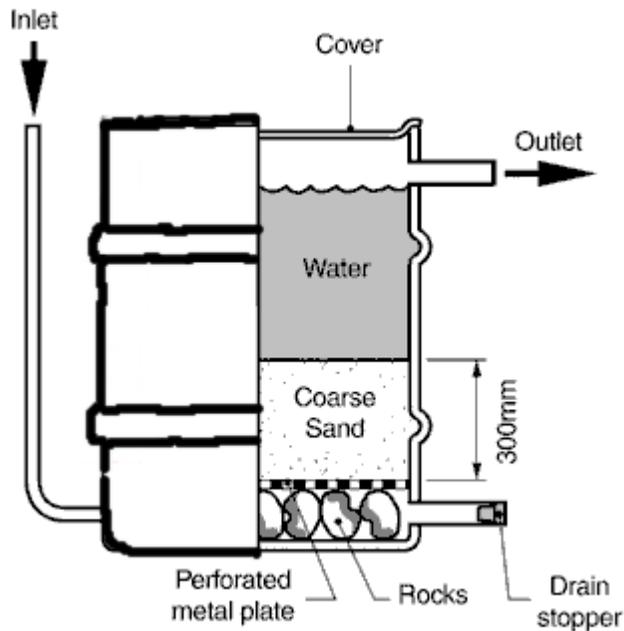
Sedangkan untuk pompa disini berfungsi untuk menginjeksikan cairan KMnO_4 ke tangki air baku.

4. Tangki reaktor

Tangki reaktor atau tangki pencampur ini berfungsi untuk tempat pencampuran air baku dan bahan kimia lainnya

5. Saringan Pasir cepat

Air dari tangki reaktor masuk ke unit saringan pasir cepat dengan tekanan 4 bar. Unit ini berfungsi untuk menyaring partikel partikel kasar dari air baku dan bahan kimia yang telah dicampurkan sebelumnya. Alat ini biasanya berbentuk silinder dan menggunakan bahan fiberglass.



Gambar 2. 8 saringan pasir cepat

Sumber : <http://nurulahiniee.blogspot.com/2015/05/artikel-metode-penyaringan-air.html>

6. Filter mangan zeloid

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

7. Filter karbon aktif

Filter ini berfungsi untuk penghilang bau,warna, logam berat dan pengotor-pengotor air lainnya. Ukuran dari filter ini sama dengan yang lainnya. Penyaringan ini juga menggunakan media pendukung berupa pasir silika pada bagian dasar.

8. Filter cartridge untuk RO

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. Alat ini terbuat dari sintesis selulosa, alat ini bisa menyaring kotoran di dalam air sampai ukuran partikel 0,5 mikron.

9. Pompa air baku

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

10. Reverse Osmosis Unit

Unit ini merupakan yang paling penting, terdiri dari selaput membrane yang di gulung secara spiral 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.

11. Tangki penampung air produk

Untuk menampung hasil olahan hasil air tawar sebelum dipompakan ke berbagai kebutuhan di kapal.

12. Pompa Produk

Berfungsi untuk memompa air olahan untuk proses pengisian ke tempat-tempat yang akan dipompakan.

II.9 Perbandingan penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan suatu dasar dan landasan teori yang dipergunakan untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan. Pada tabel 2.2 brikut ditunjukkan beberapa penelitian terdahulu yang dipandang relevan dan dapat dijadikan pendukung dalam penelitian ini.

Tabel 2. 2 tabel rangkuman penelitian sebelumnya

NO	PAPER TITLE	AUTHOR/YEARS	REVIEW	STRONG	WEAK
1	Co-production of frugal innovation: Case of low cost reverse osmosis water filters in India	[7]	<p>Di kota Ahmedabad di India, pasokan air dari pemerintah kurang bisa mencukupi untuk kebutuhan warga lokal serta harga untuk air dari pemerintah terlampau mahal. Menipisnya air tanah dan salinitas membuat teknologi RO semakin menarik. Dan para pengusaha RO semakin banyak namun belum semua terkontrol.</p> <p>Untuk kota tempat air langka dan / atau mahal untuk dibeli, masalah air limbah dan pembuangan juga merupakan masalah biaya. Dengan demikian banyak warga yang beralih menggunakan desalinasi RO untuk memenuhi kebutuhan air-nya. Dan pada penelitian ini disimpulkan bahwa</p>	<p>-Dari segi ekonomis lebih murah</p> <p>-Dari segi lingkungan ini sangat ramah lingkungan dan dapat menjaga ketersediaan air tanah.</p>	<p>- dari hasil filtrasi tidak bisa dipastikan untuk hasil dari sistem RO yang berkaitan dengan kesehatan dikarenakan perusahaan di india belum sepenuhnya terkontrol untuk kualitas air dari setiap alatnya.</p>

			penggunaan RO lebih ekonomis.		
2	Analisis Tekno Ekonomi Perencanaan Panel Surya sebagai Suplai Daya Sistem Reverse Osmosis untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Tawar (Fresh Water System) pada Kapal Ro-Pax (Km. Sabuk Nusantara 56)	[3]	<ul style="list-style-type: none"> - Kapal mampu memproduksi air tawar yang siap minum 32712 LPD. - Mampu memperkecil ukuran tangki air tawar dari 140 m³ menjadi 16 m³. - untuk pembangunan kapal baru mampu memperbesar nilai muatan (payload) hingga 123 ton. - Konsumsi daya dari panel surya dan baterai sebesar 2.33 kW 	<ul style="list-style-type: none"> . kelebihan dalam penggunaan panel surya pada alat reverse osmosis . Mengetahui kelebihan ekonomi dengan menggunakan panel surya 	Modal awal yang mahal untuk sistem reverse osmosis dan penggunaan panel surya
3	Double filtration as an effective system for removal of arsenate and arsenite from drinking water	[8]	Arsenik adalah salah satu polutan anorganik paling berbahaya yang ada dalam air minum, yang dilepaskan baik dari aktivitas manusia tertentu dan secara alami dari kerak Bumi. Arsenik biasanya hadir dalam air di	Doble filtrasi ini sangat efektif untuk penyaringan dan penghilangan zat polutan anorganik yang berbahaya dan	Penambahan komponen membrane membuat perancangan alat semakin rumit dan biaya semakin mahal.

	through reverse osmosis		<p>dua bilangan oksidasi, seperti arsenit (As (III)) atau arsenat (As (V)).</p> <p>Maka dari itu dipelajari efek filtrasi ganda arsenik pada permukaan membran dan larutan.</p> <p>Dan kemungkinan daya saing antara spesies arsenik juga sebagai terjadinya oksidasi dan efek penuaan. Hasil mengkonfirmasi bahwa filtrasi reverse osmosis yang efisien untuk mengolah air yang mengandung arsenit karena proses filtrasi dapat menyebabkan perubahan permanen pada struktur fisik dari specie ini, yang menyebabkan peningkatan efisiensi penghilangan As (III) setelah filtrasi ke-2 (efisiensi penyisihan sekitar 95%). Dan itu memenuhi standar untuk air minum.</p>	menghasilkan air minum yang sesuai standard.	
--	-------------------------	--	---	--	--

4	Sistem Desalinasi Membran Reverse Osmosis (RO) untuk Penyediaan air bersih	[9]	<p>. Teknologi yang bisa digunakan adalah desalinasi dan sumber air yang bisa dimanfaatkan air laut dan air payau. Teknologi desalinasi terbagi menjadi dua: proses termal dan proses membran. Saat ini, kebalikannya pemisahan membran osmosis lebih menguntungkan daripada proses termal. Biaya desalinasi lebih banyak terpengaruh dengan kapasitas pabrik dan konsumsi energi. Tanaman yang lebih besar akan lebih murah daripada palnt yang lebih kecil. Sebagai tambahan kedua faktor ini, biaya desalinasi dipengaruhi oleh tempat pabrik desalinasi RO dipasang. Biaya desalinasi di masing-masing negara akan beda bahkan mengingat biaya</p>	-hasil dari desalinasi reverse osmosis baik	-sistem lebih kompleks dari sistem desalinasi lainnya.
---	--	-----	--	---	--

			desalinasi di Indonesia belum di list dengan baik		
5	Analisa Teknis Ekonomis Perencanaan Sistem Reverse Osmosis Untuk Kebutuhan Air Tawar (Domestic Fresh Water System) Pada Kapal Niaga (MT.Avila)	[4]	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan Reverse Osmosis pada MT.Avila dapat mengurangi ukuran volume air tawar. - Penggunaan Reverse osmosis dapat mengurangi beban dari freshwater dan meningkatkan payload pada kapal - Dari segi ekonomi penggunaan reverse osmosis dapat mengurangi biaya operasional pada kapal MT.Avila - Biaya modal lebih besar menggunakan Reverse osmosis - Penggunaan daya listrik yang relatif kecil 	. Mengetahui kelebihan dalam penggunaan Revererse Osmosis	<ul style="list-style-type: none"> - Penerapan kapal tanker yang sedikit memerlukan freshwater - Biaya modal yang mahal untuk penggunaan sistem reverse osmosis

			<p>dibandingkan dengan sistem desalinasi yang lain</p> <p>- Penggunaan sistem reverse osmosis ini lebih kompleks daripada sistem desalinasi yang lainnya.</p>		
6	On the feasibility of community-scale photovoltaic powered reverse osmosis desalination systems for remote locations	[10]	<p>- penelitian ini membandingkan antara penggunaan reverse osmosis dengan menggunakan tenaga photovoltaik dan penggunaan reverse osmosis menggunakan tenaga diesel. Kebutuhan energi kemudian digunakan untuk menentukan biaya air untuk setiap sistem. Sebuah Sistem PVRO dianggap layak jika biaya lebih efektif daripada sistem diesel yang setara atau air yang diangkut.</p> <p>- Studi kasus yang disajikan di bagian atas dengan jelas menunjukkan</p>	Biaya operasional untuk reverse osmosis tenaga photovoltaik lebih murah daripada tenaga diesel.	Tidak semua lokasi bisa digunakan untuk aplikasi reverse osmosis dengan tenaga photovoltaik

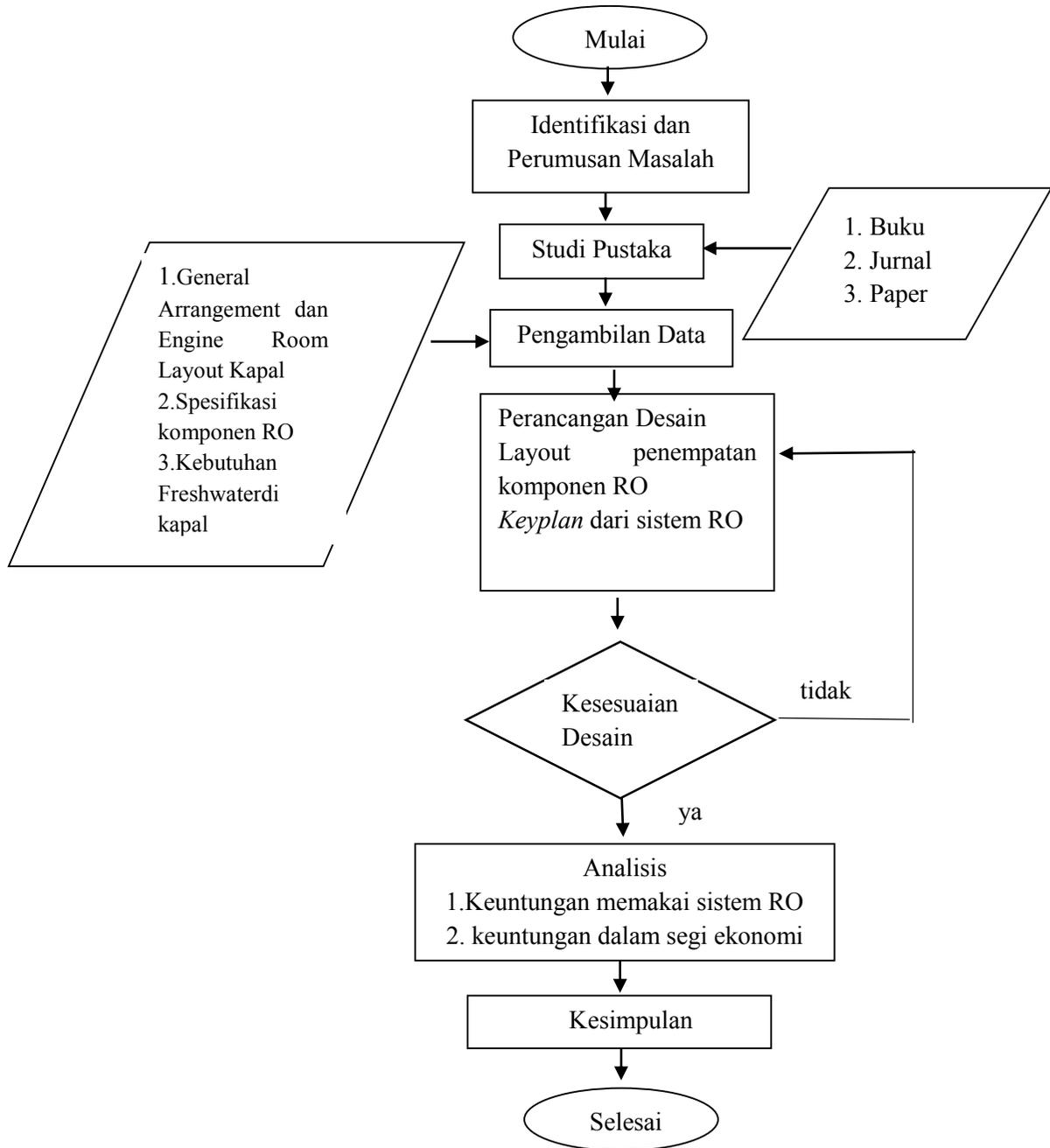
			<p>ketergantungan lokasi kelayakan photovoltaic-powered osmosis terbalik. Ketergantungan ini karena perbedaan dalam karakteristik medan, sumber daya matahari dan karakteristik air. Untuk kondisi yang dianalisis, photovoltaic reverse osmosis layak untuk banyak daerah yang mengalami sinar matahari yang cukup. Biaya bahan bakar yang tinggi untuk sistem bertenaga diesel menghasilkan biaya air yang lebih tinggi untuk sebagian besar lokasi.</p>		
7	<p>Performance of Nanofiltration and Reverse Osmosis Membranes in Metal Effluent Treatment</p>	[11]	<p>kinerja membran nanofiltrasi (NF) dan reverse osmosis (RO) yang berbeda dipelajari dengan memperlakukan limbah logam beracun dari industri metalurgi. Karakteristik dan perilaku filtrasi dari proses termasuk</p>	<p>Penggunaan reverse osmosis untuk water threatment limbah mendapatkan hasil lebih baik</p>	<p>Penggunaan metode RO tidak direkomendasikan digunakan untuk water threatment limbah skala besar.</p>

			<p>fluks air limbah, pembuangan garam dan penolakan ion terhadap tekanan operasi dievaluasi. Kemudian</p> <p>fluks air limbah membran RO dibandingkan dengan perhitungan teoritis menggunakan model transfer massa, dan</p> <p>konsistensi yang baik diamati. Ditemukan bahwa tingkat penolakan tinggi lebih dari 95% ion logam dan rendah</p> <p>Nilai Chemical Oxygen Demand (COD) 10 mgL^{-1} dalam permeate dapat dicapai dengan menggunakan komposit RO membran,</p> <p>sedangkan penolakan NF garam bisa hingga 78,9% dan nilai COD dalam permeate adalah 35 mgL^{-1}.</p>	daripada metode nanofiltrasi.	
--	--	--	--	-------------------------------	--

			<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa air produk oleh NF dan desalinasi RO memenuhi Kualifikasi Reutilisasi Negara, tetapi NF akan lebih cocok untuk praktik industri berskala besar, yang menawarkan flux permeat yang lebih tinggi secara signifikan pada tekanan operasi rendah.</p>		
8	<p>Aplikasi teknologi Osmosis balik Untuk Memenuhi kebutuhan Air Minum Di Kawasan Pesisir Atau Pulau Terpencil</p>	[12]	<p>Keunggulan teknologi membran osmosa balik adalah kecepatannya dalam memproduksi air, karena menggunakan tenaga pompa. Kelemahannya adalah penyumbatan pada selaput membran oleh bakteri dan kerak kapur atau fosfat yang umum terdapat dalam air asin atau laut. Untuk mengatasi kelemahannya pada unit pengolah air osmosa balik selalu dilengkapi dengan unit</p>	<p>hasil dari air nya sangat bagus dan dapat langsung di minum</p>	<p>modal awal yang mahal pada sistem ini</p>

			anti pengerakkan dan anti penyumbatan oleh bakteri. Sistem membran reverse yang dipakai dapat berupa membran dan mampu menurunkan kadar garam hingga 95-98%. Air hasil olahan sudah bebas dari bakteri dan dapat langsung diminum.		
--	--	--	--	--	--

BAB III METODE PENELITIAN



Analisa teoritis dan sistematis terhadap metode yang digunakan merupakan hal yang penting dalam analisa ini. Kegiatan ini dan pelaporannya mampu menjadi indikator yang valid dari suatu penelitian. Langkah-langkah yang akan dilakukan penulis adalah:

III.1 Studi Pustaka

Studi pustaka diambil dari jurnal paper, hasil penelitian yang terakhir dan mempunyai tema serta tujuan yang sama, sehingga diharapkan dari penelitian kajian pustaka diperoleh metode yang baru dan lebih rasional dan mampu memecahkan permasalahan yang diangkat.

III.2 Pengambilan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini sehingga dibutuhkan studi lapangan dalam pengumpulan data. Pengambilan data dilakukan dengan cara mencari General Arrangement dan Engine Room Layout dari kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT. Selain itu, spesifikasi masing-masing komponen freshwater system dan komponen RO serta ikut dalam oprasional kapal untuk mengetahui kebutuhan air tawar saat operasional. Selain itu juga wawancara dengan orang terkait yang paham dengan keadaan langsung operasional kapal KMP.Legundi.

