

3100097009821

TUGAS AKHIR
(NE 1701)

**PERENCANAAN SISTEM
PENYEDIAAN AIR TAWAR DI KAPAL DENGAN CARA
REVERSE OSMOSIS**



RSke
627-31
Svd
P-1
1996

OLEH :

HERU SUDIBYO
NRP. 4289100025

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1996

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	16 DEC 1996
Terima Dari	H
No. Agenda Fpp.	6712



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 5947254, 5947274 Pesw. 262, 5948757, Fax. 5947254

TUGAS AKHIR (NE 1701)

N a m a	: HERU SUDIBYO	NRP	: 42.89.100.025
Tahap	: SARJANA	Tahun Kuliah	: 1995/1996
Tgl. diberikan Tugas	13 Feb 1996	Tgl. diselesaikan Tugas	8 Juni 1996

Data-data untuk Tugas :

1. Type Kapal : **GENERAL CARGO SHIP** 2. Kecepatan : **12 KNOT**
3. Radius Pelayaran : **1749 MIL (JAKARTA-SINGAPURA-HONGKONG)**
4. Data-data lainnya : **LOA = 83,8 m ; LWL = 80,5 m ; LPP = 77,6 m ; Cb = 0,67**
B = 12,3 m ; H = 6,38 m ; T = 5,5 m

JENIS TUGAS :

A. Perancangan Kamar Mesin/Sistem Perpipaan :

I. Tugas Wajib

1. Sistem Pipa kapal (Ship board systems)
 - 1.1. Sistem pipa ballast
 - 1.2. Sistem pipa bilga
 - 1.3. Sistem pipa sanitasi
 - 1.4. Sistem pipa kebakaran
2. Sistem pipa mesin (Propulsion systems)
 - 2.1. Sistem pipa bahan bakar
 - 2.2. Sistem pipa pelumas
 - 2.3. Sistem pipa pendingin
 - 2.4. Sistem pipa udara tekanan tinggi
3. Perhitungan daya motor dan gambar tata letak kamar mesin (lay-out)
 - 3.1. Motor induk
 - 3.2. Motor bantu
 - 3.3. Tata letak kamar mesin.

II. Tugas Tambahan (pilihlah satu)

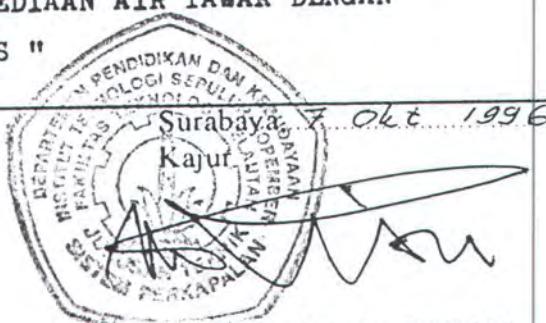
1. Sistem pipa khusus :
 - 1.1.
 2. Gambar Isometric untuk sistem pipa
 - 2.1. **ISOMETRIC SISTEM PIPA BILGA**
- B. Karya Tulis (Skripsi) :
" PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR TAWAR DENGAN CARA REVERSE OSMOSIS "

Dosen Pembimbing,

IR. BAMBANG SUPANGKAT
NIP. 130 355 298

Mahasiswa,

HERU SUDIBYO
NRP. 4894200234



Ir. Moch. Orianto BSE,MSc
NIP : 130 786 955

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Kuasa, atas kehendak Nyalah tugas akhir ini bisa terselesaikan

Penulisan tugas akhir ini adalah dalam memenuhi salah satu syarat dalam mencapai gelar sarjana teknik di lingkungan almamater Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penulisan ini penulis sadar bahwa dalam melengkapi penyelesaiannya masih banyak dijumpai kesalahan dan kekeliruan baik segi materi maupun penggunaan bahasa. Namun setidak-tidaknya penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan dengan baik.

Pada penulisan tugas akhir ini penulis banyak menerima bantuan dan segala hal yang membuat mudahnya penyelesaian tugas akhir ini.

Sebagai ungkapan rasa asyukur yang tak terhingga dan rasa terima kasih yang tak terhingga, maka kepada semua pihak yang telah membantu dalam berbagai hal, kami sampaikan terima kasih kami yang tuslus kepada :

1. Bapak Ir. Moch. Orianto BSE, Msc. selaku Ketua Jurusan Teknik Sisitim Perkapalan FT Kelautan ITS.

2. Bapak Ir. Bambang Supangkat, selaku dosen pembimbing tugas akhir ini.
3. Para dosen dan karyawan FT Kelautan ITS yang telah memberikan bantuannya.
4. Orang tua adik dan kakak yang selalu memberikan support mental maupun materi.
5. Berbagai pihak yang belum tersebut diatas.