III.3 Perancangan Desain

Dengan data yang telah diperoleh, dari metode desalinasi freshwater sistem yang akan dibuat perancangan desainnya berupa peletakkan komponen Reverse Osmosis (RO) dan juga keyplan dari masing-masing komponen tersebut. Komponen Reverse Osmosis didapat dari maker alat reverse osmosis yang telah dipilih dan sesuai dengan kebutuhan kapal ro-ro ferry 5000 GT. Kesesuaian berdasarkan beberapa faktor, antara lain :

- kapasitas produksi dari alat reverse osmosis
- daya listrik yang dibutuhkan
- luas tempat yang dibutuhkan

Setelah melakukan pemilihan komponen lalu yang dilakukan adalah melakukan penggambaran penempatan alat reverse osmosis pada KMP.Legundi. Penggambaran berupa P&ID dari kapal KMP.Legundi dan komponen set alat reverse osmosis yang telah dipilih pada maker.

III.4 Analisis

Melakukan analisa teknis keuntungan berdasarkan pemakaian metode Reverse Osmosis dan analisa ekonomi dengan menghitung biaya investasi peralatan dan operasional penggunaan reverse osmosis. Analisa teknis yang dilakukan adalah dengan membandingkan dengan sistem konvensional, antara lain layout, daya listrik, lokasi

pemasangan alat. Untuk analisa ekonomi yaitu investasi dan operasional, untuk investasi dihitung biaya kebutuhan investasi yang dibutuhkan untuk alat reverse osmosis dan untuk biaya operasional dihitung pada penggunaan alat reverse osmosis dan dibandingkan pembelian air di pelabuhan.

III.5 Kesimpulan

Menyimpulkan hasil dari pemilihan metode Reverse Osmosis yang akan digunakan pada kapal Ro-Ro Ferry 5000 GT serta mendapatkan analisa ekonomi dari pemilihan alat reverse osmosis tersebut.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISIS PEMBAHASAN

IV.1 Data Utama Kapal

Pada tugas akhir ini membahas tentang sistem pemenuhan kebutuhan air tawar dengan perancangan sistem reverse osmosis serta membandingkan dua sistem yaitu menggunakan sistem reverse osmosis dengan sistem konvensional suplai dari pelabuhan dengan permasalahan perubahan rute pelayaran dari pelayaran rute pendek menjadi rute jauh. Dalam membandingkan kedua sistem menggunakan objek penelitian kapal KMP Legundi milik PT.ASDP Indonesia Ferry yang dibangun di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.

IV.1.1 Data utama pada kapal legundi.

Berikut ini gambar 4.1 adalah gambar KMP.Legundi.



Gambar 4. 1 KMP Legundi

Sumber : dokumentasi pribadi

Dibawah ini principal particular untuk kapal Legundi.

Nama Kapal	= KMP.LEGUNDI
GRT	= 5556 ton
IMO Number	= 9765665
Vessel Type	= Ferry RO-RO Twin screw
Built by	= PT.Dumas Shipyard – Surabaya

Place/year built	= Surabaya – 2013
Flag state	= Indonesia
Class	= BKI
Port of registry	= Surabaya
Passenger capacity	= 812 person
Car capacity	= 77 Sedan, 37 TS, 2 Tronton dan 26 trailer
Resque boat	= 2 unit @18 unit
Life craft	= 24 unit @50 person
Life jacket	= 1080 unit
Accommodation	= 30 crew

Selain data diatas kita juga memerlukan dimensi utama kapal LMP.Legundi. dibawah ini adalah data dimensi utama KMP.Legundi bersumber dari PT.ASDP Indonesia Ferry sebagai berikut :

LOA	= 109,4	meter
LPP	= 99,2	meter
Bmid	= 19,6	meter
Hmid	= 5,6	meter
Sarat	= 4,1	meter
Endurance	= 3	hari
Daya	= 2 x 3500	HP
Vs	= 17	knot
Bow thruster	= 1 x 600	kw
Fuel oil capacity	= 279	ton
Ballast tank capacity	= 844	ton
Fresh water capacity	= 400	ton

Dibawah ini adalah data untuk machinery sistem dari kapal KMP.Legundi.

A. Main Engine

Main engine type	= YANMAR - 6.N330 – EW – 2 x 3500 HP
Built by	= YANMAR ENGINEERING Ltd.
Output	= MCR 650 Ps x 620 RPM low speed
Cylinder	= 6
Starting system	= Compressed air system
Engine number	= SB-FQ50147
Gear box model	= YX-3500
Fuel oil	= HSD
Max speed	= 18,2 knot

pada gambar 4.2 adalah gambar main engine pada kapal KMP.Legundi



Gambar 4. 2 main engine YANMAR

Sumber : dokumentasi pribadi

B. Auxialiary Engine

Generator merk	= YANMAR, Type 6AYL-WET
Generator unit	= 4
Built by	= Yanmar diesel engine CO.Ltd
Output	= 4 x 438 Kw/500 KVA/1500 Rpm x 4 unit
Cilinder	= 6
Starting system	= electric
Voltage	=380 v / 695.5 A /50 Hz/ 3 phase

Pada gambar 4.3 adalah gambar generator yang digunakan oleh kapal KMP.Legundi. untuk space daya listrik cukup besar karena 4 generator utama akan hidup bersamaan hanya saat bow thruster dihidupkan, sedangkan bila bow thruster mati maka generator yang hidup hanya dua generator . Jadi untuk spare kelistrikan untuk kapal KMP Legundi ini masih cukup besar.



Gambar 4. 3 auxiliary engine YANMAR

Sumber : dokumentasi pribadi

IV.1.2 Perhitungan Kebutuhan freshwater pada kapal legundi.

Perhitungan freshwater pada kapal legundi adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan air minum
 - = (10-20) kg/ orang hari
 - = $\frac{(10-20) \times \text{jumlah penumpang} \times S}{24 \times Vs}$
 - = $\frac{(20) \times 692 \times 311}{24 \times 13}$
 - = 13.795 kg
 - = 13,795 ton
- b. Kebutuhan mandi dan cuci
 - = (80-200) kg/ orang hari
 - = $\frac{(80-200) \times \text{jumlah penumpang} \times S}{24 \times Vs}$
 - = $\frac{(150) \times 692 \times 311}{24 \times 13}$
 - = 103.462,5 kg
 - = 103,462 ton
- c. Kebutuhan untuk pendingin mesin
 - = 5 kg / BHP
 - = 5 kg x 7000 HP
 - = 35000 kg.
 - = 35 ton

- d. Total kebutuhan air tawar pada kapal legundi adalah
 $= a + b + c$
 $= 13,795 + 103,462 + 35$
 $= 152 \text{ ton}$

Ini adalah kebutuhan air tawar setelah perubahan rute yang awalnya 16 mil sekarang menjadi 311 mil.

Perhitungan di atas adalah perhitungan kalkulasi namun pada operasional di kapal KMP.Legundi setiap trip menghabiskan 50 ton sampai 70 ton untuk kebutuhan air tawarnya.

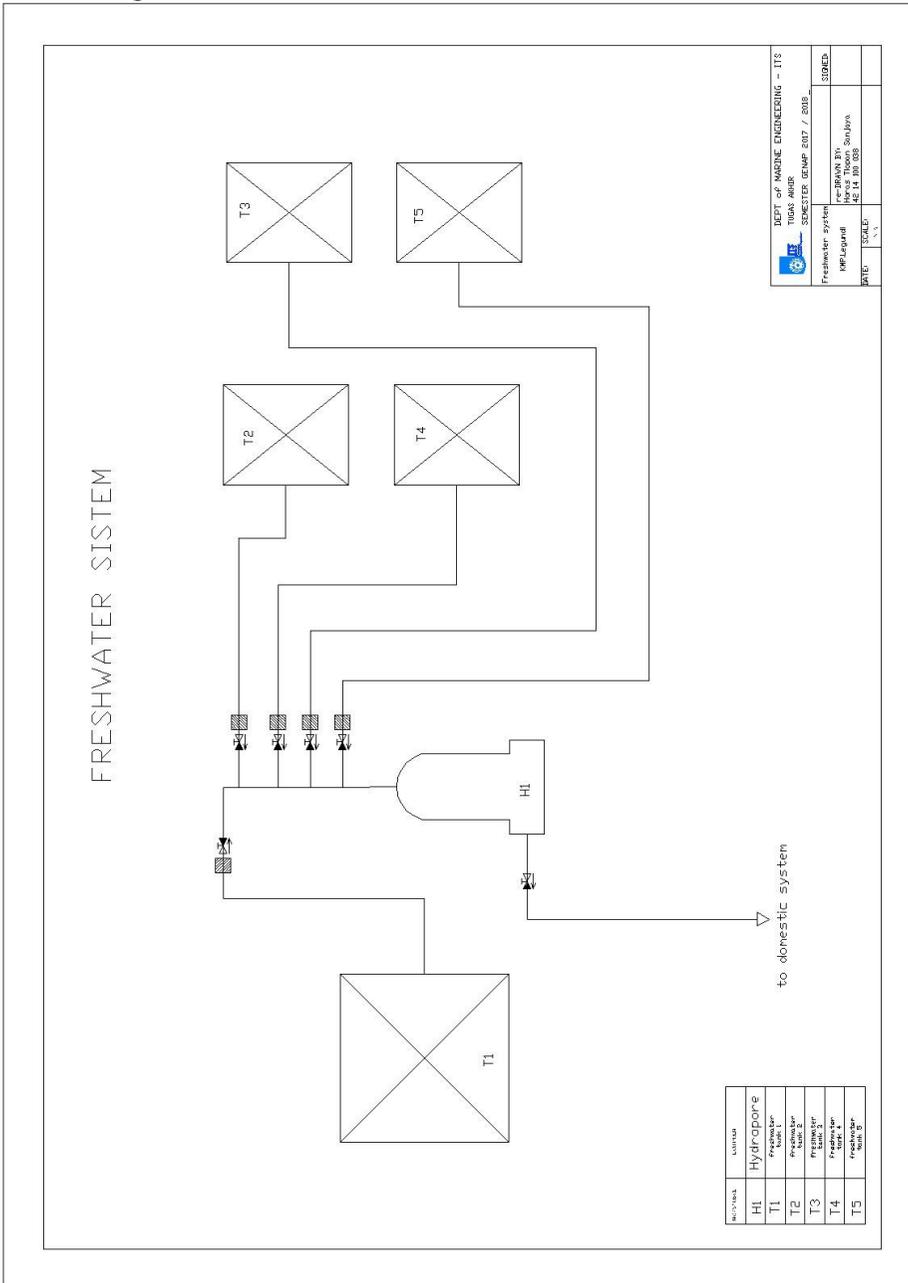
IV.2 Sistem Freshwater di kapal KMP.Legundi

Pada umumnya persediaan air bersih tersebut dilakukan di pelabuhan yaitu dengan cara melakukan pengisian air bersih pada tangki air tawar. Dari tangki air tawar (FW Tank) air bersih didistribusikan ke masing-masing geladak dengan menggunakan tangki bertekanan (hydrophore) yang dilengkapi dengan pompa air tawar (FW Pump). Untuk sistem fresh water pada kapal Legundi ini menggunakan suplai air tawar di pelabuhan. Pada kapal Legundi ini sistem air tawar menggunakan 5 tangki yang berbeda ukuran. Kapasitas total seluruh tangki pada kapal Legundi ini adalah 400 ton. Namun tangkin yang diisi hanyalah 1 tangki saja. Pada gambar 4.4 ialah pengisian air tawar.



Gambar 4. 4 pengisian air tawar
 (Sumber: dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.5 ini adalah freshwater system pada kapal legundi. Sitem ini menggunakan hydropore untuk mensuplai dari tangki air tawar ke domestik system pada kapal KMP.Legundi ini.

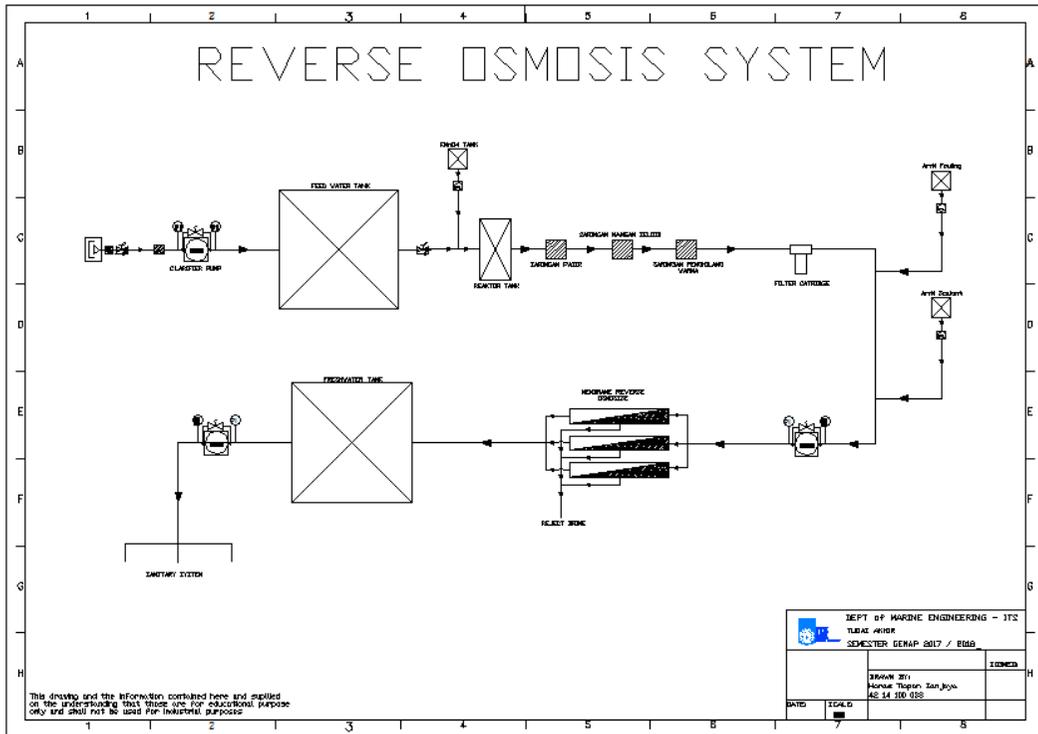


Gambar 4. 5 freshwater system

(Sumber : PT.ASDP-redrawing)

IV.3 Komponen Reverse Osmosis

Komponen yang dapat dipakai pada kapal KMP.Legundi di pakai maker yang memproduksi dan dibandingkan untuk mencari peralatan Reverse Osmosis yang sesuai dengan kebutuhan di kapal. Pada gambar 4.6 ini adalah arrangement untuk sistem Reverse Osmosis.



Gambar 4. 6 RO System
(Sumber: drawing pribadi)

Untuk proses Pretreatment : Air umpan (air laut) pada tahap pretreatment disesuaikan dengan membran dengan cara memisahkan padatan tersuspensi, menyesuaikan pH, dan menambahkan inhibitor untuk mengontrol scaling yang dapat disebabkan oleh senyawa tertentu, seperti kalsium sulfat. Kemudian Pressurization: Pompa akan meningkatkan tekanan dari umpan yang sudah melalui proses pretreatment hingga tekanan operasi yang sesuai dengan membran dan salinitas air umpan. Setelah itu Separation: Membran permeable akan menghalangi aliran garam terlarut, sementara membran akan memperbolehkan air produk terdesalinasi melewatinya. Efek permeabilitas membran ini akan menyebabkan terdapatnya dua aliran, yaitu aliran produk air bersih, dan aliran brine terkonsentrasi. Karena tidak ada membran yang sempurna pada proses pemisahan ini, sedikit garam dapat mengalir melewati membran dan tersisa

pada air produk. Proses terakhir stabilisation: Air produk hasil pemisahan dengan membran biasanya membutuhkan penyesuaian pH sebelum dialirkan ke sistem distribusi untuk dapat digunakan sebagai air minum..

IV.4 Pemilihan Reverse Osmosis untuk KMP Legundi

Untuk penggunaan SWRO ini banyak maker dari dalam maupun luar negeri. Kebutuhan pada kapal legundi adalah 60 ton/hari, maka pada pembahasan ini akan dilakukan beberapa pemilihan kapasitas untuk Reverse Osmosis yang sesuai untuk KMP.Legundi. Disini adalah beberapa maker untuk SWRO dengan berbagai kapasitasnya.

Pada desain Reverse Osmosis ini memerlukan pompa clarifier yang berfungsi untuk memompa air laut ke dalam tangki baku. Pada desain di KMP.Legundi ini untuk kapasitas pompa clarifier akan dibuat sama sehingga air baku yang masuk ke tangki air baku dibuat sama pada seluruh variasi kapasitas.

Pemilihan pompa clarifier pada sistem ini menggunakan centrifugal pump merk Honghai type CYZ. Pemilihan kapasitas pompa dipilih dari tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4. 1 pump capacity
(Sumber: honghai brochure)

Model	Capacity		Head m	NPSH m	Speed r/min	Axle-power kw	Suction and Discharge port mm	Motor	
	m ³ /h	L/min						Model	Power kw
25CYZ-27	3	50	27	3	2900	0.6	25	YB802-2	1.1
40CYZ-20	6.3	105	20	3.5	2900	0.88	40×32	YB802-2	1.1
40CYZ-40 (50CYZ-40)	10	167	40	3.5	2900	2.8	50×40 (50)	YB112M-2	4
50CYZ-12	15	250	12	3.5	2900	1.1	50	YB90S-2	1.5
50CYZ-20	18	300	20	3.5	2900	1.8	50	YB90L-2	2.2
50CYZ-35	14	233	35	3.5	2900	2.7	50	YB112M-2	4
50CYZ-50	12.5	208	50	3.5	2900	4.3	50	YB132S1-2	5.5
50CYZ-60	15	250	60	3.5	2900	6.3	50	YB132S2-2	7.5
50CYZ-75	20	333	75	3.5	2900	9.9	50	YB160M1-2	11
65CYZ-15	30	500	15	4	2900	1.92	65	YB100L-2	3
65CYZ-30	25	416	30	4	2900	3.2	65	YB112M-2	4
80CYZ-13	35	583	13	4	2900	1.9	80	YB100L-2	3
80CYZ-17	43	716	17	4	2900	3.1	80	YB112M-2	4
80CYZ-25	50	833	25	4	2900	5.2	80	YB132S2-2	7.5
80CYZ-40	25	416	40	4	2900	6.8	80	YB132S2-2	7.5
80CYZ-55	60	1000	55	4	2900	15.0	80	YB160L-2	18.5
80CYZ-70	60	1000	70	4	2900	20.1	80	YB180M-2	22
100CYZ-40	100	1667	40	4	2900	18.3	100	YB180M-2	22
100CYZ-40A	100	1667	40	4	1470	18.5	100	YB180L-4	22
100CYZ-65	100	1667	65	4	2900	27.7	100	YB200L1-2	30

Pada pemilihan kapasitas diatas dipilih pompa dengan kapasitas 10 m³/jam sehingga untuk memenuhi tangki baku hanya membutuhkan waktu 7 jam karena kapasitas untuk tangki baku adalah 70 m³. Pada gambar 4.7 berikut adalah gambar dari centrifugal pump yang digunakan.



Gambar 4. 7 clarifier pump
(Sumber: honghai brosure)

IV.4.1 Kysearo SWRO KYSW-40TPDW

Berikut ini adalah spesifikasi alat Reverse Osmosis dengan maker kysearo type kysw. Pada tabel 4.2 diberikan data detail dari type hingga kapasitas untuk produksi dari alat Reverse Osmosis.

Tabel 4. 2 RO System capacity

(Sumber: kysearo brosure)

TYPE	Membrane quality	Production (m3/d)	Desalination rate (100%)	Operating pressure (Mpa)	Size (mm)	Weight (kg)
KYWS - 14	4040x5	14	98	3,6-6,5	850x850x1650	450
KYWS - 21,3	8040x2	21,3	98		2000x1390x2500	850
KYWS - 31,9	8040x3	31,9	98		1500x3590x2500	900
KYWS - 42,6	8040x4	42,6	98			950
KYWS - 53,2	8040x5	53,2	98			1010

Berikut ini adalah spesifikasi alat Reverse Osmosis untuk daya listrik yang dibutuhkan. Pada tabel 4.3 ini berisi data lengkap untuk daya listrik yang dibutuhkan.

Tabel 4. 3 Electrical Parameter

(Sumber: kysearo brosure)

Power	High pressure pump	Booster pump	CIP Pump
13Kw/380v/50Hz	10 kw	1,1 kw	1 kw

a. Kapasitas 14 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas pertama kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 14 ton/hari yang diambil pada tabel 4.2. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 4 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 14 \text{ ton/hari} \times 4 &= 56 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 4 alat RO dengan kapasitas 14 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 13 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 13 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 412 kw jika menggunakan 4 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO, generator yang dihidupkan tetap 2 generator.



Gambar 4. 8 keysearo 40TPD
(Sumber : keysearo brosure)

b. Kapasitas 21,3 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 21,3 ton/hari yang diambil pada tabel 4.2. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 3 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 21,3 \text{ ton/hari} \times 3 &= 63,9 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 3 alat RO dengan kapasitas 63,9 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 13 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 13 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 399 kw jika menggunakan 3 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

c. Kapasitas 31,9 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 31,9 ton/hari yang diambil pada tabel 4.2. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 2 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 31,9 \text{ ton/hari} \times 2 &= 63,8 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 2 alat RO dengan kapasitas 31,9 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 13 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 13 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 386 kw jika menggunakan 2 alat RO. Dengan demikian maka generator masih cukup digunakan untuk 2 alat RO.

d. Kapasitas 42,6 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 42,6 ton/hari yang diambil pada tabel 4.2. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{array}{l} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} = \text{kapasitas total} \\ 42,6 \text{ ton/hari} \times 1 \qquad \qquad \qquad = 42,6 \text{ ton/hari} \end{array}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 42,6 ton/hari maka belum dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi. Dengan demikian maka harus mengisi air tawar dulu sebanyak 20 ton di pelabuhan.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 13 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 13 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 373 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

e. Kapasitas 53,2 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 53,2 ton/hari yang diambil pada tabel 4.2. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{array}{l} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} = \text{kapasitas total} \\ 53,2 \text{ ton/hari} \times 1 \qquad \qquad \qquad = 53,2 \text{ ton/hari} \end{array}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 53,2 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi. Dengan demikian maka harus mengisi air tawar dulu sebanyak 10 ton di pelabuhan.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 13 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 13 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 373 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan

demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

Pemilihan kapasitas peralatan Reverse Osmosis dengan type KYWS-40TPD berdasarkan jumlah alat, daya listrik, space tempat yang dibutuhkan dan kapasitas membrane perhari. Pada tabel 4.4 berikut akan di tampilkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan pertimbangan pemilihan dari alat reverse osmosis.

Tabel 4. 4 tabel pemilihan RO

Type	Kapasitas (ton/hari)	Kebutuhan daya listrik (kw)	Jumlah	Total kapasitas (ton/hari)	Total daya listrik (kw)	Berat alat (kg)
KYWS -14	14	13	4	64	52	4*450
KYWS -21,3	21,3	13	3	62,9	39	3*850
KYWS -31,9	31,9	13	2	63,8	26	2*900
KYWS -42,6	42,6	13	1	42,6	13	950
KYWS -53,2	53,2	13	1	53,2	13	1010

Pada pemilihan alat reverse osmosis tabel 4.4 dipilih alat reverse osmosis dengan kapasitas 31,9 ton/hari. Pertimbangan ini didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut :

- Kapasitas sesuai kebutuhan
- Berat alat RO dan kebutuhan ruang yang tidak terlalu besar
- Dengan jumlah 2 alat berkapasitas 31,9 ini dapat menunjang oprasional sehingga bisa menggunakan alat Reverse Osmosis ini secara bergantian
- Daya listrik yang dibutuhkan 26 kw sehingga load generator juga masih memenuhi

IV.4.2 Kysearo SWRO KYCT40

Type alat Reverse Osmosis ini berbeda dengan type alat Reverse Osmosis pada bab IV.4.2. type alat Reverse Osmosis KYCT40 ini didisain didalam kontainer. Pada dasarnya semua komponen yang digunakan sama namun komponen-komponen tersebut dipasang didalam container sehingga untuk penempatan pada saat diaplikasikan tidaklah rumit namun membutuhkan space yang cukup besar. Untuk besarnya container tergantung pada kapasitas Reverse Osmosis itu sendiri ada dua type yaitu yang berukuran 6 meter dan 12 meter. Alat Reverse Osmosis type ini dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 RO desain
(Sumber: kysearo brosure)

Sedangkan untuk spesifikasi alat Reverse Osmosis type ini dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6. spesifikasi untuk kapasitas type ini cukup besar dari 60 ton perhari sampai 150 ton perhari.

Tabel 4. 5 RO System capacity

(Sumber: kysearo brosure)

TYPE	Membrane quality	Production (m3/d)	Desalination rate (100%)	Operating pressure (Mpa)	Size (mm)
KYCT20-60	8040x6	60	98	3,6-6,5	5850x2350x2380
KYCT20-80	8040x8	80	98		
KYCT20-100	8040x10	100	98		
KYCT20-120	8040x12	120	98		
KYCT40-150	8040x14	150	98		11850x2350x2380

Berikut ini adalah spesifikasi alat Reverse Osmosis untuk daya listrik yang dibutuhkan. Pada tabel 4.6 ini berisi data lengkap untuk daya listrik yang dibutuhkan.

Tabel 4. 6 Electrical Parameter

(Sumber: kysearo brosure)

Power	High pressure pump	Booster pump	CIP Pump
22Kw/380v/50Hz	15 kw	3 kw	3 kw

a. Kapasitas 60 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas pertama kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 60 ton/hari yang diambil pada tabel 4.5. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 60 \text{ ton/hari} \times 1 &= 60 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 60 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 22 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 22 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 382 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

b. Kapasitas 80 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 80 ton/hari yang diambil pada tabel 4.5. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 80 \text{ ton/hari} \times 1 &= 80 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 80 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 22 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 22 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 382 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

c. Kapasitas 100 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 100 ton/hari yang diambil pada tabel 4.5. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 100 \text{ ton/hari} \times 1 &= 100 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 100 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 22 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 22 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 482 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

d. Kapasitas 120 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 120 ton/hari yang diambil pada tabel 4.5. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 120 \text{ ton/hari} \times 1 &= 120 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 120 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 22 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 22 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 482 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

e. Kapasitas 150 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 120 ton/hari yang diambil pada tabel 4.5. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 150 \text{ ton/hari} \times 1 &= 150 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 150 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 22 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 22 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 482 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

Pemilihan kapasitas peralatan Reverse Osmosis dengan type KYCT40 berdasarkan jumlah alat, daya listrik, space yang dibutuhkan dan kapasitas membrane perhari. Pada tabel 4.7 berikut akan di tampilkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan pertimbangan pemilihan dari alat reverse osmosis.

Tabel 4. 7 pemilihan RO

Type	Kapasitas (ton/hari)	Kebutuhan daya listrik (kw)	Jumlah	Total kapasitas (ton/hari)	Total daya listrik (kw)	Berat alat (kg)
KYCT20-60	60	22	1	60	2	-
KYCT20-80	80	22	1	80	2	-
KYCT20-100	100	22	1	100	2	-
KYCT20-120	120	22	1	120	2	-
KYCT40-150	150	22	1	150	2	-

Pada pemilihan alat reverse osmosis tabel diatas dipilih alat reverse osmosis dengan kapasitas 60 ton/hari. Pertimbangan ini didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut :

- Kapasitas sesuai kebutuhan
- kebutuhan ruang yang tidak terlalu besar
- Dengan jumlah 1 alat berkapasitas 60 ton/hari dapat menunjang oprasional sehingga bisa menggunakan alat Reverse Osmosis dan tidak terlalu besar dibandingkan kapasitas yang lain pada type ini.
- Daya listrik yang dibutuhkan 22 kw sehingga load generator juga masih memenuhi
- Bentuk alat RO yang diberi case container membuat mempermudah tempat peletakan sehingga lebih rapi.

IV.4.3 MAK-Water

Type alat Reverse Osmosis pada pembahasan ini adalah type alat Reverse Osmosis MAK SWRO ini didisain didalam kontainer. Pada dasarnya semua komponen yang digunakan sama namun komponen-komponen tersebut dipasang didalam container sehingga untuk penempatan pada saat diaplikasikan tidaklah rumit namun membutuhkan space yang cukup besar. Untuk besarnya container tergantung pada kapasitas Reverse Osmosis itu sendiri ada dua type yaitu yang berukuran 20 feet dan 40 feet.



Gambar 4. 10 RO desain

(Sumber: MAK SWRO brosure)

Sedangkan untuk spesifikasi alat Reverse Osmosis type ini dapat dilihat pada tabel 4.8 dan 4.9. spesifikasi untuk kapasitas type ini cukup besar dari 50 ton perhari sampai 250 ton perhari.

Tabel 4. 8 RO System capacity

(Sumber: MAK brosure)

TYPE	Membrane quality (mg/L)	Production (m ³ /d)	Operating pressure (kpa)	Size (container type)
SWRO - 50	TDS < 500	50	15	20 feet
SWRO - 100	TDS < 500	100	15	20 feet
SWRO - 150	TDS < 500	150	15	40 feet
SWRO - 200	TDS < 500	200	15	40 feet
SWRO - 250	TDS < 500	250	15	40 feet

Berikut ini adalah spesifikasi alat Reverse Osmosis untuk daya listrik yang dibutuhkan. Pada tabel 4.9 ini berisi data lengkap untuk daya listrik yang dibutuhkan.

Tabel 4. 9 Electrical Parameter

(Sumber: MAK brosure)

Power supply	Kapasitas RO (ton/hari)	Power consumption (kw)
3 phase/380v/50Hz	50	20
3 phase/380v/50Hz	100	25
3 phase/380v/50Hz	150	35,5
3 phase/380v/50Hz	200	52,5
3 phase/380v/50Hz	250	105

a. Kapasitas 50 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 50 ton/hari yang diambil pada tabel 4.8 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 50 \text{ ton/hari} \times 1 &= 50 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 50 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 20 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 20 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 480 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup. Karena yang digunakan adalah dengan kapasitas 50 ton/hari maka pada operasional pada tangki dibeli di pelabuhan sebanyak 10 ton untuk mencukupi kebutuhan air tawar KMP.Legundi sebanyak 60 ton/hari.

b. Kapasitas 100 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 100 ton/hari yang diambil pada tabel 4.8 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 100 \text{ ton/hari} \times 1 &= 100 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 100 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 25 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 20 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 485 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan

demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

c. Kapasitas 150 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 150 ton/hari yang diambil pada tabel 4.8 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 150 \text{ ton/hari} \times 1 &= 150 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 150 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 35,5 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 35,5 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 495,5 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

d. Kapasitas 200 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 200 ton/hari yang diambil pada tabel 4.8 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 200 \text{ ton/hari} \times 1 &= 200 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 200 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 52,5 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 52,5 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 412,5 kw jika menggunakan 1 alat RO.

Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

e. Kapasitas 250 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 250 ton/hari yang diambil pada tabel 4.8 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 250 \text{ ton/hari} \times 1 &= 250 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 250 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 105 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 105 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 465 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO maka harus dua generator yang hidup.

Pemilihan kapasitas peralatan Reverse Osmosis dengan type MAK SWRO berdasarkan jumlah alat, daya listrik, space yang dibutuhkan dan kapasitas membrane perhari. Pada tabel 4.10 berikut akan di tampilkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan pertimbangan pemilihan dari alat reverse osmosis.

Tabel 4. 10 tabel pemilihan RO

Type	Kapasitas (ton/hari)	Kebutuhan daya listrik (kw)	Jumlah	Total kapasitas (ton/hari)	Total daya listrik (kw)	Berat alat (kg)
SWRO – 50	50	20	1	50	20	
SWRO – 100	100	25	1	100	25	
SWRO – 150	150	25,5	1	150	25,5	
SWRO – 200	200	52,5	1	200	52,5	
SWRO – 250	250	105	1	250	105	

Pada pemilihan alat reverse osmosis tabel 4.10 dipilih alat reverse osmosis dengan kapasitas 50 ton/hari. Pertimbangan ini didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut :

- Kapasitas sesuai kebutuhan
- kebutuhan ruang yang tidak terlalu besar
- Dengan jumlah 1 alat berkapasitas 50 ton/hari dapat menunjang oprasional sehingga bisa menggunakan alat Reverse Osmosis dan tidak terlalu besar dibandingkan kapasitas yang lain pada type ini. Namun harus menambah sebesar 10 ton untuk memenuhi kebutuhan dari kapal yaitu 60 ton.
- Daya listrik yang dibutuhkan 20 kw sehingga load generator juga masih memenuhi
- Bentuk alat RO yang diberi case container membuat mempermudah tempat peletakan sehingga lebih rapi.

IV.4.4 Hitachi SWRO

Type alat Reverse Osmosis pada pembahasan ini adalah type alat Reverse Osmosis Hitachi SWRO ini didisain dengan sistem yang telah menjadi satu rangkaian. Sistem ini sama dengan yang lain yang membedakan hanya pakaging maker ini menggunakan case besi yang berbentuk persegi sehingga membuat rangkaian lebih rapih dan penempatannya bisa dilakukan dengan space yang tidak terlalu besar.



Gambar 4. 11 RO desain
(Sumber: Hitachi SWRO brosure)

Sedangkan untuk spesifikasi alat Reverse Osmosis type ini dapat dilihat pada tabel 4.11 dan 4.12. spesifikasi untuk kapasitas type ini dari 10 ton perhari sampai 75 ton perhari.

Tabel 4. 11 RO System capacity

(Sumber: Hitachi brosure)

TYPE	Production (m ³ /d)	Overall floor space (m ²)	Weight (kg)	Size (m)
SWRO – 10T	10	5	900	2,8 x 0,9 x 1,6
SWRO – 20T	20	6	1600	2,8 x 1 x 1,5
SWRO – 30T	30	9	2100	3,2 x 1,2 x 1,9
SWRO – 50T	50	10	2700	3,2 x 1,2 x 2
SWRO – 75T	75	15	3200	4 x 1,3 x 1,9

Berikut ini adalah spesifikasi alat Reverse Osmosis untuk daya listrik yang dibutuhkan. Pada tabel 4.12 ini berisi data lengkap untuk daya listrik yang dibutuhkan.

Tabel 4. 12 Electrical Parameter

(Sumber: Hitachi brosure)

Power supply	Kapasitas RO (ton/hari)	Power consumption (kw)
3 phase/380v/50Hz	10	4
3 phase/380v/50Hz	20	8
3 phase/380v/50Hz	30	12
3 phase/380v/50Hz	50	15
3 phase/380v/50Hz	75	18

a. Kapasitas 10 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas pertama kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 10 ton/hari yang diambil pada tabel 4.11. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 6 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 10 \text{ ton/hari} \times 6 &= 60 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 6 alat RO dengan kapasitas 10 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 4 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 4 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 386 kw jika menggunakan 6 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO, generator yang dihidupkan dua generator.

b. Kapasitas 20 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 20 ton/hari yang diambil pada tabel 4.11. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 3 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 20 \text{ ton/hari} \times 3 &= 60 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 3 alat RO dengan kapasitas 60 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 8 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 8 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 384 kw jika menggunakan 3 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

c. Kapasitas 30 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 30 ton/hari yang diambil pada tabel 4.11. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 2 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 30 \text{ ton/hari} \times 2 &= 60 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 2 alat RO dengan kapasitas 30 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 12 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 12 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 384 kw jika menggunakan 2 alat RO. Dengan demikian maka generator masih cukup digunakan untuk 2 alat RO.

d. Kapasitas 50 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 50 ton/hari yang diambil pada tabel 4.11 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 50 \text{ ton/hari} \times 1 &= 50 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 50 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 15 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 15 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 475 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

Karena yang digunakan adalah dengan kapasitas 50 ton/hari maka pada operasional pada tangki dibeli di pelabuhan sebanyak 10 ton untuk mencukupi kebutuhan air tawar KMP.Legundi sebanyak 60 ton/hari.

e. Kapasitas 75 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 75 ton/hari yang diambil pada tabel 4.11 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 75 \text{ ton/hari} \times 1 &= 75 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 75 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 18 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 18 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 478 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

Pemilihan kapasitas peralatan Reverse Osmosis dengan type Hitachi SWRO berdasarkan jumlah alat, daya listrik, space yang dibutuhkan dan kapasitas membrane perhari. Pada tabel berikut akan di tampilkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan pertimbangan pemilihan dari alat reverse osmosis.