Sebagai manusia biasa penulis sadar bahwa tidak tertutup kemungkinan oleh adanya kesalahan dan kekurangan. Maka kami harapkan kritik dan saran demi peningkatan mutu tugas akhir ini.

Surabaya, Oktober 1996

penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	3
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	I - 1
1.2 TUJUAN PENULISAN	I - 4
1.3 BATASAN MASALAH	I - 4
1.4 METODE PENULISAN	I - 5
BAB II PENGERTIAN DASAR TENTANG REVERSE OSMOSIS	
2.1 TEORI OSMOSIS	II - 1
2.2 REVERSE OSMOSIS	II - 2
2.3 BERBAGAI TIPE MEMBRAN SEMIPERMIABEL	II - 4
2.3.1 Selulosa asetat	II - 4
2.3.2 Membran poliamid	II - 5
BAB III INSTALASI REVERSE OSMOSIS	
3.1 SISTEM REVERSE OSMOSIS SEDERHANA	III - 1
3.2 PENGEMBANGAN INSTALASI SISTEM REVERSE OSMOSIS	III - 3
3.3 PENGARUH TEMPERATUR AIR DAN KADAR GARAM	III - 4
BAB IV PENERAPAN REVERSE OSMOSIS DALAM SISTEM PENYEDIAAN AIR TAWAR	

4.1 PERTIMBANGAN PEMILIHAN SISTEM REVERSE OSMOSIS	IV - 1
4.2 CONTOH PERENCANAAN SISTEM REVERSE OSMOSIS	IV - 2
4.2.1 Penghitungan kapasitas dan pemilihan tipe	IV - 3
4.2.2 Perencanaan pemasangan di kamar mesin	IV - 7
4.2.3 Pemeriksaan dan persiapan pengoperasian peralatan	IV - 8
4.2.4 Perencanaan pemeliharaan	IV - 10
4.3 INSTALASI SISTEM AIR TAWAR DENGAN REVERSE OSMOSIS	IV - 10

BAB V SISTEM REVERSE OSMOSIS DAN DISTILASI LAIN

5.1 TINJAUAN ASPEK TEKNIS	V - 1
5.1.1 Sumber energi	V - 2
5.1.2 Material konstruksi dan peralatan sistem distilasi	V - 6
5.2 ASPEK TEKNIS EKONOMIS INSTALASI	V - 8
5.2.1 Sistem evaporasi	V - 8
5.2.2 Sistem reverse osmosis	V - 11

BAB VI PENUTUP

6.1 KESIMPULAN	VI - 1
6.2 SARAN	VI - 2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah laut yang sangat luas, dimana antara satu pulau dengan pulau lainnya dipisahkan oleh laut (selat). Dengan kondisi yang demikian maka kebutuhan akan alat transportasi laut menjadi suatu hal yang penting.

Pada umumnya alternatif untuk memenuhi kebutuhan akan alat transportasi laut adalah kapal laut, dengan berbagai jenis sesuai kebutuhan tertentu. Pada fungsi yang demikian kapal menjadi tempat hidup bagi awak kapal maupun penumpang kapal selama masa pelayaran. Kapal sebagai tempat hidup harus mampu menyediakan berbagai kebutuhan hidup bagi awak kapal maupun penumpang kapal sesuai peraturan agar kapal layak menjadi tempat hidup yang sehat dan lingkungan kerja yang nyaman.

Salah satu kebutuhan hidup yang cukup penting bagi awak kapal maupun penumpang kapal dan juga bagi pengoperasian motor dan permesinan dikapal adalah air tawar. Ada berbagai cara untuk menyediakan air tawar di

kapal, yang selama ini telah banyak diterapkan adalah dengan menyimpan ditangki air tawar sebagai persediaan selama masa pelayaran.

Cara yang demikian tampaknya secara teknis lebih sederhana, karena pada dasarnya hanya dibutuhkan tangki persediaan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air tawar selama masa pelayaran. Untuk mengalirkan ke tempat-tempat yang membutuhkan, peralatan instalasi yang diperlukan selain pipa-pipa saluran adalah pompa yang mampu mengalirkan air menuju ke tangki reservoir atau tangki hydrofor, yang selanjutnya dibagi ke pipa-pipa cabang.

Ada satu cara lain yang bisa menjadi pilihan untuk penyediaan air tawar dikapal, yaitu dengan mengolah air laut menjadi air tawar. Dengan semakin terbatasnya sumber air tawar di darat, sementara kebutuhan akan air tawar didarat juga semakin meningkat maka dengan mengolah air laut menjadi air tawar tentu akan menjadi pilihan yang semakin menarik.