Tabel 4. 13 tabel pemilihan RO

Type	Kapasitas (ton/hari)	Kebutuhan daya listrik (kw)	Jumlah	Total kapasitas (ton/hari)	Total daya listrik (kw)	Berat total alat (kg)
SWRO – 10T	10	4	6	60	24	6 x 900
SWRO – 20T	20	8	3	60	24	3 x 1600
SWRO – 30T	30	12	2	60	24	2 x 2100
SWRO – 50T	50	15	1	50	15	2700
SWRO – 75T	75	18	1	75	18	3200

Pada pemilihan alat reverse osmosis tabel 4.13 diatas dipilih alat reverse osmosis dengan kapasitas 30 ton/hari. Pertimbangan ini didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut :

- Kapasitas sesuai kebutuhan
- kebutuhan ruang yang tidak terlalu besar
- Dengan jumlah 2 alat berkapasitas 30 ton/hari dapat menunjang oprasional sehingga bisa menggunakan alat Reverse Osmosis dan tidak terlalu besar dibandingkan kapasitas yang lain pada type ini.
- Daya listrik yang dibutuhkan 24 kw sehingga load generator juga masih memenuhi
- Berat alat relatif ringan dibanding kapasitats yang lain

IV.4.5 Applied membranes INC SWRO

Type alat Reverse Osmosis pada pembahasan ini adalah type alat Reverse Osmosis Applied membranes INC SWRO ini didisain dengan sistem yang telah menjadi satu rangkaian. Sistem ini sama dengan yang lain yang membedakan hanya pakaging maker ini menggunakan flooring yang berbentuk persegi sehingga membuat rangkaian lebih rapih dan penempatannya bisa dilakukan dengan space yang tidak terlalu besar.



Gambar 4. 12 RO desain dari AMI SWRO
(Sumber: AMI SWRO brosure)

Sedangkan untuk spesifikasi alat Reverse Osmosis type ini dapat dilihat pada tabel 4.14 dan 4.15. spesifikasi untuk kapasitas type ini bervariasi dari 4,5 ton perhari sampai 74 ton perhari.

Tabel 4. 14 RO System capacity

(Sumber: AMI brosure)

TYPE	Production (m3/d)	Membrane element	Overall floor space (m2)	Weight (kg)	Size (LxDxH) (m)
K – 208D	22	20	5	1200	3,9 x 1,1 x 1,9
K – 288D	31	28	8	1488	4,9 x 1,5 x 1,9
K – 488D	51	48	10	2567	7,3 x 1,5 x 1,9
K – 608F	63	60	custom	3945	custom
K – 688F	68	66	custom	4675	custom

Berikut ini adalah spesifikasi alat Reverse Osmosis untuk daya listrik yang dibutuhkan. Pada tabel 4.9 ini berisi data lengkap untuk daya listrik yang dibutuhkan.

Tabel 4. 15 Electrical Parameter

(Sumber: AMI brosure)

Power supply	Kapasitas RO (ton/hari)	Power consumption (kw)
3 phase/380v/50Hz	22	8
3 phase/380v/50Hz	31	12
3 phase/380v/50Hz	51	20
3 phase/380v/50Hz	63	24
3 phase/380v/50Hz	68	26

a. Kapasitas 20 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 20 ton/hari yang diambil pada tabel 4.14. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 3 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 20 \text{ ton/hari} \times 3 &= 60 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 3 alat RO dengan kapasitas 60 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 8 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 8 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 384 kw jika menggunakan 3 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

b. Kapasitas 31 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 30 ton/hari yang diambil pada tabel 4.14. maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 2 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO x jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 31 \text{ ton/hari} \times 2 &= 62 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 2 alat RO dengan kapasitas 31 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 10 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 12 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 384 kw jika menggunakan 2 alat RO. Dengan demikian maka generator masih cukup digunakan untuk 2 alat RO.

c. Kapasitas 51 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 50 ton/hari yang diambil pada tabel 4.14 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 51 \text{ ton/hari} \times 1 &= 51 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 51 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 12 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 20 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 380 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

Karena yang digunakan adalah dengan kapasitas 50 ton/hari maka pada operasional pada tangki dibeli di pelabuhan sebanyak 10 ton untuk mencukupi kebutuhan air tawar KMP.Legundi sebanyak 60 ton/hari.

d. Kapasitas 63 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 63 ton/hari yang diambil pada tabel 4.14 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 63 \text{ ton/hari} \times 1 &= 63 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 63 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 15 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 24 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 484 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan

demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

e. Kapasitas 68 ton/hari

Untuk pemilihan kapasitas kita menggunakan alat Reverse Osmosis dengan kapasitas 68 ton/hari yang diambil pada tabel 4.14 maka dengan kapasitas seperti itu maka dibutuhkan 1 alat reverse osmosis untuk mencukupi pada kebutuhan kapal legundi. Berikut adalah perhitungan dari kapasitas alat Reverse Osmosis.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas RO} \times \text{jumlah alat RO} &= \text{kapasitas total} \\ 68 \text{ ton/hari} \times 1 &= 68 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Sehingga jika dipasang 1 alat RO dengan kapasitas 68 ton/hari maka dapat mencukupi kebutuhan air tawar untuk rute KMP.Legundi.

Untuk kapasitas listrik yang digunakan adalah 18 kw. KMP.Legundi ini menggunakan 4 generator dengan kapasitas 438 Kw. Pada saat berlayar load generator adalah 360 kw sehingga hanya dua generator yang digunakan. Sehingga untuk kapasitas satu alat RO yang digunakan 26 kw, maka load generator akan bertambah menjadi 486 kw jika menggunakan 1 alat RO. Dengan demikian maka saat menggunakan alat RO masih bisa menggunakan dua generator yang hidup.

Pemilihan kapasitas peralatan Reverse Osmosis dengan type AMI SWRO berdasarkan jumlah alat, daya listrik, space yang dibutuhkan dan kapasitas membrane perhari. Pada tabel berikut akan di tampilkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan pertimbangan pemilihan dari alat reverse osmosis.

Tabel 4. 16 Tabel pemilihan RO

Type	Kapasitas (ton/hari)	Kebutuhan daya listrik (kw)	Jumlah	Total kapasitas (ton/hari)	Total daya listrik (kw)	Berat total alat (kg)
K – 208D	22	8	3	66	24	3 x 1200
K – 288D	31	12	2	62	24	2 x 1488
K – 488D	51	20	1	51	20	2567
K – 608F	63	24	1	63	24	3945
K – 688F	68	26	1	68	26	4675

Pada pemilihan alat reverse osmosis tabel 4.16 diatas dipilih alat reverse osmosis dengan kapasitas 63 ton/hari. Pertimbangan ini didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut :

- Kapasitas sesuai kebutuhan
- kebutuhan ruang yang tidak terlalu besar
- Dengan jumlah 1 alat berkapasitas 63 ton/hari dapat menunjang oprasional sehingga bisa menggunakan alat Reverse Osmosis dan tidak terlalu besar dibandingkan kapasitas yang lain pada type ini.
- Daya listrik yang dibutuhkan 24 kw sehingga load generator juga masih memenuhi
- Kebutuhan daya listrik tersebut juga relatif kecil dibanding yang lain

IV.4.6 Pemilihan akhir Alat Reverse Osmosis

Pada pemilihan tiap maker SWRO dipilih beberapa kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan kapal KMP.Legundi. Pada tabel 4.17 ini adalah alat Reverse Osmosis yang telah dipilih dari beberapa maker yang telah di hitung. Perhitungan berdasarkan kapasitas produksi perhari, daya kebutuhan listrik dan space tempat yang dibutuhkan.

Tabel 4. 17 Tabel pemilihan RO akhir

Type	Kapasitas (ton/hari)	Kebutuhan listrik (kw)	Jumlah	Kapasitas total (ton/hari)	Kebutuhan listrik total (kw)	Berat (kg)	Space (PxLxT) mm
KYWS -31,9	31,9	13	2	63,8	26	2 x 900	3590x1500x2500
KYCT2 0-60	60	22	1	60	22	-	5850x2350x2380
SWRO - 50	50	20	1	50	20	-	20 feet (container type)
SWRO - 30T	30	12	2	60	24	2 x 2100	4200x1200x1900
K - 608F	63	24	1	63	24	3945	8000x2500x2000

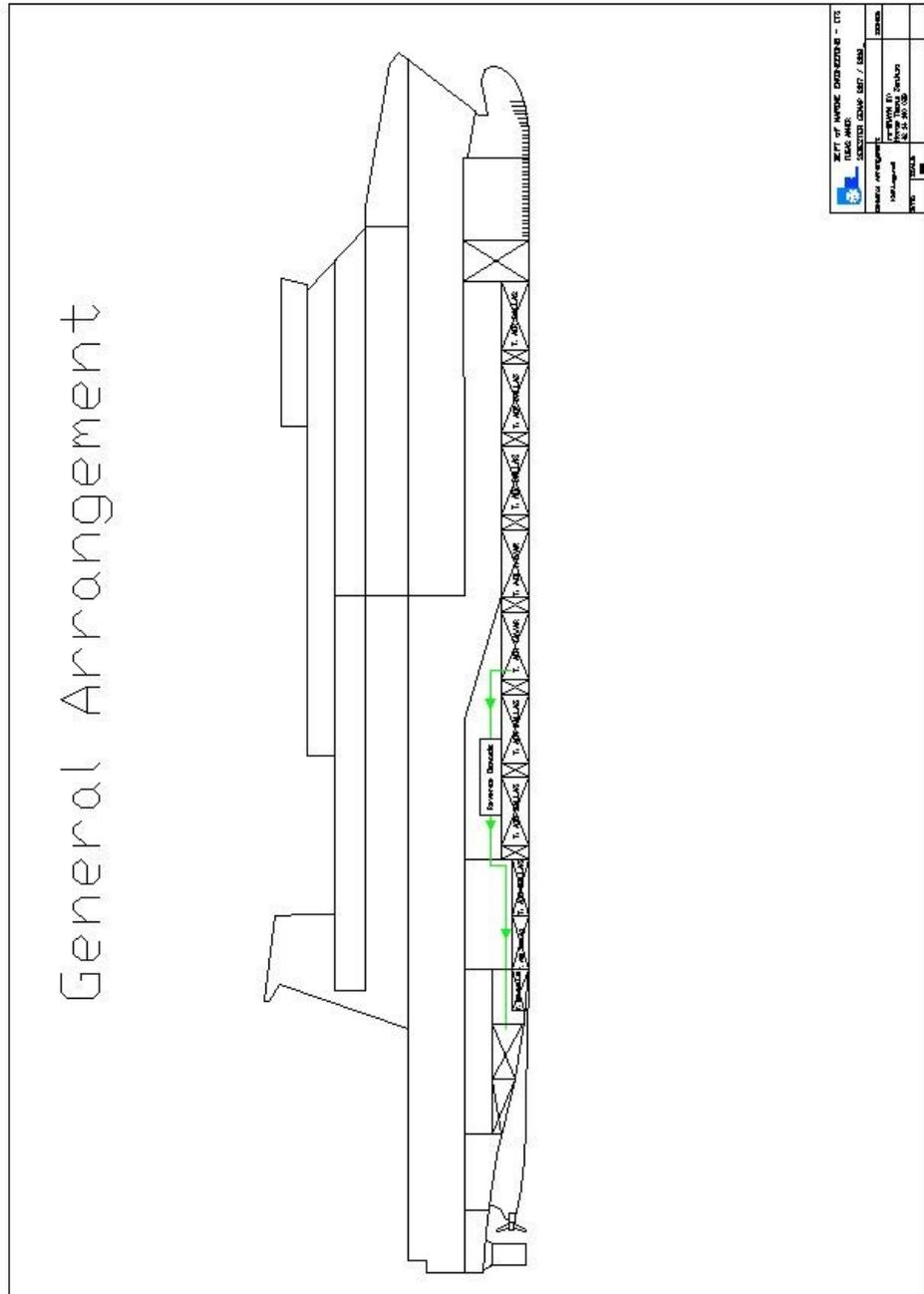
Pada pemilihan alat reverse osmosis tabel diatas dipilih alat reverse osmosis dengan kapasitas 63 ton/hari. Pertimbangan ini didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut :

- Kapasitas sesuai kebutuhan
- kebutuhan ruang bisa disesuaikan dengan kebutuhan karena pada spek bisa custom
- Dengan jumlah 1 alat berkapasitas 63 ton/hari dapat menunjang oprasional sehingga bisa menggunakan alat Reverse Osmosis dan tidak terlalu besar dibandingkan kapasitas yang lain pada type ini.
- Daya listrik yang dibutuhkan 24 kw sehingga load generator juga masih memenuhi
- Berat alat juga lebih ringan dibanding dengan maker lain pada kapasitas yang sama



Gambar 4. 13 K-Series Type AMI RO

Type K-608F ini memiliki spesifikasi 63 m³/day dengan berat 3945 kg untuk besar alat reverse osmosis ini custom. Pada spek yang sesuai dengan KMP.Legundi ini maka besar alat yang di tentukan adalah panjang 8 meter, lebar 2,5 meter dan tinggi 2 meter. Besar ini juga disesuaikan dengan kapasitas yang ditentukan maker juga. Untuk perawatan pada membrane reverse osmosis ini, filter yang diletakkan setelah tangki baku harus di cek tiap bulan sehingga terjaga untuk sistem dan tidak terjadi penyumbatan.



Gambar 4. 15 Layout tampak samping pada KMP.Legundi
(Sumber: PT.ASDP-Redrawing)

IV.6 Analisa Ekonomi

Pada skripsi ini untuk sistem Reverse Osmosis yang dirancang akan dianalisa dari segi ekonomis yang meliputi biaya investasi, biaya operasional dan maintenance. Analisa ekonomi ini bertujuan untuk mengetahui biaya dari modifikasi dari sistem air tawar dai konvensional menjadi dengan sistem air tawar menggunakan alat reverse osmosis. Skenario ini menggunakan data dari operasional kapal KMP.Legundi dan beberapa maker reverse osmosis. Berdasarkan bab IV.4.6 pertimbangan teknis untuk pemilihan alat maka dipilih alat reverse osmosis dengan type AMI K – 608F memiliki kapasitas 63 ton/hari dengan jumlah 1 unit.

Pada analisa ekonomi ini akan dihitung dan dibandingkan untuk pemakaian 1 unit alat dengan kapasitas 63 ton/hari dan pemakaian 2 unit alat dengan kapasitas 31 ton/hari dengan maker yang sama. Dengan demikian akan didapat pemilihan alat yang efisien dalam segi ekonomi.

IV.6.1 Biaya menggunakan 1 alat Reverse Osmosis

Perhitungan menggunakan 1 alat Reverse Osmosis dengan maker Applied membranes INC dengan type AMI K-608F dengan kapasitas 63ton/hari.

IV.6.1.1 Biaya Investasi

Perhitungan biaya investasi sistem freshwater dengan metode reverse osmosis ini meliputi beberapa biaya komponen utama, perlengkapan dan accesoris. Pada kapal KMP Legundi ini di rancang dengan sistem freshwater reverse osmosis, maka komponen-komponen untuk membangun suatu sistem ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 18 Biaya total investasi

No	Komponen	Unit	Harga/unit	Harga
1	SWRO set	1	Rp.1.400.000.000	Rp.1.400.000.000
2	Instalasi pipa dan fitting	1	Rp. 4.000.000	Rp. 4.000.000
3	Pompa clarifier	1	Rp. 14.000.000	Rp. 14.000.000
4	Tangki baku	2	Rp. -	Rp. -
5	Tangki product	1	Rp. -	Rp. -
6	Instalasi kelistrikan	1	Rp. 2.000.0000	Rp. 2.000.000
Total				Rp. 1.420.000.000

Biaya investasi ini merupakan biaya alat serta serta sudah termasuk biaya pemasangan alat sebesar 10 %.

IV.6.1.2 Biaya Operasional

a. Menggunakan Reverse Osmosis

Perhitungan operasional menggunakan reverse osmosis ini adalah bahan bakar yang digunakan untuk menghidupkan alat RO dan pompa. Selain itu juga terdapat bahan-bahan kimia yang harus diganti tiap tahunnya. Dan yang terpenting adalah membrane Reverse Osmosis yang harus dilakukan pergantian 3 tahun sekali menurut maker. Sehingga biaya-biaya tersebut dimasukkan pada biaya operasional. Untuk operasional bahan kimia dan operasional perawatan serta electrical power adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 19 Biaya operasional

Sumber : AMI RO Product

No	Komponen	Quantity	Per meter cubic (US dollar)	Total (US dollar)
1	Electrik power per10 kwh	1 x 24 kw	0,33 / Rp. 4620	0,66 / Rp. 9240
2	Membrane (3 tahun)	1	0,05 /Rp. 700	0,05 /Rp. 700
3	Chemicals	1	0,05/Rp. 700	0,05/Rp. 700
4	Misc.	1	0,03/ Rp. 420	0,03/ Rp. 420
	Total			Rp. 11.060

Sehingga untuk setiap 60 ton maka biaya operasionalnya adalah Rp.663.600.-

b. Tanpa menggunakan Reverse Osmosis

Biaya operasional tanpa menggunakan reverse osmosis maka itu adalah biaya pembelian air di pelabuhan. Berikut adalah total biaya tiap trip per bulan untuk air tawar. Karena kapal berlayar PP dai surabaya lombok dan harga air tawar di dua tempat tersebut berbeda maka perhitungannya sebagai berikut,

Tabel 4. 20 Biaya operasional harga air di surabaya

Trip dari surabaya	Kebutuhan (ton)	Harga per ton	Total
Selasa 1	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 1	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Selasa 2	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 2	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Selasa 3	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 3	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Selasa 4	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 4	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Total biaya perbulan			Rp. 12.000.000

Tabel 4. 21 Biaya operasional harga air di lombok

Trip dari lombok	Kebutuhan (ton)	Harga per ton	Total
Senin 1	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 1	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Senin 2	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 2	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Senin 3	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 3	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Senin 4	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 4	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Total biaya			Rp. 24.000.000

Sehingga biaya operasional tiap bulan tanpa menggunakan reverse osmosis adalah Rp.36.000.000.

IV.6.1.3 Biaya Maintenance

Selama reverse osmosis di operasikan maka terdapat biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk menjaga kinerja dan hasil produk dari alat reverse osmosis tersebut, yaitu penggantian komponen secara berkala. Biaya maintenance tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Biaya Maintenance

No	Komponen	Jumlah	Harga	Total	Total perbulan
1	Membrane per 3 tahun	1	Rp. 40.000.000	Rp. 40.000.000	Rp. 1.110.000
2	Filter per 1 tahun	2	Rp. 2.100.000	Rp. 4.200.000	Rp. 350.000
3	Total perbulan				Rp. 1.460.000

Sehingga untuk biaya maintenance penggantian alat rata-rata perbulan adalah Rp. 1.460.000.

IV.6.1.4 Analisa Penghematan Biaya

Analisa penghematan biaya dapat dihitung dari menghitung dari perbandingan biaya investasi dan operasional penggunaan alat yang dibandingkan dengan tidak memakai alat pada tabel berikut :

Tabel 4. 23 Biaya penghematan trip dari lombok

Trip dari surabaya	Biaya tanpa RO	Biaya dengan RO	Selisih biaya
Selasa 1	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Sabtu 1	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Selasa 2	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Sabtu 2	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Selasa 3	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Sabtu 3	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Selasa 4	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Sabtu 4	Rp. 1.500.000	Rp. 663.600	Rp. 836.400
Total penghematan perbulan			Rp.6.691.200

Tabel 4. 24 Biaya penghematan trip dari lombok

Trip dari lombok	Biaya tanpa RO	Biaya dengan RO	Total
Senin 1	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Kamis 1	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Senin 2	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Kamis 2	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Senin 3	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Kamis 3	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Senin 4	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Kamis 4	Rp. 3.000.000	Rp. 663.600	Rp. 2.336.400
Total penghematan perbulan			Rp. 18.691.200

Total penghematan biaya perbulan adalah selisih dari biaya menggunakan konvensional dan menggunakan sistem Reverse Osmosis. Jumlah penghematan biayanya adalah :

$$\text{Rp.6.691.200} + \text{Rp.18.691.200} = \text{Rp.25.382.400 per bulan.}$$

Jumlah tersebut dikurangi lagi dengan biaya penggantian alat yang di estimasikan sebulan. Sehingga menjadi :

$$\begin{array}{rcl} \text{Total penghematan - biaya penggantian alat} & = & \text{total penghematan perbulan} \\ \text{Rp.25.382.400} & - & \text{Rp.1.460.000} \\ & & = \mathbf{\text{Rp. 23.922.000}} \end{array}$$

Maka lama pengembalian modal adalah jumlah modal dibagi dengan jumlah penghematan perbulan. Maka lama pengembalian modalnya adalah selama 60 bulan atau selama 5 tahun dari saat operasional awal.

IV.1.5 Penyusutan Biaya Investasi Alat

Biaya penyusutan ini dihitung untuk mengetahui harga alat Reverse Osmosis setelah beberapa tahun pemakaian. Perhitungan biaya ini hanya dihitung untuk unit RO saja sehingga untuk perpipaan dan komponenn tambahan yang lainnya tidak dihitung. Penyusutan harga ini di dasari oleh inflasi ekonomi di Indonesia. Inflasi di Indonesia pada 10 tahun terakhir menurut Bank Indonesia berada pada tingkat 3% - 7%. Dengan demikian di estimasikan bahwa penyusutan harga alat RO sebesar 7 % tiap tahunnya. Dan perhitungan penyusutan ini dihitung juga dari lifetime alat RO. Untuk life time alat dibuat 10 tahun.

Tabel 4. 25 Tabel penyusutan biaya alat RO 63 ton

Tahun ke-	Biaya Investasi Alat (Rp)	Presentase penurunan pertahun (%)	Penurunan harga alat (Rp)	Biaya Akhir Alat (Rp)
0	1.420.000.000	7		
1	-	7	99.400.000	1.320.600.000
2	-	7	92.442.000	1.228.158.000
3	-	7	85.971.060	1.142.186.940
4	-	7	79.953.086	1.062.233.854
5	-	7	74.356.370	987.877.484
6	-	7	69.151.424	918.726.060
7	-	7	64.310.824	854.415.236
8	-	7	59.809.067	794.606.170
9	-	7	55.622.432	738.983.738
10	-	7	51.728.862	687.254.876

Sehingga untuk harga alat RO pada tahun ke-10 adalah sebesar Rp.687.254.876.

IV.6.2 Biaya menggunakan 2 alat Reverse Osmosis

Perhitungan menggunakan 2 alat Reverse Osmosis dengan maker Applied membranes INC dengan type AMI K-288F dengan kapasitas 31 ton/hari.

IV.6.2.1 Biaya Investasi

Perhitungan biaya investasi sistem freshwater dengan metode reverse osmosis ini meliputi beberapa biaya komponen utama, perlengkapan dan

acesoris. Pada kapal KMP Legundi ini di rancang dengan sistem freshwater reverse osmosis, maka komponen-komponen untuk membangun suatu sistem ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 26. Biaya Total investasi 2 alat

No	Komponen	Unit	Harga/unit	Harga
1	SWRO set	2	Rp.870.800.000	Rp.1.741.600.000
2	Instalasi pipa dan fitting set	2	Rp. 4.000.000	Rp. 8.000.000
3	Pompa clarifier	1	Rp. 14.000.000	Rp. 14.000.000
4	Tangki baku	2	Rp. -	Rp. -
5	Tangki product	1	Rp. -	Rp. -
6	Instalasi kelistrikan	2	Rp. 2.000.000	Rp. 4.000.000
Total				Rp. 1.767.600.000

Biaya investasi ini merupakan biaya alat serta biaya pemasangan alat sebesar 10 %. Biaya ini

IV.6.2.2 Biaya Operasional

a. Menggunakan Reverse Osmosis

Perhitungan operasional menggunakan reverse osmosis ini adalah bahan bakar yang digunakan untuk menghidupkan alat RO dan pompa. Selain itu juga terdapat bahan-bahan kimia yang harus diganti tiap tahunnya. Dan yang terpenting adalah membrane Reverse Osmosis yang harus dilakukan pergantian 3 tahun sekali menurut maker. Sehingga biaya-biaya tersebut dimasukkan pada biaya operasional. Untuk operasional bahan kimia dan operasional perawatan serta electrical power adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 27 Biaya Operasional menggunakan 2 Alat

Sumber : AMI RO Produk

No	Komponen	Quantity	Per meter cubic (us dollar)	Total
1	Elektrik power per10 kwh	2 x 12 kw	0,33 / Rp. 4620	0,66/Rp. 9240
2	Membrane (3 tahun)	2	0,05 /Rp. 700	0,1/Rp. 1400
3	Chemicals	2	0,05/Rp. 700	0,1/Rp. 1400
4	Misc.	2	0,03/ Rp. 420	0,06/ Rp. 960
Total				Rp. 13.000

Sehingga untuk setiap 60 ton maka biaya operasionalnya adalah Rp.780.000.-

b. Tanpa menggunakan Reverse Osmosis

Biaya operasional tanpa menggunakan reverse osmosis maka itu adalah biaya pembelian air di pelabuhan. Berikut adalah total biaya tiap trip per bulan untuk air tawar.

Tabel 4. 28 biaya operasional harga air di surabaya

Trip dari surabaya	Kebutuhan (ton)	Harga per ton	Total
Selasa 1	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 1	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Selasa 2	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 2	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Selasa 3	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 3	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Selasa 4	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Sabtu 4	60	Rp.25.000	Rp. 1.500.000
Total biaya			Rp. 12.000.000

Tabel 4. 29 biaya operasional harga air di lombok

Trip dari lombok	Kebutuhan (ton)	Harga per ton	Total
Senin 1	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 1	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Senin 2	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 2	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Senin 3	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 3	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Senin 4	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Kamis 4	60	Rp.50.000	Rp. 3.000.000
Total biaya			Rp. 24.000.000

Sehingga biaya operasional tiap bulan tanpa menggunakan reverse osmosis adalah Rp.36.000.000.

IV.6.2.3 Biaya Maintenance

Selama reverse osmosis di operasikan maka terdapat biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk menjaga kinerja dan hasil produk dari alat reverse osmosis tersebut, yaitu penggantian komponen secara berkala. Biaya maintenance tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 30 Biaya maintenance

No	Komponen	Jumlah	Harga	Total	Total perbulan
1	Membrane per 3 tahun	2	Rp. 40.000.000	Rp. 80.000.000	Rp. 2.220.000
2	Filter per 1 tahun	4	Rp. 2.100.000	Rp. 8.400.000	Rp. 700.000
3	Total				Rp. 2.920.000

Sehingga untuk biaya maintenance penggantian alat rata-rata perbulan adalah Rp. 2.920.000.

IV.6.2.4 Analisa Penghematan Biaya

Analisa penghematan biaya dapat dihitung dari menghitung dari perbandingan biaya investasi dan operasional penggunaan alat yang dibandingkan dengan tidak memakai alat pada tabel berikut :

Tabel 4. 31 Biaya penghematan trip dari Surabaya

Trip dari surabaya	Biaya tanpa RO	Biaya dengan RO	Selisih biaya
Selasa 1	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Sabtu 1	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Selasa 2	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Sabtu 2	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Selasa 3	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Sabtu 3	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Selasa 4	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Sabtu 4	Rp. 1.500.000	Rp. 780.000	Rp. 720.000
Total biaya			Rp.5.760.000

Tabel 4. 32 Biaya penghematan trip dari lombok

Trip dari lombok	Biaya tanpa RO	Biaya dengan RO	Total
Senin 1	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Kamis 1	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Senin 2	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Kamis 2	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Senin 3	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Kamis 3	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Senin 4	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Kamis 4	Rp. 3.000.000	Rp. 780.000	Rp. 2.220.000
Total biaya			Rp. 17.760.000

Total penghematan biaya perbulan adalah selisih dari biaya menggunakan konvensional dan menggunakan sistem Reverse Osmosis. Jumlah penghematan biayanya adalah :

$$\text{Rp.5.760.000} + \text{Rp.17.760.000} = \text{Rp.23.520.000 per bulan.}$$

Jumlah tersebut dikurangi lagi dengan biaya penggantian alat yang di estimasikan sebulan. Sehingga menjadi :

$$\begin{array}{rcl} \text{Total penghematan - biaya penggantian alat} & = & \text{total penghematan perbulan} \\ \text{Rp.23.520.000} & - & \text{Rp.2.920.000} & = & \text{Rp. 20.600.000} \end{array}$$

Maka lama pengembalian modal adalah jumlah modal dibagi dengan jumlah penghematan perbulan. Maka lama pengembalian modalnya adalah selama 85 bulan atau selama 7 tahun dari saat operasional awal.

IV.2.5 Penyusutan Biaya Investasi Alat

Biaya penyusutan ini dihitung untuk mengetahui harga alat Reverse Osmosis setelah beberapa tahun pemakaian. Perhitungan biaya ini hanya dihitung untuk unit RO saja sehingga untuk perpipaan dan komponenn tambahan yang lainnya tidak dihitung. Penyusutan harga ini di dasari oleh inflasi ekonomi di Indonesia. Inflasi di Indonesia pada 10 tahun terakhir menurut Bank Indonesia berada pada tingkat 3% - 7%. Dengan demikian di estimasikan bahwa penyusutan harga alat RO sebesar 7 % tiap tahunnya. Dan perhitungan penyusutan ini dihitung juga dari lifetime alat RO. Untuk life time alat dibuat 10 tahun.

Tabel 4. 33 Tabel penyusutan biaya alat RO 31 ton

Tahun ke-	Biaya Investasi Alat (Rp)	Presentase penurunan pertahun (%)	Penurunan harga alat (Rp)	Biaya Akhir Alat (Rp)
0	870.800.000	7		
1	-	7	60.956.000	809.844.000
2	-	7	56.689.080	753.154.920
3	-	7	52.720.844	700.434.076
4	-	7	49.030.385	651.403.690
5	-	7	45.598.258	605.805.432
6	-	7	42.406.380	563.399.052
7	-	7	39.437.934	523.961.118
8	-	7	36.677.278	487.283.840
9	-	7	34.109.869	453.173.971
10	-	7	31.722.178	421.451.793

Sehingga untuk harga alat RO pada tahun ke-10 adalah sebesar Rp. 421.451.793.

Dengan demikian maka dari segi ekonomi lebih menguntungkan jika memakai 1 alat reverse osmosis dibanding dengan menggunakan 2 alat reverse osmosis. Pada perhitungan sebelumnya didapatkan jika menggunakan 1 alat maka pengembalian modal investasi dapat di kembalikan dalam waktu 5 tahun sedangkan untuk 2 alat membutuhkan waktu 7 tahun untuk pengembalian modal. Maka dari itu dipilih menggunakan 1 alat RO.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan, desain dan analisa serta perhitungan nilai ekonomi sistem yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan dalam skripsi ini.

- 1) Pemilihan alat reverse osmosis pada kapal ro-ro ferry 5000 DWT dipilih dengan kapasitas 63 ton/hari dengan jumlah 1 alat. Daya listrik yang dibutuhkan untuk sistem Reverse Osmosis ini adalah 24 KW dengan berat alat sebesar 3945 kg dan memiliki space sebesar 8000 mm x 2500 mm x 2000 mm. Dengan pemilihan alat Reverse Osmosis tersebut dibutuhkan biaya investasi sebesar Rp. 1.420.000.000. Dengan alat RO tersebut dapat menghemat biaya operasional sebulan sebesar Rp.23.922.000 atau jika dipresentase sebesar 66%, ini sudah termasuk dikurangi biaya maintenance alat. Kekurangan sistem air tawar dengan sistem reverse osmosis yaitu instalasi lebih kompleks karena penambahan instalasi pipa serta beberapa komponen yang harus dipasang dan diletakkan supaya alat bekerja dengan efektif. Selain itu proses menjadi panjang karena air umpan harus diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran dari air laut serta daya yang diperlukan untuk operasional dipenuhi oleh sistem kelistrikan tersendiri.
- 2) Desain sistem freshwater dengan metode Reverse Osmosis ini telah di desain pada key plan dan peletakan komponen-komponen tambahan yang didesain pada lower deck yang telah terlampir. Dari penambahan sistem ini membuat kapal lebih efektif dalam pembawaan air tawar selain itu juga dapat memanfaatkan teknologi lebih maju dan tidak bergantung pada kondisi alam untuk mendapatkan suplai air bersih.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil analisis dan kesimpulan yang didapat maka ada beberapa hal yang memerlukan upaya dalam rangka mendapatkan hasil yang maksimal dan efisien, oleh karena itu memerlukan saran-saran mendukung untuk menciptakan hasil yang maksimal dan akurat bagi tugas akhir mendatang. Adapun saran untuk tugas akhir ini diantaranya :

- 1) Untuk mendapatkan data operasional yang akurat maka harus ikut dalam operasi kapal minimal sebulan untuk mengetahui kendala dan keadaan langsung pada saat kapal beroperasi sehingga data akurat.
- 2) Untuk pemilihan maker Reverse Osmosis direkomendasikan untuk mencari maker yang punya cabang di indonesia untuk kemudahan mencari data seputar alat Reverse Osmosis.
- 3) Analisis ekonomi masih berupa estimasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "beritagar," 2012. [Online]. Available: <https://beritagar.id/artikel/berita>. [Diakses January 2018].
- [2] g. suhardjito, tentang rencana umum, Surabaya: archimedia, 2006.
- [3] d. n. ahmad, "ANALISIS TEKNO EKONOMI PERENCANAAN PANEL SURYA," ITS, Surabaya, 2017.
- [4] suryadi, "Analisa Teknis Ekonomis Perencanaan Sistem Reverse Osmosis Untuk Kebutuhan," ITS, Surabaya, 2011.
- [5] a. nugroho, "uraian umum tentang teknologi desalinasi," *jurnal pengembangan energi nuklir*, vol. 6, p. 65, 2004.
- [6] Lanxess, principle of reverse osmosis membrane separation, Deutschland, 2013.
- [7] A. J. L. Annala, "Co-production of frugal innovation: case of low cost reverse osmosis water filters in India," 2018.
- [8] h. R. Maria Dolores Victor Ortega, "Double filtration as an effective system for removal of arsenate and arsenite from drinking water," 2017.
- [9] I. n. w. Linda A. Yoshi, "Sistem Desalinasi Membran Reverse Osmosis (RO) untuk Penyediaan air bersih," 2016.
- [10] R. W. ., A. A. ., S. M. Z. ., S. D. Amy M. Bilton, "On the feasibility of community-scale photovoltaic powered reverse osmosis desalination systems for remote locations," 2011.
- [11] Z. g. M. q. a. Z. h. LIU Feini, "treatment, Performance of nanofiltration and reverse osmosis membranes in metal effluent," 2008.
- [12] N. I. Said, "Aplikasi teknologi Osmosis balik Untuk Memenuhi," 2003.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Model	Capacity		Head m	NPSH m	Speed r/min	Axle-power kw	Suction and Discharge port mm	Motor	
	m ³ /h	L/min						Model	Power kw
25CZ-27	3	50	27	3	2900	0.6	25	YB802-2	1.1
40CZ-20	6.3	105	20	3.5	2900	0.88	40×32	YB802-2	1.1
40CZ-40 (50CZ-40)	10	167	40	3.5	2900	2.8	50×40 (50)	YB112M-2	4
50CZ-12	15	250	12	3.5	2900	1.1	50	YB90S-2	1.5
50CZ-20	18	300	20	3.5	2900	1.8	50	YB90L-2	2.2
50CZ-35	14	233	35	3.5	2900	2.7	50	YB112M-2	4
50CZ-50	12.5	208	50	3.5	2900	4.3	50	YB132S1-2	5.5
50CZ-60	15	250	60	3.5	2900	6.3	50	YB132S2-2	7.5
50CZ-75	20	333	75	3.5	2900	9.9	50	YB160M1-2	11
65CZ-15	30	500	15	4	2900	1.92	65	YB100L-2	3
65CZ-30	25	416	30	4	2900	3.2	65	YB112M-2	4
80CZ-13	35	583	13	4	2900	1.9	80	YB100L-2	3
80CZ-17	43	716	17	4	2900	3.1	80	YB112M-2	4
80CZ-25	50	833	25	4	2900	5.2	80	YB132S2-2	7.5
80CZ-40	25	416	40	4	2900	6.8	80	YB132S2-2	7.5
80CZ-55	60	1000	55	4	2900	15.0	80	YB160L-2	18.5
80CZ-70	60	1000	70	4	2900	20.1	80	YB180M-2	22
100CZ-40	100	1667	40	4	2900	18.3	100	YB180M-2	22
100CZ-40A	100	1667	40	4	1470	18.5	100	YB180L-4	22
100CZ-65	100	1667	65	4	2900	27.7	100	YB200L1-2	30





[View larger image](#)







Add to Compare [Share](#)

CYZ self-priming water pump self priming sea water centrifugal pump

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

US \$200-8,000 / Piece | 1 Piece/Pieces (Min. Order)

Supply Ability: 1000 Piece/Pieces per Month
 Port: xingang,tianjin seaport or beijing airport

[Contact Supplier](#) [Start Order](#)

[Chat Now!](#)

Seller Support: **Trade Assurance** – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [e-Checking](#) [More](#)

Shipping: [Less than Container Load \(LCL\) Service to US](#) [Get shipping quote](#)

- Transparent and fair price
- 24/7 online support
- Online tracking

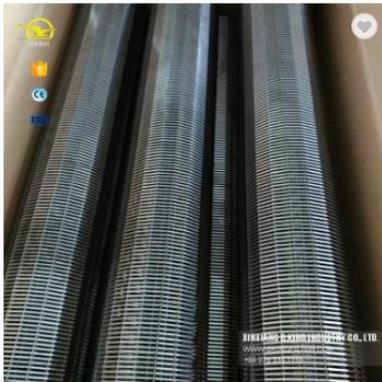
Operating Costs – Desalination

	Per Cubic Meter of Permeate (US \$)
Power at 10¢/KWH	\$ 0.33
Membrane (3 Year Life)	\$ 0.05
Chemicals	\$ 0.05
Misc.	\$ 0.03
Total	\$ 0.46/cubic meter

Not Included in the Cost:

- Intake Water
- Concentration Discharge
- Building Cost
- Amortization of Equipment
- Labor to Monitor & Maintain

The future of sea water desalination looks very good. The problem of a lack of potable water and increase in drought in many parts of the world in coastal areas can be solved by sea water desalination. Hundreds of seawater systems are producing drinking water or process water for municipalities, resorts, hotels, off-shore drills, ships, yachts and military use. The size of these systems varies from 100 gallons per day to millions of gallons per day.