Teknologi yang semakin berkembang saat ini telah menyediakan banyak pilihan proses pengolahan air laut menjadi air tawar yang mana mutu hasil olahannya layak

untuk dikonsumsi manusia maupun untuk berbagai keperluan lainnya dengan syarat mutu air tertentu. Teknologi yang telah banyak dikenal adalah proses destilasi (pemurnian/penyulingan), yaitu dengan memanaskan air laut pada temperatur dan tekanan tertentu sehingga menguap (proses evaporasi). Secara teoritis air murni saja yang menjadi uap sedangkan larutan garam dan partikel lainnya tertinggal. Uap air tersebut kemudian didinginkan sehingga mengembun (condensed) dan menjadi air tawar hasil olahan (Marine Engineering, 1977).

Pada saat ini juga telah berkembang teknologi proses reverse osmosis sebagai pilihan untuk mengolah air laut menjadi air tawar. Proses ini pada dasarnya adalah kebalikan dari proses osmosis yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bab selanjutnya. Penerapan dari proses reverse osmosis saat ini banyak dipakai untuk instalasi pengolah air, baik di darat (industrial use) maupun di laut (marine use). Untuk pemakaian di darat sumber air baku adalah air sungai maupun air limbah. Sedangkan untuk pemakaian di laut sumber air baku adalah air laut. Ada pula instalasi pengolah air dengan proses reverse osmosis ini yang dipasang di

daerah pantai dengan sumber air baku berupa air laut, contohnya adalah instalasi sistem reverse osmosis milik U.S. Navy yang mulai beroperasi sejak tahun 1969. (Marine Engineering, 1977).

1.2 TUJUAN PENULISAN.

Dengan latar belakang seperti tersebut diatas, karya tulis ini bertujuan untuk mengetahui tentang instalasi pengolah air tawar dengan cara reverse osmosis secara umum dan penerapannya secara khusus di kapal, dengan memahami lebih jauh tentang reverse osmosis.

Hal tersebut diatas berkaitan dengan masalah dalam perencanaan sistem penyediaan air tawar di kapal dan berbagai peralatan yang mendukung kerja dari sistem tersebut.

1.3 BATASAN MASALAH.

Untuk mencapai tujuan penulisan yang telah ditentukan, pembahasan masalah di batasi pada :

1. Dasar teori reverse osmosis.
2. Pertimbangan teknis dalam perencanaan sistem, yaitu

pemilihan tipe peralatan reverse osmosis dengan spesifikasi yang sesuai dan pemasangan instalasi tersebut di kapal secara umum, maupun untuk tujuan khusus (militer).

3. Contoh perencanaan sistem reverse osmosis adalah pada salah satu kapal milik TNI-AL , berbagai pembatasan informasi data adalah dengan pertimbangan keamanan dari TNI-AL .
4. Pembahasan beberapa sistem distilasi lainnya adalah secara umum dan sebagai pelengkap tentang instalasi distilasi.

1.4 METODE PENULISAN.

Metode penulisan yang digunakan pada karya tulis ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur dari berbagai sumber antara lain : perpustakaan Fakultas dan Pusat ITS Surabaya, Direktorat Teknik dan Komersil PT PAL Surabaya, dan dari sumber lain yang berkaitan dengan materi penulisan.
2. Studi lapangan untuk mengetahui secara nyata peralatan instalasi reverse osmosis yang ada di kapal dan

permasalahan operasionalnya.

3. Analisa data dari hasil pengamatan di lapangan dan studi literatur untuk menarik kesimpulan tentang kemudahan dan kesulitan perencanaan sistem reverse osmosis sebagai penyedia air tawar di kapal dengan permasalahannya.
4. Penyusunan dan penulisan sesuai data yang telah diperoleh.

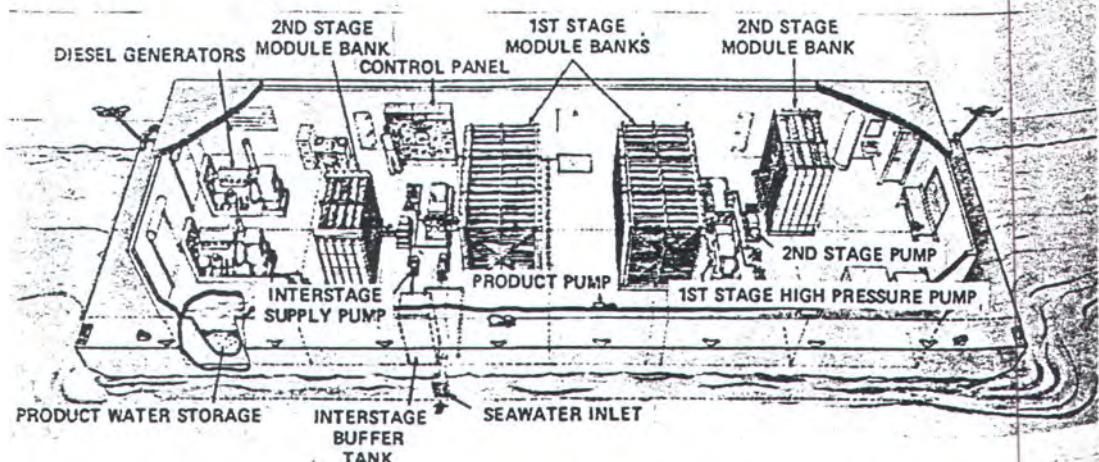


Fig. 19 80,000-gpd barge-mounted reverse-osmosis desalination plant

Gambar 1.1

Instalasi desalinasi berkapasitas 80.000 gpd milik U.S. Navy.

(Marine Engineering, 1977)

BAB II

PENGERTIAN DASAR TENTANG RESERVE OSMOSIS

BAB II

PENGERTIAN DASAR TENTANG REVERSE OSMOSIS

2.1 TEORI OSMOSIS.

Untuk memahami reverse osmosis, adalah perlu untuk meninjau fenomena dasar dari osmosis. Pada dasarnya osmosis adalah suatu proses alamiah dimana suatu cairan terdifusi melalui sebuah membran semipermeabel dari suatu larutan yang berkonsentrasi lebih rendah menuju ke yang lebih tinggi (Water and waste water treatment, Tan Kwee Kok & Koh Wai Keat).

Osmosis tergantung pada keberadaan membran yang selektif, dalam arti bahwa beberapa komponen dari suatu larutan (biasanya pelarutnya) dapat melewati membran, sedangkan satu atau lebih dari komponen lainnya tidak dapat melaluinya. Suatu membran seperti itu disebut membran semipermeabel (Marine Engineering, 1977).

Sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2.1 , jika membran semipermeabel memisahkan larutan dari suatu pelarut murni, atau dua larutan berbeda konsentrasi, maka kecenderungan untuk menyamakan konsentrasi akan menyebabkan suatu aliran pelarut dari fase konsentrasi

rendah (fase kaya pelarut) kesisi yang lain. Aliran pelarut itulah yang disebut osmosis. Untuk lebih mudahnya bahwa fase berkonsentrasi rendah adalah air tawar dan fase lain adalah air garam (air laut).

Jika suatu usaha dibuat untuk menahan aliran dengan tekanan balik pada larutan yang mengandung lebih banyak garam, maka kecepatan aliran akan menjadi berkurang, Seiring peningkatan tekanan, suatu titik akan ditemukan pada saat dimana aliran menjadi berhenti seluruhnya, kecenderungan untuk mengalir menjadi seimbang dengan tekanan dari arah yang berlawanan (gambar 2.2). Tekanan keseimbangan ini disebut tekanan osmotik. Tekanan osmotik adalah sifat dari suatu cairan dan pada umumnya tergantung pada jenis membran sehingga pada akhirnya memerlukan sifat kesemipermeabelan dari membran (Marine Engineering, 1977).

2.2 REVERSE OSMOSIS.

Pada dasarnya reverse osmosis adalah kebalikan dari proses osmosis, dimana aliran pada membran semipermeabel adalah dari arah cairan fase konsentrasi tinggi menuju ke cairan fase konsentrasi rendah.

Sebagaimana digambarkan pada gambar 2.3 , bilamana pada cairan fase konsentrasi tinggi diberikan tekanan yang melampaui tekanan osmotik dari cairan tersebut (larutan garam / air laut) maka air tawar sebagai pelarut akan terdifusi melalui membran semipermeabel ke arah sisi lainnya (Marine Engineering, 1977).

Besarnya debit aliran yang terjadi tergantung dari spesifikasi membran semipermeabel dan temperatur air laut. Tinggi rendahnya temperatur air laut akan mempengaruhi struktur dari membran semipermeabel sehingga debit aliran (flow rate) akan terpengaruh. Contoh pengaruh temperatur terhadap debit aliran dibahas lebih lanjut dalam bab III . Pada umumnya membran semipermeabel mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Mengijinkan air untuk melewati pada saat menahan :
 - 90 %/d 99 % dari seluruh unsur anorganik
 - 95 %/d 99 % dari senyawa organik di dalam larutan.
2. Efisiensi dari membran dalam memisahkan garam bervariasi dari 90 %/d 99 % (atau salt passage (SP) dalam batas 10 %).