[View larger image](#)







Stainless Steel 304 Continuous Slot Screen pipe filters

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

US \$55-155 / Piece | 1 Piece/Pieces Stainless Steel 304 Continuous Slot Screen (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Payment: [e-Checking](#) [More](#)

Shipping: [Less than Container Load \(LCL\) Service to US](#) [Get shipping quote](#)

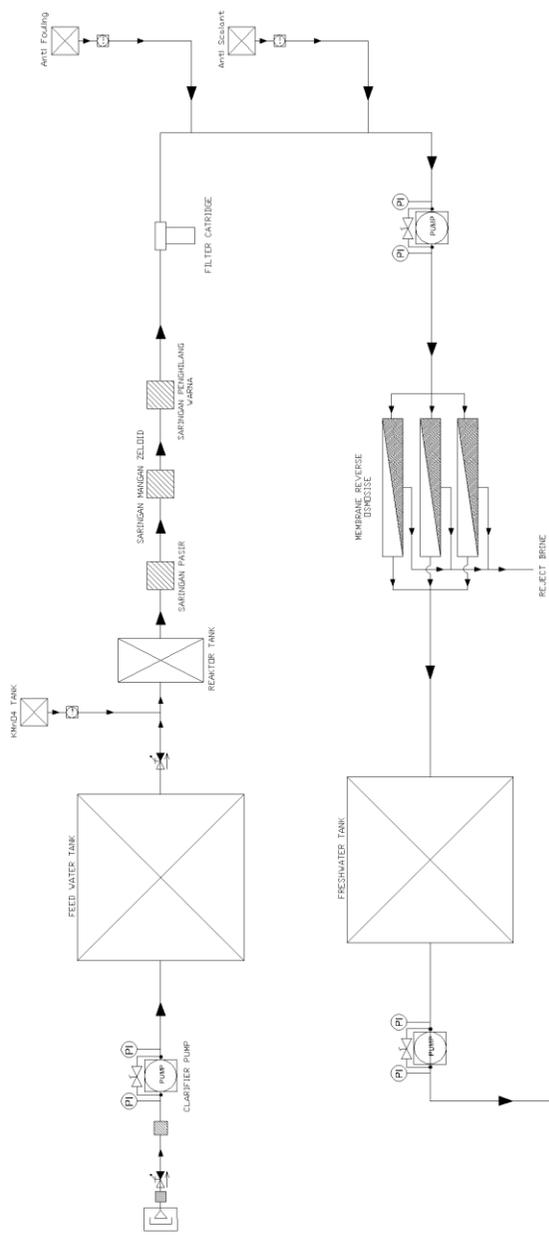
- Transparent and fair price
- 24/7 online support
- Online tracking

**KYSEARO****Series of Small
Medium Desalination Equipments**

Model	Membrane (model*qty)	Production (m ³ /d)	Desalination Rate(%)	Operating Pressure (Mpa)	Size (mm)	Weight (KG)	
KYSW-2.4	2540×2	2.4	98	3.6-6.5	750×750×1550	200	
KYSW-3.6	2540×3	3.6	98			220	
KYSW-4.8	2540×4	4.8	98			240	
KYSW-5.6	4040×2	5.6	98		850×850×1650	360	
KYSW-6.0	2540×5	6.0	98			380	
KYSW-8.4	4040×3	8.4	98			390	
KYSW-11.2	4040×4	11.2	98			420	
KYSW-14.0	4040×5	14.0	98			450	
KYSW-21.3	8040×2	21.3	98		2000×1390×2500	850	
KYSW-31.9	8040×3	31.9	98		1500×3590×2500	900	
KYSW-42.6	8040×4	42.6	98			950	
KYSW-53.2	8040×5	53.2	98				1010



REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
Volume SDB (M ³ /HRS)	
Kapasitas RO	
Volume Feed Tank	
Volume F.W. Tank	
Electrical Power	
Size	
Weight	
Comair pump capacity	

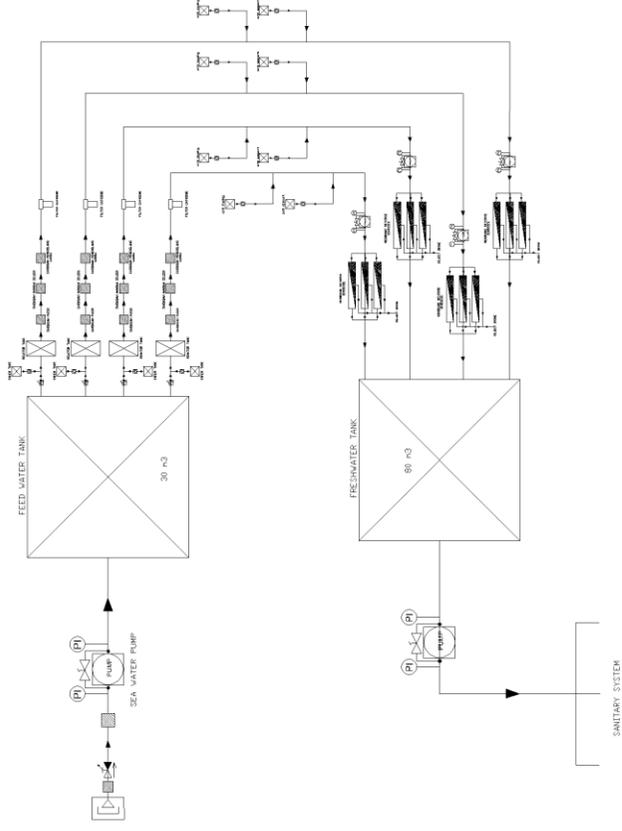

DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS
TUGAS AKHIR
 SEMESTER GENAP 2007 / 2008

DRAWN BY:
 HORAS TIOPAN SANJAYA
 RE 14 100 008

DATE: _____ SCALE: N/A
 SIGNED: _____

This drawing and the information contained here and supplied
 is for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Specifications	
Kapasitas RO	10000-15000 LPH
Kapasitas RO	10000-15000 LPH
Volume Feed Tank	10000 L
Volume FW Tank	10000 L
Electrical Power	10000 W
Size	10000 mm
Weight	10000 kg
Capacity (per capacity)	10000 LPH

DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS
 TUGAS AKHIR
 SEMESTER GENAP 2017 / 2018

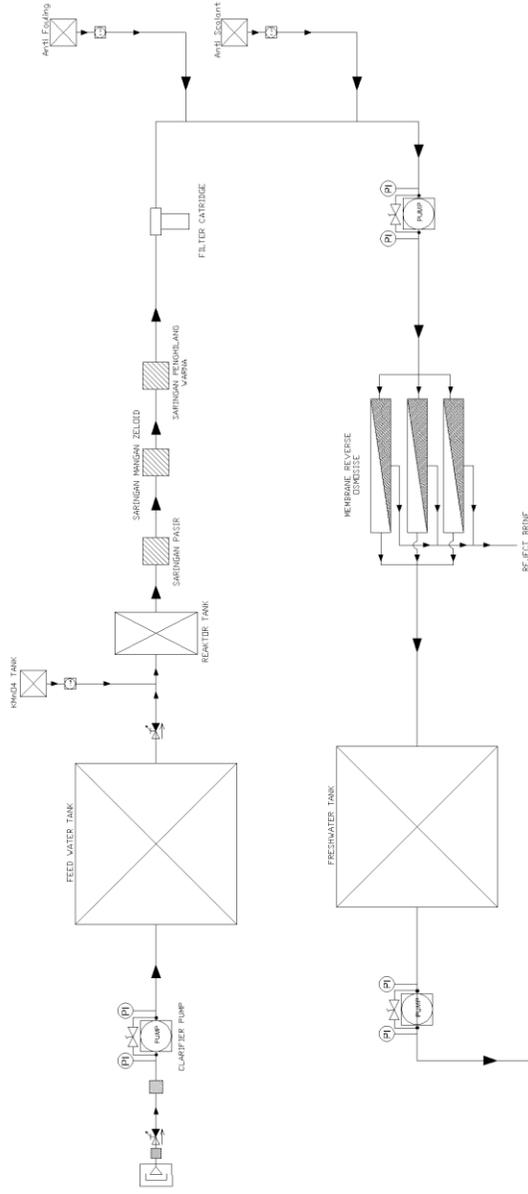
DATE	SCALE	NA	7	8	SIGNED:
					DRAWN BY: Horus Topan Sunjaya

This drawing and the information contained here and supplied hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.



Model	Membrane (model*qty)	Production (m ³ /d)	Desalination Rate(%)	Operating Pressure (Mpa)	Size (mm)
KYCT20-60	8040 × 6	60	98	3.6-6.5	5850 × 2350 × 2380
KYCT20-80	8040 × 8	80	98		
KYCT20-100	8040 × 10	100	98		
KYCT20-120	8040 × 12	120	98		
KYCT40-150	8040 × 14	150	98		11850 × 2350 × 2380
KYCT40-200	8040 × 16	200	98		
KYCT40-250	8040 × 28	250	98		
KYCT40-300	8040 × 28	300	98		

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
System	EMER KVT-48
Kapasitas	40 m ³ /hr
Volume Feed Tank	1000 liter
Volume FW Tank	200 liter
Electrical Power	3000/220V
Size	1000/1000/1000
Quantity	1
Order part	quantity
Order part	quantity

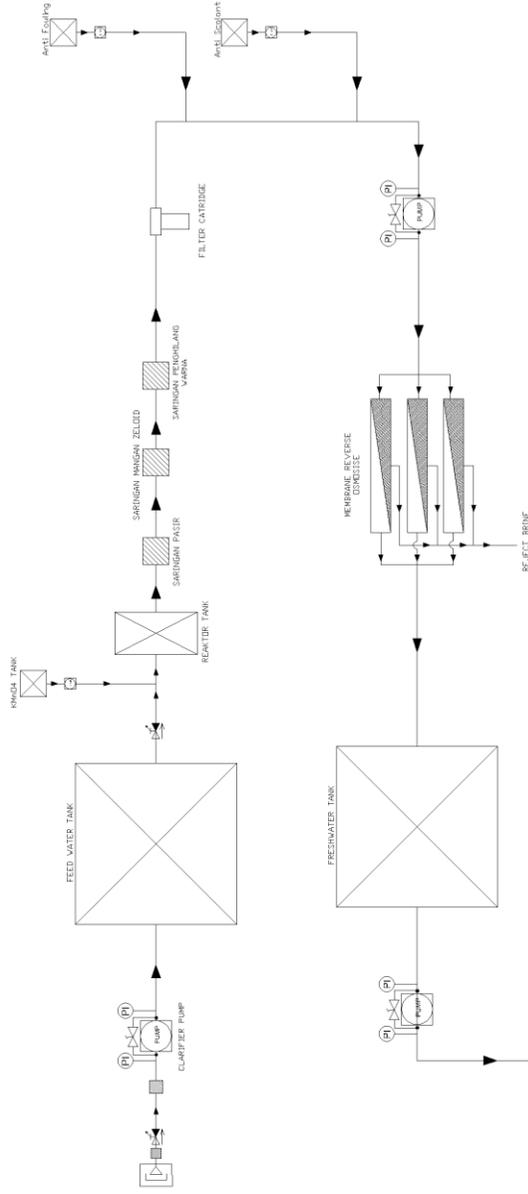

DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DATE	SCALE	SIGNED
	NA	

DRAWN BY: **Horus Topan Sunjaya**
 42.14.100.138

This drawing and the information contained here and supplied herewith are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM

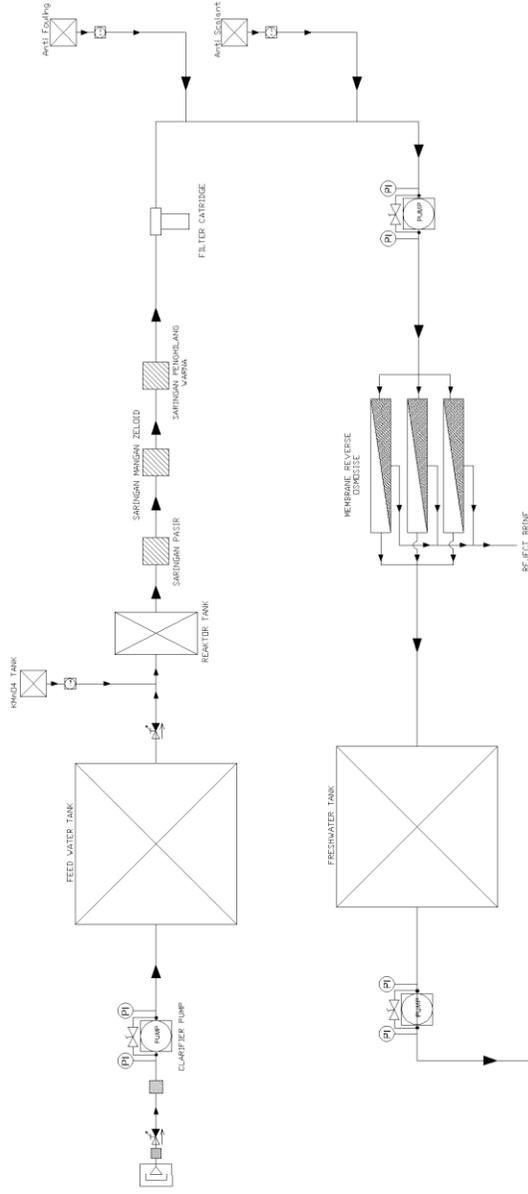


Spesifikasi	
Kapasitas SMD (MET-40)	1000 liter
Kapasitas RD	1000 liter
Volume FW Tank	1000 liter
ELECTRICAL POWER	1000 watt
Size	1000 mm
quantity	1
Supplier and capacity	1000 liter


DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
 SEMESTER GENAP 2017 / 2018
 DRAWI BY
 Horus Topan Sunjaya
 42.14.100.138

This drawing and the information contained here and supplied hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



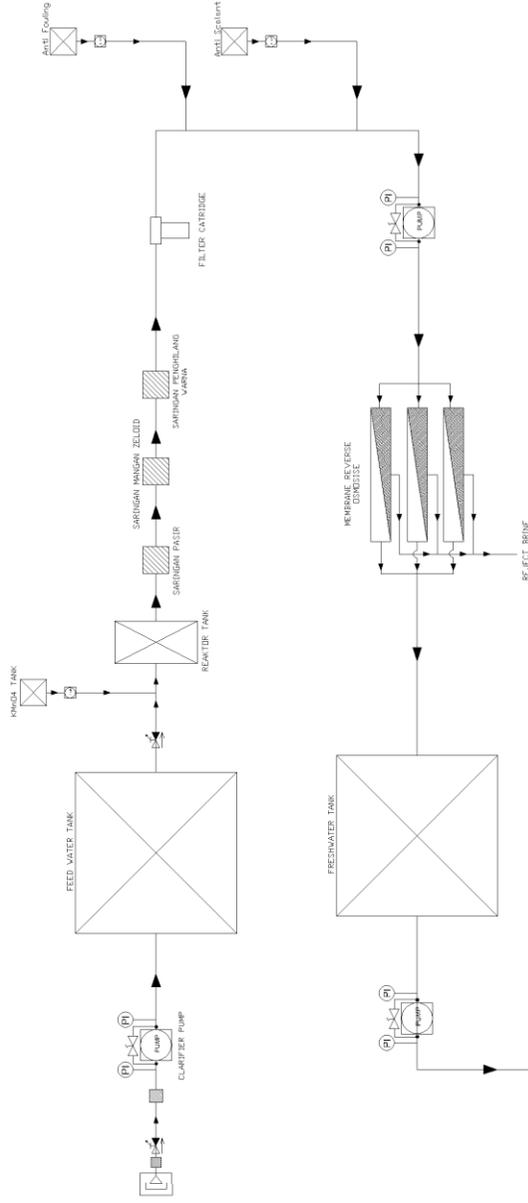
Spesifikasi	
Kapasitas DMB KERT-4B	1000 liter
Kapasitas RD	1000 liter
Volume Feed Tank	1000 liter
Volume FM Tank	1000 liter
Electrical Power	1000 watt
Size	1000 mm
Quantity	1
Customer area	1000 mm


DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWN BY: Horus Topan Sunjaya
DATE: 14.10.18
SCALE: NA
SIGNED:

This drawing and the information contained here and supplied are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