3. Tekanan kerja dalam sistem reverse osmosis bervariasi antara 16 bar dan 80 bar.

(Water and Wastewater Treatment, Tan Kwee Kok & Koh Wai Keat)

2.3 BERBAGAI TIPE MEMBRAN SEMIPERMIABEL.

Terdapat dua tipe membran semipermiabel di pasaran yaitu :

1. Selulose asetat (suatu campuran dari mono-, di- dan triasetat).
2. Membran aromatik poliamid (sejenis bahan polimer).

(Water and Wastewater Treatment, Tan Kwee Kok & Koh Wai Keat).

2.3.1 Selulosa Asetat.

Keuntungannya :

- Tahan terhadap klorin (10.000 ppm hours).
- Biaya produksi rendah (hanya dengan satu langkah penggerjaan).

Kerugian :

- Dalam struktur tebal cenderung rusak dibawah

pengoperasian bertekanan tinggi secara terus-menerus.

- Mudah untuk terhidrolisis oleh asam dan alkali.
(pengoperasian terbatas pada ph 4,5 \pm 7,5)
- Mudah rusak oleh makhluk hidup (bakteri, alga, dll.).
- Tidak mampu melewatkkan air dan membuang garam pada tekanan dibawah 300 psi.
- Sensitif terhadap peningkatan temperatur.

Struktur pembuatannya adalah :

- Selulosa diasetat dalam struktur sheet form (lembaran).

Contohnya bisa dilihat pada gambar 2.4 yang merupakan produk dari FILMTEC tipe FT 30 dalam bentuk modul (membran reverse osmosis yang telah dirakit dalam satu unit).

- Selulosa triasetat dalam struktur hollow fibres.
(lihat gambar 2.5)

2.3.2 Membran Poliamid.

Membran poliamid termasuk dalam senyawa aromatik jenuh, dengan struktur poliamid linier.

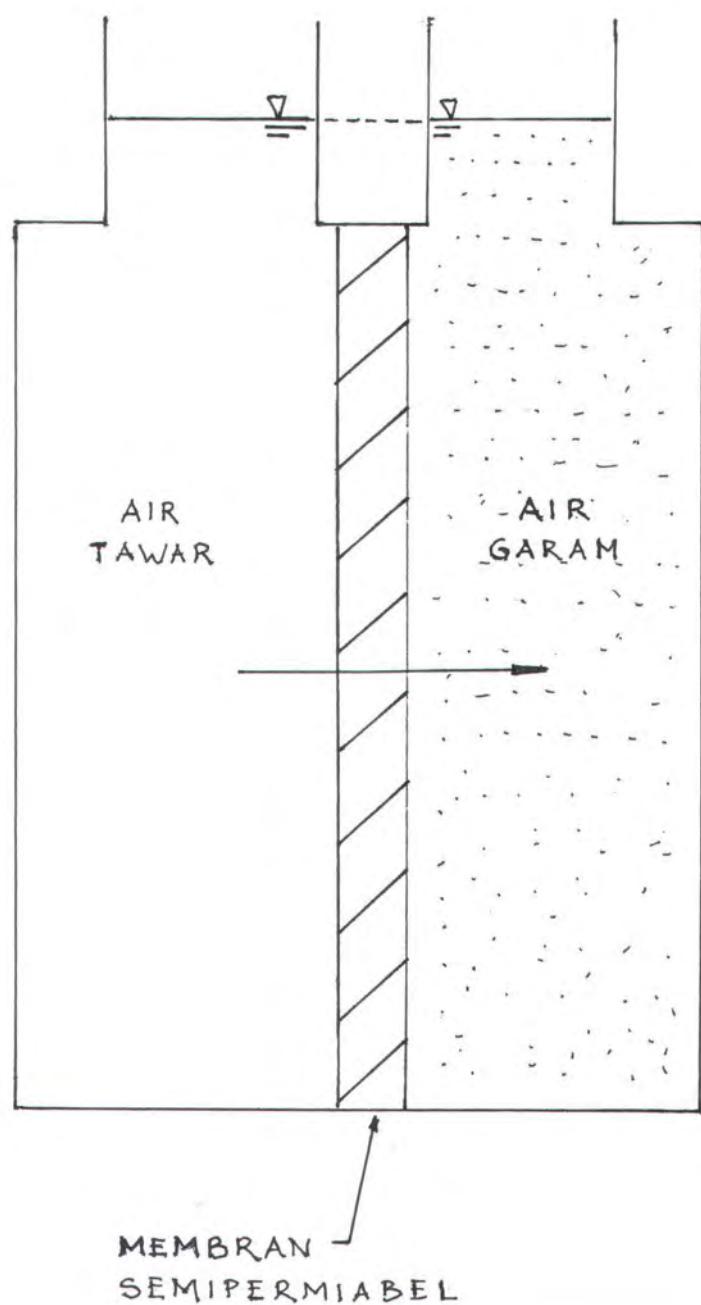
Keuntungannya :

- Sangat tahan terhadap air.
- Kemampuan membuang garam lebih baik dari pada selulosa asetat.
- Tahan terhadap makhluk hidup (bakteri, alga, dll.).