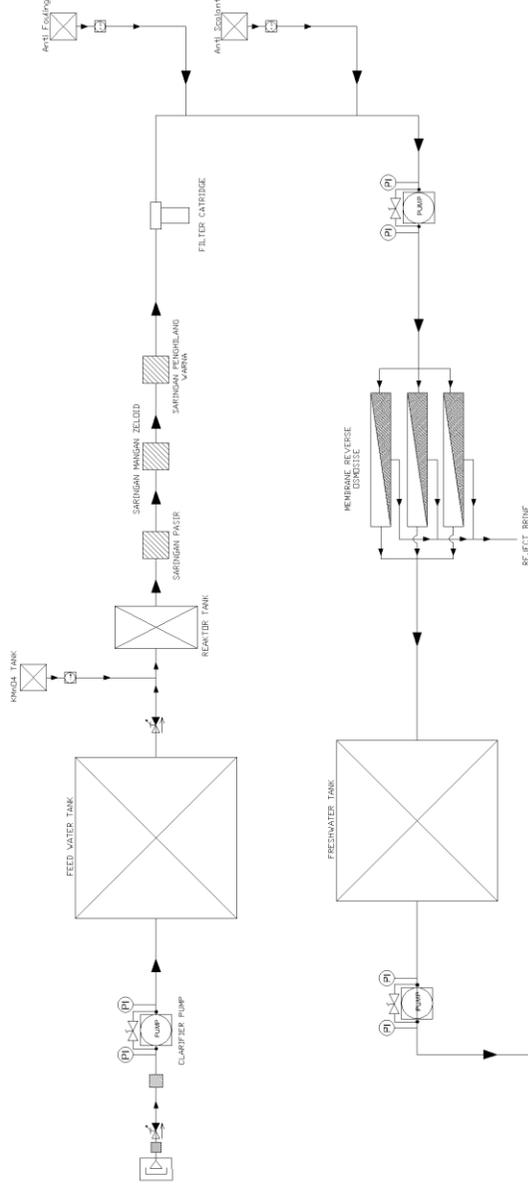
Spesifikasi	
System 5000 VCT-40	1000 liter
Kapasitas RO	1000 liter
Volume FM Tank	1000 liter
Volume RW Tank	1000 liter
Electrical Power	1000 watt
Size	1000 mm
Quantity	1
Clamber pump capacity	1000 liter

DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS
 TUGAS AKHIR
 SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWN BY:
 Horus Topan Sunjaya
 42.14.100.138

This drawing and the information contained here and supplied
 hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Specifications	
System Size (KWT-40)	1000W
Kapasitas RO	1000L
Volume Feed Tank	2000L
Volume FW Tank	1000L
Electrical Power	1000Watt
Size	1000mm
Quantity	1
Order per capacity	1000L


DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018
 DRAWN BY: Heras Topan Sunjaya
 42.14.100.138

This drawing and the information contained here and supplied
 hereon are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

DATE: _____
 SCALE: NA

SIGNED: _____

PRODUCT DATA SHEET

Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) Desalination

water | wastewater | sewage

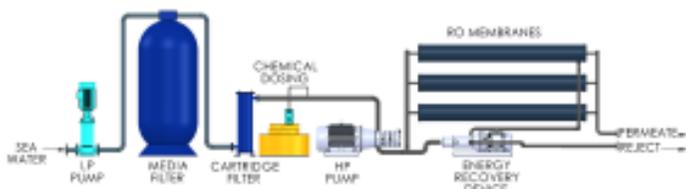


OVERVIEW

MAK Water's Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) plants are designed to treat sea water, or high salinity ground water, with < 40,000 mg/L of dissolved solids (TDS) and < 30 mg/L of suspended solids (TSS), to achieve potable water quality. The standard treatment process involves pre filtration (auto backwashing multimedia filters and cartridge filters), anti-scalant dosing to prevent membrane scaling, RO desalination and auto flushing and CIP systems for membrane cleaning. Additional pre-RO and post-RO treatment steps may be added as required to suit feed water conditions and/or treated water quality requirements. The MAK SWRO plants are available as skid mounted or containerised systems.



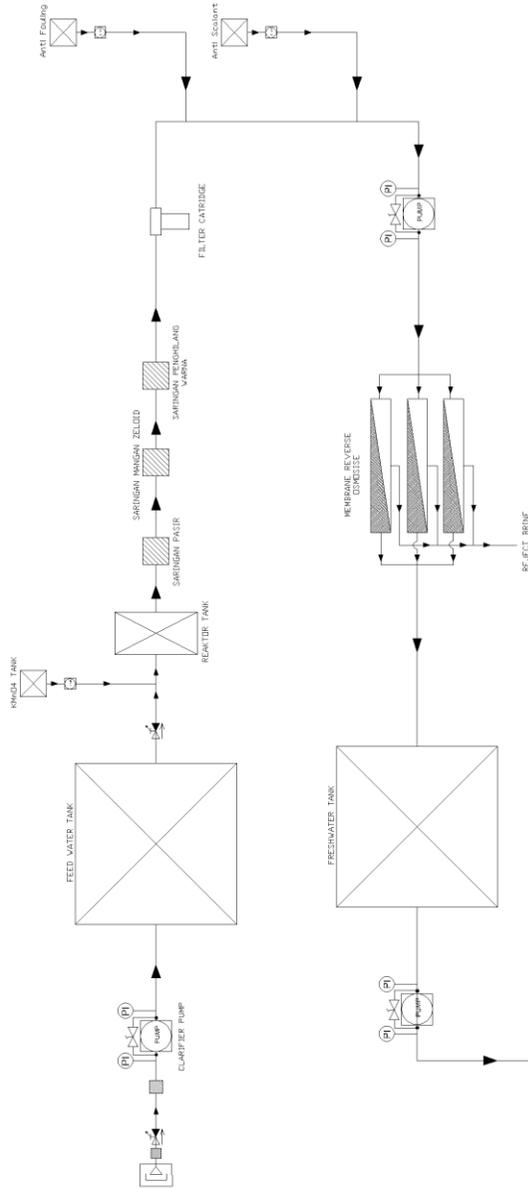
ADDITIONAL FLOW RATES AND CUSTOMISED SOLUTIONS ARE AVAILABLE. JUST ASK US.



STANDARD SPECIFICATIONS

Parameter		Units	SWRO-50	SWRO-100	SWRO-150	SWRO-250	SWRO-500	SWRO-1000
Permeate Flow Rate		m ³ /day	50	100	150	250	500	1000
Permeate Recovery Rate		%	40 (typical)					
Permeate TDS		mg/L	<500 (typical)					
Raw Water TDS		mg/L	<40,000					
Raw Water TSS		mg/L	<30					
Raw Water Temperature		°C	15 ~ 35					
Ambient Design Temperature		°C	5 ~ 45 (-15 ~ 50 for insulated containerised system)					
Feed Water Inlet Pressure		kPa	>15 (flooded suction)					
Permeate Discharge Pressure		kPa	~40 (higher discharge pressures available on request)					
Brine Discharge Pressure		kPa	~40 (higher discharge pressures available on request)					
Power Supply		-	AC 380~450 V, 3 Phase, 50/60 Hz					
Power Consumption	Standard	kW	20	25	35.5	52.5	105	190
	High Efficiency	kW	-	-	26	43	71	142
No. Containers (Optional)		-	1 x 20'	1 x 20'	1 x 40'	1 x 40'	2 x 40'	2 x 40'

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
NO. SKRIPSI	14.001.01
Kapasitas RO	1000 L/h
Volume Feed Tank	1000 L
Volume FW Tank	1000 L
Electrical Power	1000 W
Size	1000 mm
Quantity	1
Ordering priority	1

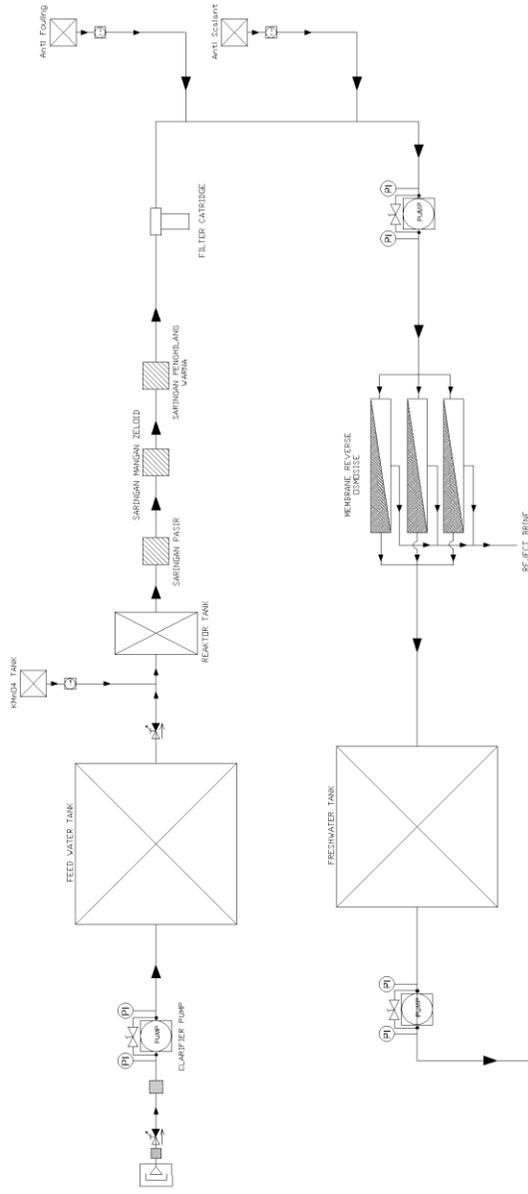

DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
 SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWI BY
 Horus Topan Sunjaya
 42.14.100.138

DATE: _____
 SCALE: NA
 SIGNED: _____

This drawing and the information contained here and supplied herewith are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
No. SKD-189	Membran
Kapasitas RO	75000
Volume Feed Tank	75000
Volume FW Tank	100000
Electrical Power	100000
Size	1
Quantity	1
Order pump capacity	100000

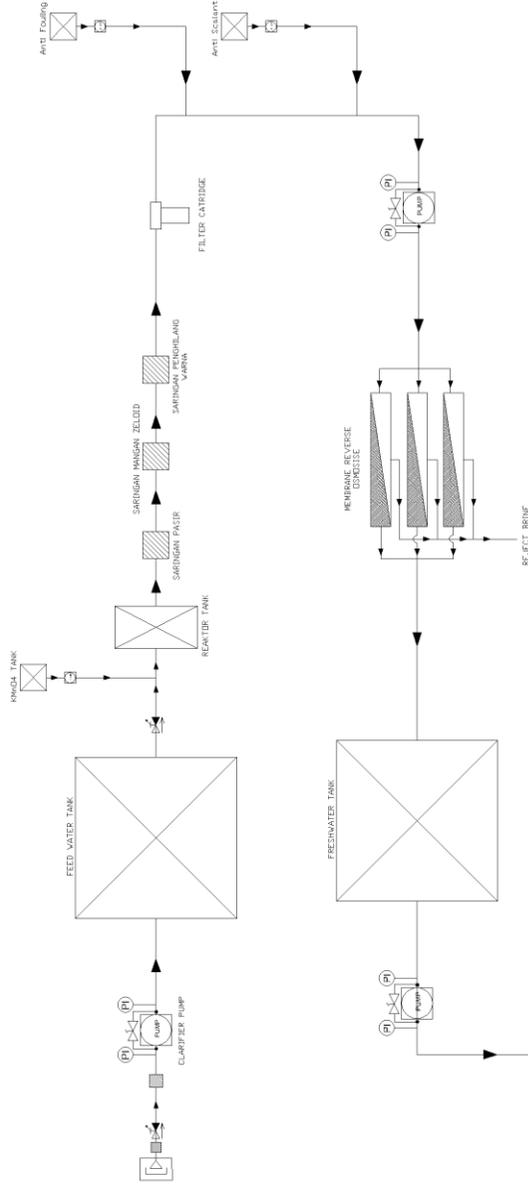

DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWM BY: Herus Topan Sunjaya
 NO. 42.14.100.038

DATE: NA / NA / NA
 SCALE: NA
 SIGNED: _____

This drawing and the information contained here and supplied are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
MARKER	...
Kapasitas RO	...
Volume Feed Tank	...
Volume FW Tank	...
ELECTRICAL POWER	...
Size	...
Quantity	...
Number pipe assembly	...

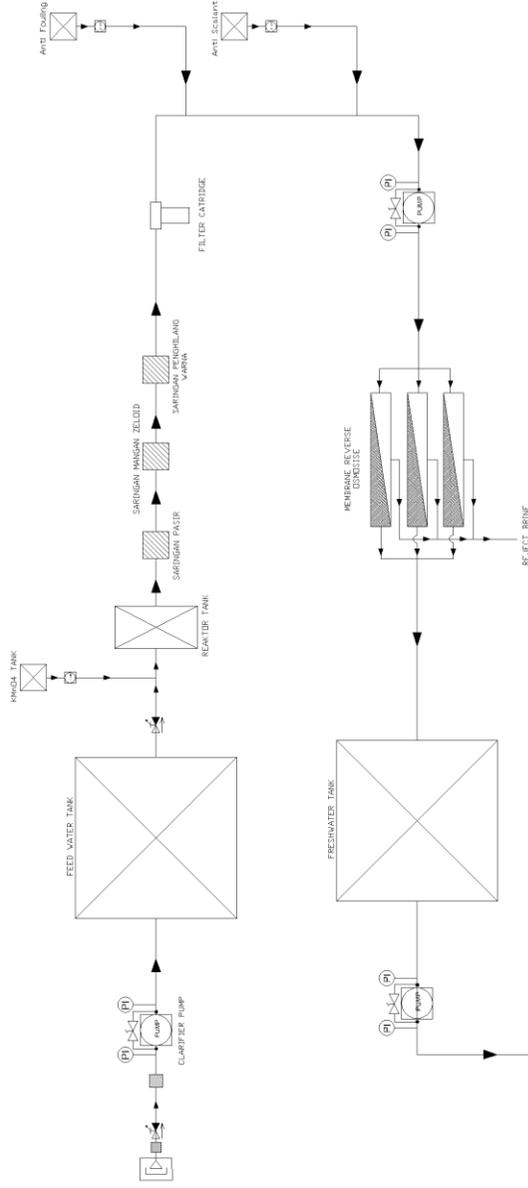

DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWI BY
 Horus Topan Sunjaya
 42.14.100.138

DATE: / /
 SCALE: NA
 SIGNED:

This drawing and the information contained here and supplied are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
MARKER	...
Kapasitas RO	...
Volume Feed Tank	...
Volume FW Tank	...
ELECTRICAL POWER	...
Size	...
Quantity	...
Number pipe assembly	...

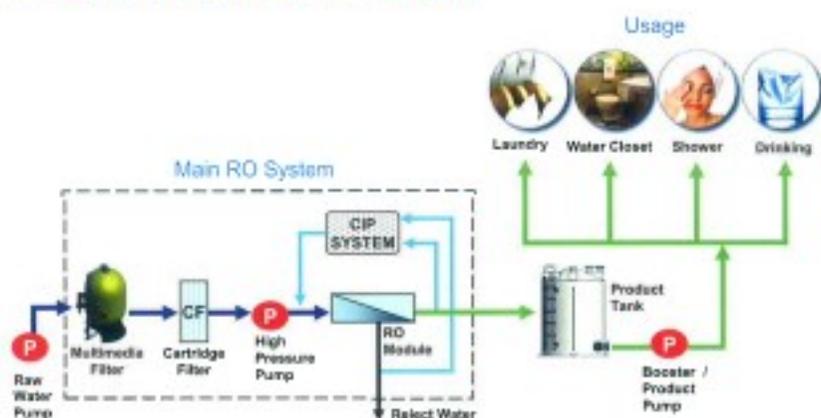

DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWN BY: Horus Topan Sunjaya
DATE: 14.10.18

SIGNED:

This drawing and the information contained here and supplied are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

GENERAL PROCESS FLOW DIAGRAM



Notes:
* CIP - Cleaning In Place

TYPICAL SPECIFICATIONS OF SWRO DESALINATION SYSTEMS

Model SWRO	Product Water Flow (m ³ /day)	Feed Water Flow (m ³ /day)	Main RO Skid Dimension (L x W x H) (m x m x m)	Overall* Floor Space (m ²)	Overall* Shipping Weight (kg)	Overall* Electrical Loading (kw)	Overall* Power Consumption (kwh/day)
STANDARD SERIES							
5T	5	33	1.0 x 0.8 x 1.7	2	600	4	88
10T	10	33	2.8 x 0.9 x 1.6	5	900	4	92
20T	20	80	2.8 x 1.0 x 1.5	6	1,600	8	180
30T	30	100	4.2 x 1.2 x 1.9	9	2,100	12	275
50T	50	167	3.2 x 1.2 x 2.0	10	2,700	15	345
ENERGY SAVING SERIES							
75T-TB	75	215	4.0 x 1.3 x 1.9	15	3,200	18	390
100T-TB	100	290	4.7 x 1.3 x 1.9	20	3,900	22	480
150T-PX	150	375	4.0 x 1.3 x 1.9	28	4,500	25	540
200T-PX	200	500	5.0 x 1.5 x 2.0	36	5,900	31	660
300T-PX	300	790	7.2 x 1.5 x 2.0	42	8,900	58	1,180

Notes:

* Overall system includes main RO system which comes with Pre-treatment, Post-treatment and CIP systems.
TB - Turbocharger, PX: Pressure Exchanger



SWRO 5T

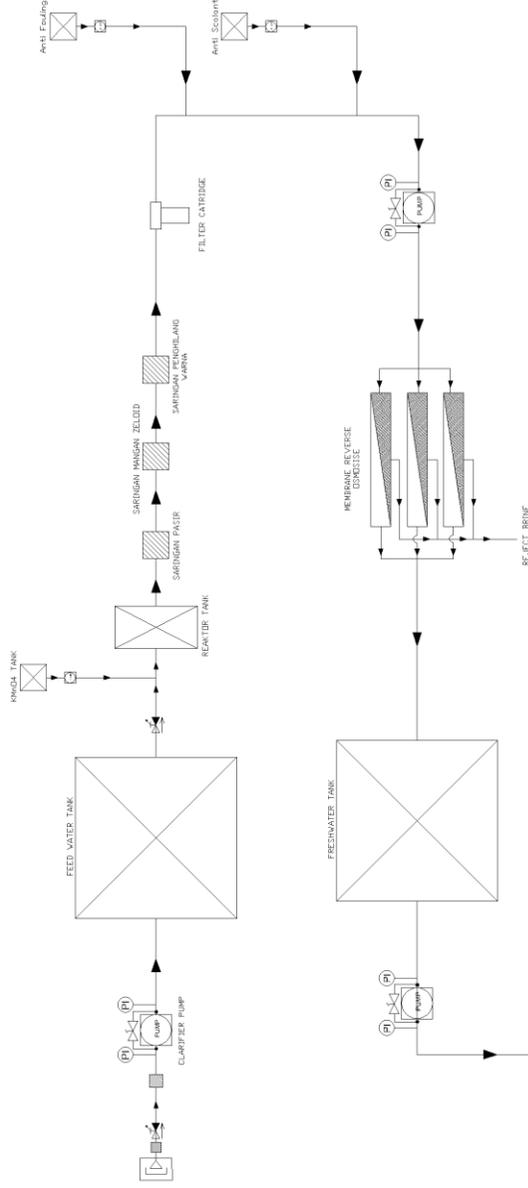


SWRO 75T-TB



SWRO 200T-PX

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



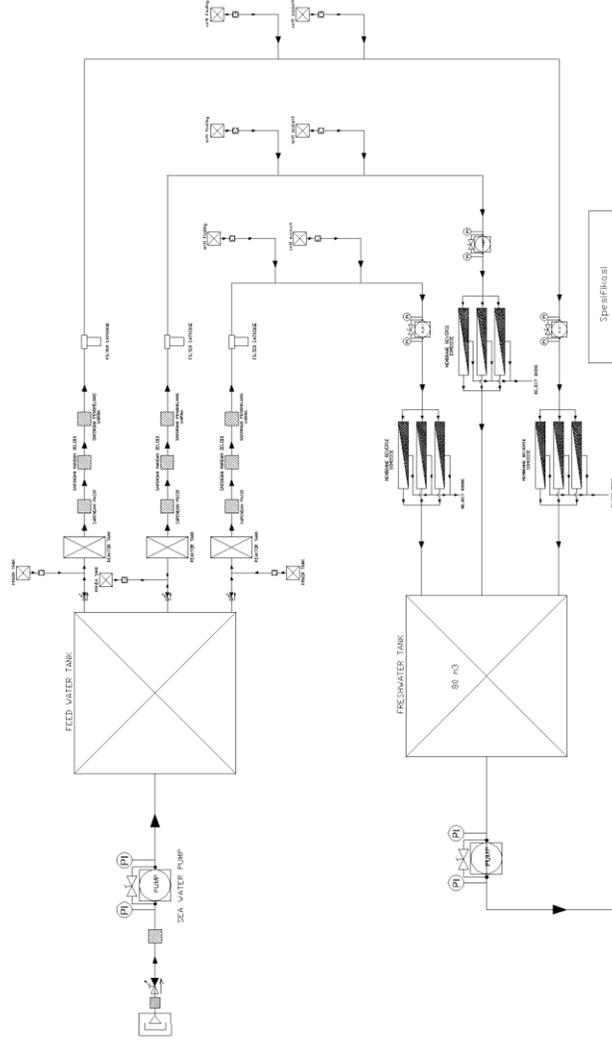
Spesifikasi	
Model	RO-100
Kapasitas RO	1000 L/hr
Volume Feed Tank	1000 L
Electrical Power	1000 W
Size	1000 mm x 1000 mm
Weight	1000 kg
Order part assembly	1000


DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DATE	SCALE	NA
DRAWN BY:		SIGNED:
Horus Topan Sunjaya		
4E 14 100 03B		

This drawing and the information contained here and supplied hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
Merkus DWD-80T	
Kapasitas RO	2000 L/hr
Volume Feed Tank	2000 L
Volume FW Tank	80 m³
Electrical Power	1000 W
Size	1000 mm x 1000 mm
Weight	100 kg
Disaster prone capacity	1000 L/hr

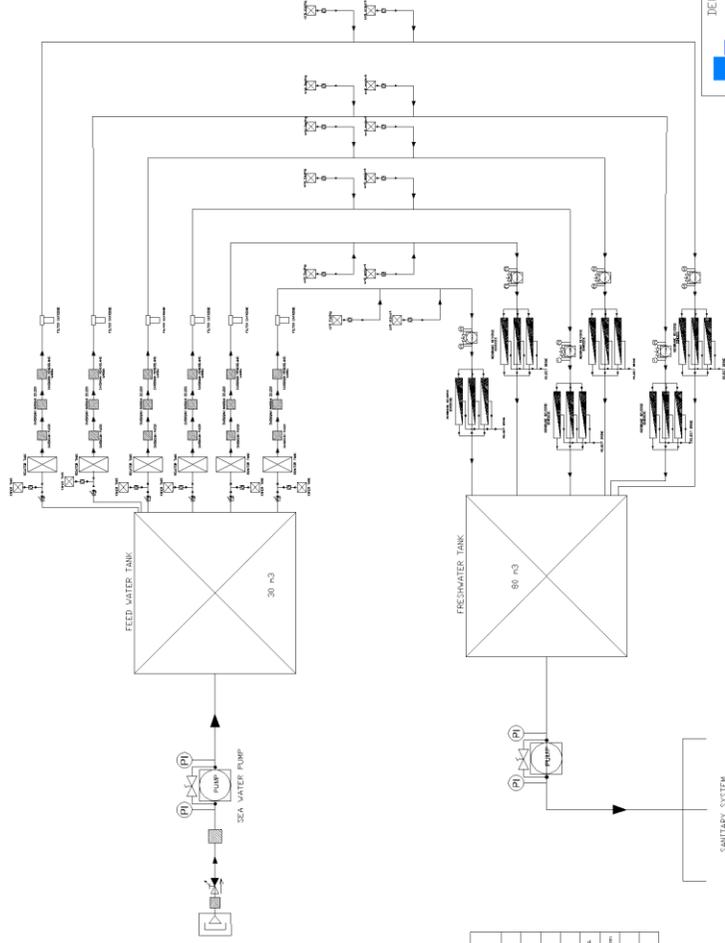
DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWN BY:
Horus Topan Sunjaya
42.14.100.036

SIGNED:

This drawing and the information contained here and supplied hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
Model	RO
Kapasitas	1000 L/hr
Volume Feed Tank	1000 L
Volume FW Tank	1000 L
Electrical Power	1000 W
Size	1000 mm
Weight	100 kg
Operational capacity	1000 L/hr

This drawing and the information contained here and supplied hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DRAWN BY:
Horus Topan Sunjaya
4214100138

DATE: _____
SCALE: NA
SIGNED: _____

APPLIED® SYSTEMS USA

Series K – 28,800 to 460,000 GPD RO Systems

Standard Equipment

- Thin Film Composite Membranes
- Stainless steel multi-stage centrifugal pump
- FRP pressure vessels
- Polypropylene 5M filter housing for K-48B & K-68C, 316SS housing for larger models
- 316SS high pressure piping and Sch. 80 PVC low pressure piping
- Motorized automatic inlet feed valve
- Feed pump throttling valve, SS, or VFD Drive
- Panel mounted SS flow control valves
- Automatic membrane feed flush with permeate flush option
- Low inlet pressure switch
- High pressure switch
- 4) Panel mounted liquid filled pressure gauges: Filter in/out, pump, concentrate
- Panel mounted flowmeters: product & concentrate
- Product TDS (or Conductivity) with digital display readout
- Cleaning ports
- System on/off with 2-level tank floats
- Heavy duty powder coated steel frame

Microprocessor Controller for Automatic Operation

Monitors and/or Controls:

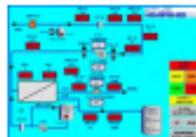
- Inlet valve
- Delayed start-up of high pressure pump
- Feed water flush at system shut-down
- Low pressure and high pressure switches
- On/Off with storage tank level
- Pre-treatment backwash/lockout
- Permeate TDS (or conductivity)
- Feed TDS (or conductivity) & percent rejection
- Water Temperature
- Operating hours
- RO tank full override
- Auxiliary pump or valve control (optional)

Controller Features:

- Backup LED Display or optional Touchscreen
- Multi-function keypad or optional Touchscreen
- Alarm notification
- Programmable time delays, set-points and flush mode
- Visual indicator alarm light



IRROC 1505 Controller



PLC Controller

Optional Equipment

- Stainless steel boost or repressurization pump
- pH monitor for feed or for permeate
- Chemical injection
- Pre-treatment: Softener, carbon, media
- VFD Drive
- ORP monitor/controller
- Filter housing upgrade to SS
- Turbidity monitor
- Permeate divert to drain
- UV system, feed or permeate
- FRP membrane housings
- Low energy membranes
- Clean-in-place doubles as a permeate flush system
- PLC with 10" Touchscreen

Ordering Information

Model No.	System Capacity			Membrane Elements	Line Sizes (NPT, Inches)			System Dimensions (in/cm)			Approx. Shipping Weight (lb/kg)
	GPM	GPD	m ³ /hr		Inlet	Perm.	Conc.	Length	Depth	Height	
K-48B	20	28,800	4.5	4	2	1½	1½	120/305	44/112	75/191	1,310/594
K-68C	30	43,200	7	6	2	1½	1½	154/391	44/112	75/191	1,425/646
K-98C	40	57,600	9	9	2	1½	1½	154/391	44/112	75/191	1,735/787
K-128D	55	79,200	13	12	3	2	2	154/391	44/112	76/193	2,005/909
K-168D	75	108,000	17	16	3	2	2	154/391	44/112	76/193	2,275/1,032
K-208D	95	136,800	22	20	3	3	2	154/391	44/112	76/193	2,645/1,200
K-248D	115	165,600	26	24	4	3	2	194/493	60/152	76/193	2,910/1,320
K-288D	135	194,400	31	28	4	3	2	194/493	60/152	76/193	3,280/1,488
K-368F	175	252,000	40	36	4	3	2	288/731	60/152	76/193	3,795/1,721
K-428F	200	288,000	45	42	4	3	2	288/731	60/152	76/193	5,275/2,392
K-488F	225	324,000	51	48	4	3	2	288/731	60/152	76/193	5,660/2,567
K-548F	250	360,000	57	54	6	4	3	custom	custom	custom	7,140/3,245
K-608F	275	396,000	63	60	6	4	3	custom	custom	custom	8,680/3,945
K-668F	300	432,000	68	66	6	4	3	custom	custom	custom	10,285/4,675
K-728F	325	460,000	74	72	6	4	3	custom	custom	custom	11,890/5,404

Notes and Voltage/ Ordering Information

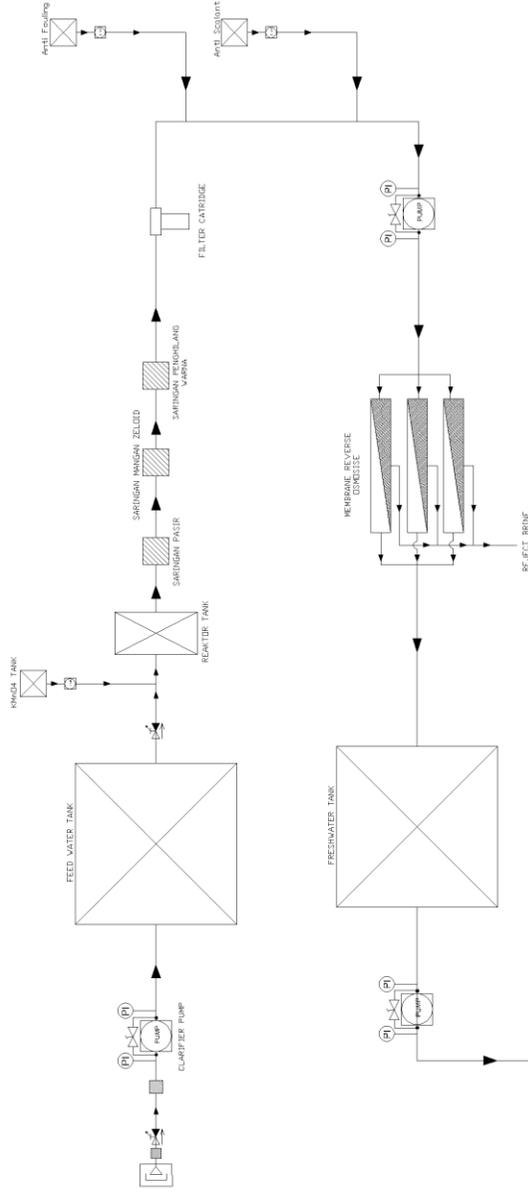
- Systems rated at 77°F (25°C) using 2000 ppm feed water and approx. 225 psi (16 kg/cm²) pressure. System capacity changes significantly with water temperature and feed TDS. For higher TDS, a water analysis must be supplied and could result in modifications to the system.
- Chlorine must be removed with a carbon filter or with chemical injection prior to the RO System, if present in the feed water.
- Water must be pretreated by softener or antiscalant to avoid scaling the membranes. All dimensions and weights are approximate.

Please add our voltage codes to the end of the model number when ordering. Example: J-848-236 = 220/230v/3 ph/60 Hz

Voltage Codes: • 236 = 220 or 230v/ 3ph/ 60Hz • 235 = 220v/3ph/50Hz
 • 436 = 460 or 480v/ 3ph/ 60 Hz • 335 = 380v/3ph/50 Hz

Single Phase Not Available

REVERSE OSMOSIS SYSTEM

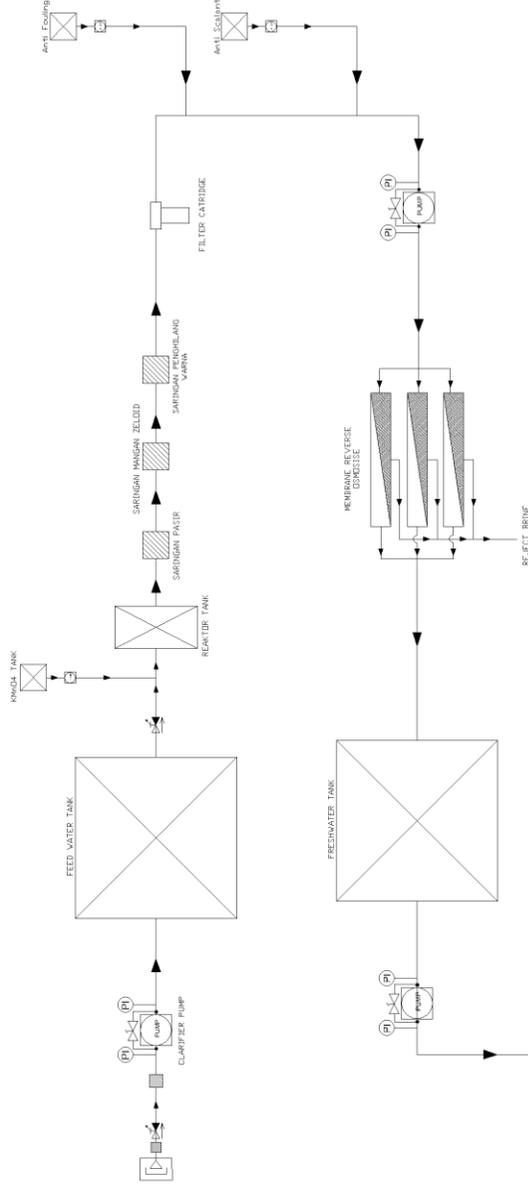


Spesifikasi	
AMI K-688F	
Kapasitas RD	4000 L/hr
Volume Feed Tank	1000 L
Electrical Power	1000 W
Size	1000 mm
Weight	100 kg
Order part assembly	1000

 DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP 2017 / 2018	
DATE	SCALE
DRAWN BY	SIGNED
Horus Topan Sunjaya	
42.14.100.138	
NA	NA

This drawing and the information contained here and supplied are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes.

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Spesifikasi	
AMI K-608F	
Kapasitas RD	1000L
Volume FW Tank	1000L
Volume RW Tank	1000L
Electrical Power	1000Watt
Size	1000mm
Weight	100kg
Counter part capacity	1000L

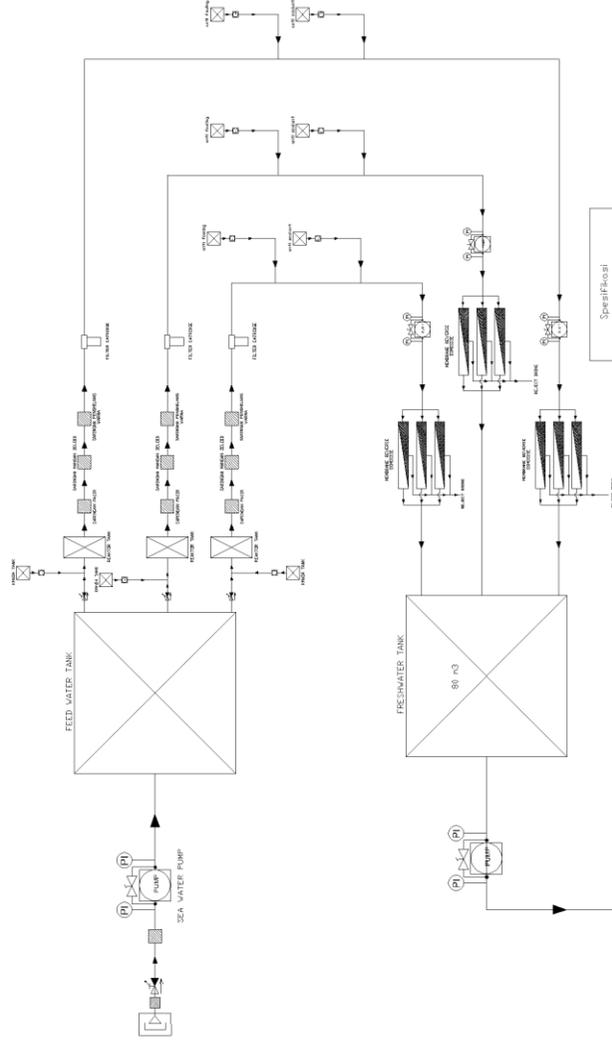

DEPT OF MARINE ENGINEERING – ITS
TUGAS AKHIR
 SEMESTER GENAP 2017 / 2018

DATE	SCALE	SIGNED
	NA	

DRAWN BY: Horus Topan Sunjaya
 42.14.100.038

This drawing and the information contained here and supplied are for internal use only and shall not be used for industrial purposes

REVERSE OSMOSIS SYSTEM



Specification	
AMI K-208F	membrane
Kapasitas RO	membrane
Volume Feed Tank	membrane
Volume FW Tank	membrane
Electrical Power	membrane
Size	membrane
Weight	membrane
Number pump capacity	membrane

DEPT OF MARINE ENGINEERING - ITS	
TUGAS AKHIR	
SEMESTER GENAP 2017 / 2018	
SIGNED:	
DATE	BY
NA	Horus Topan Sunjaya
7	42.14.100.138

This drawing and the information contained here and supplied hereunder are for informational purposes only and shall not be used for industrial purposes