Kerugian :

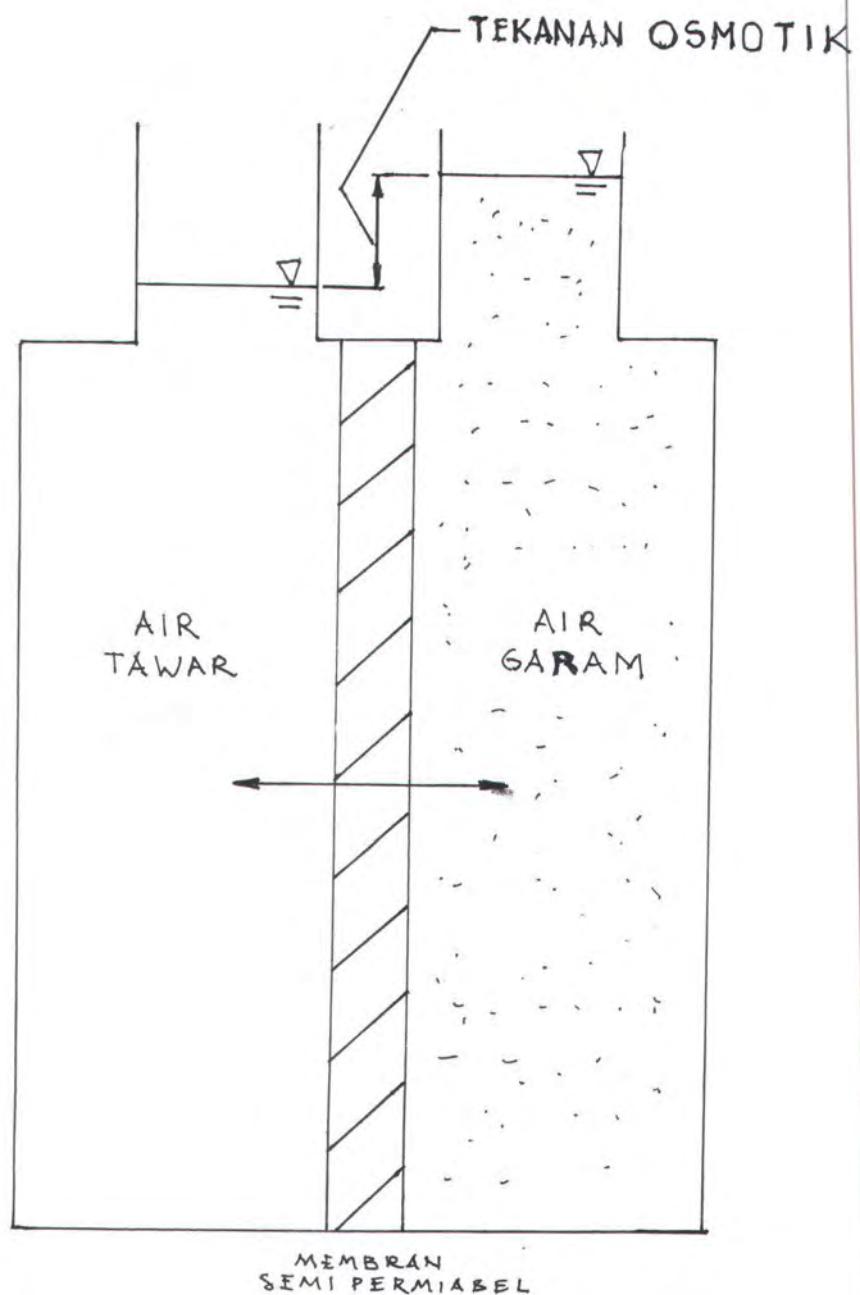
- Tidak tahan terhadap klorin.
- Membran mengalami perekatan bila melebihi batas umur pengoperasian (air yang dihasilkan mengalami penurunan 20 % bila melebihi 3 tahun pengoperasian).

Contoh produk dalam bentuk modul bisa dilihat pada gambar 2.6 (tipe disc-tube dari ROCHEM) dan gambar 2.7 (tipe hollo fibre dari MARINCO).



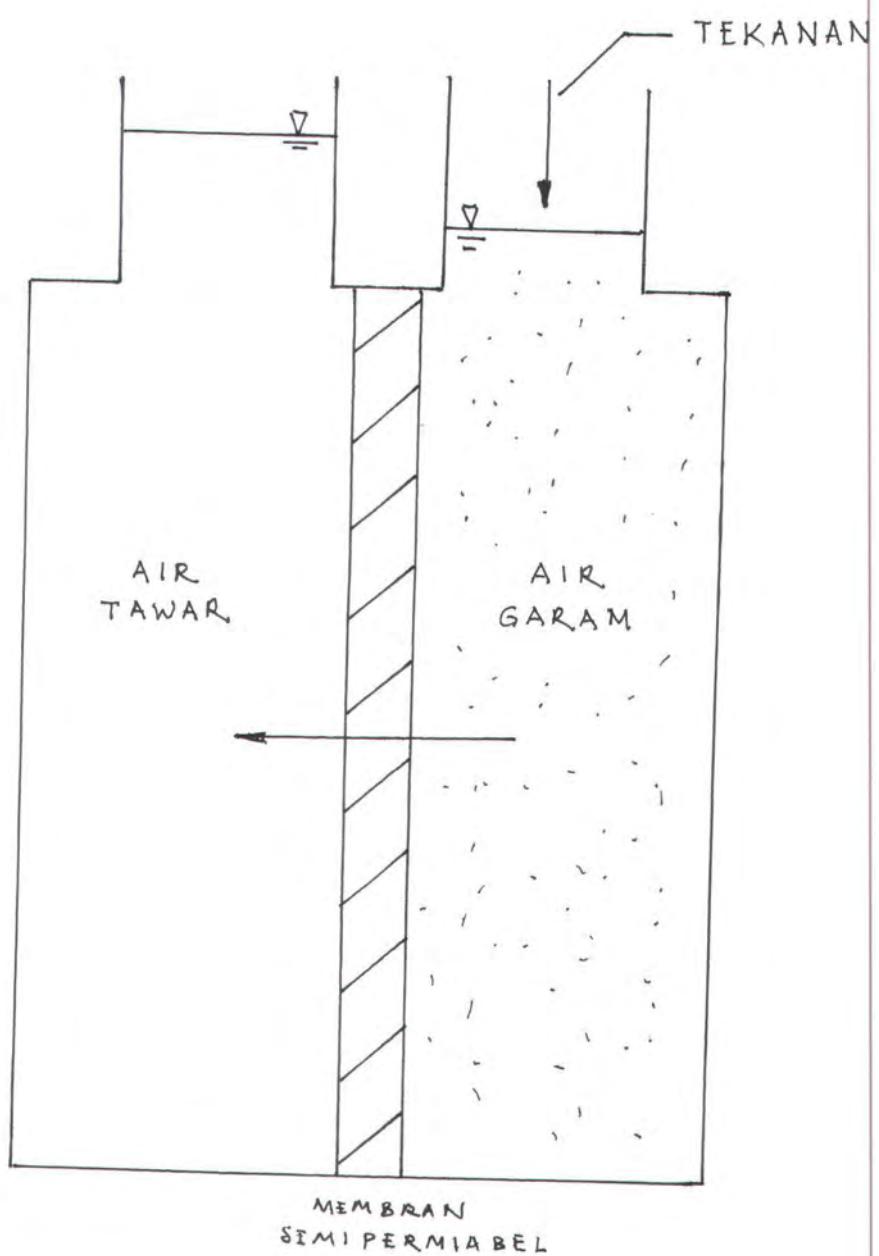
Gambar 2.1

Proses osmosis



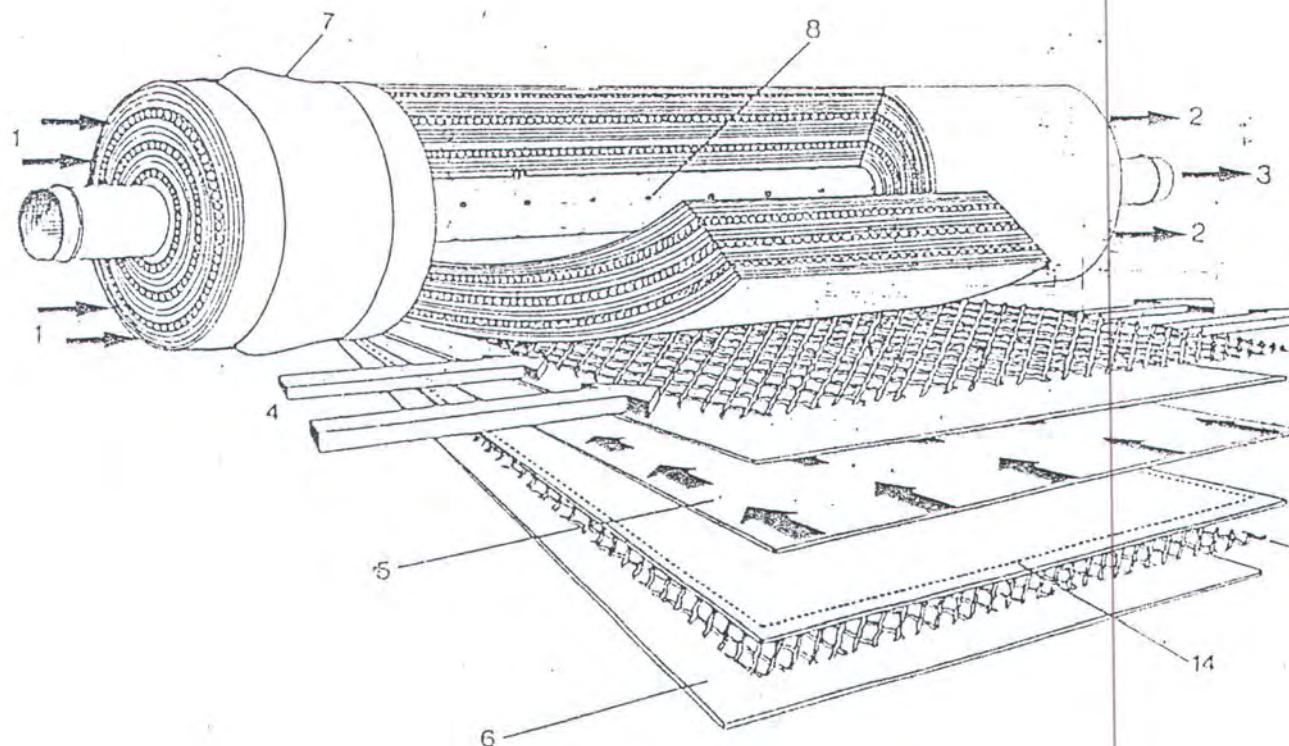
Gambar 2.2

Tekanan Osmotik



Gambar 2.3

Reverse Osmosis



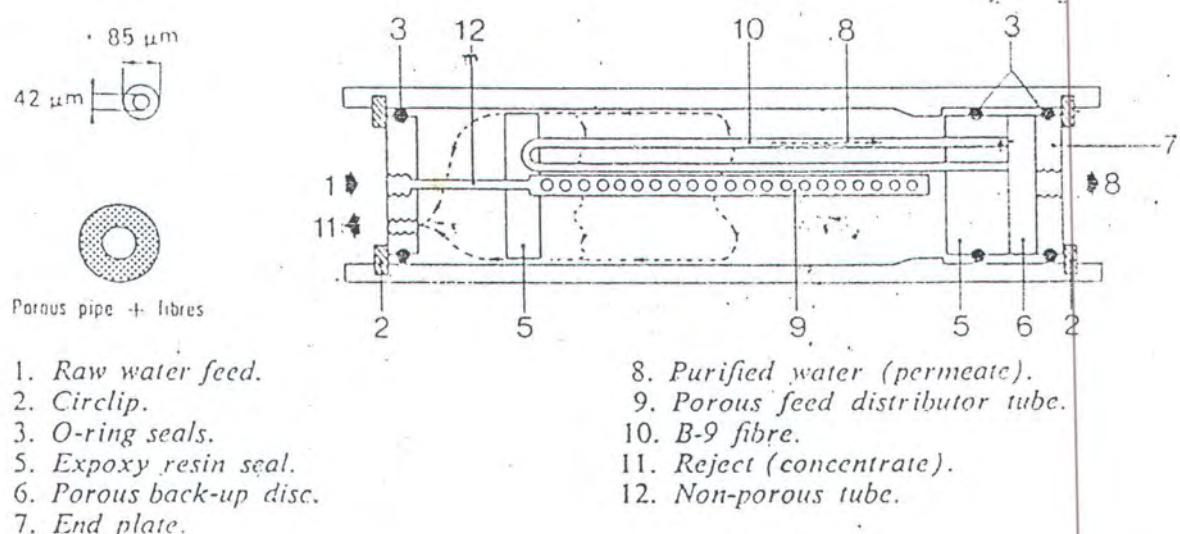
- | | | |
|------------------------------------|---|---|
| 1. Raw water. | 6. Protective coating. | 11. Permeate collector. |
| 2. Reject. | 7. Seal between module and casing. | 12. Membrane. |
| 3. Permeate outlet. | 8. Perforated tube for collecting permeate. | 13. Spacer. |
| 4. Direction of flow of raw water. | 9. Spacer. | 14. Line of seam connecting the two
membranes. |
| 5. Direction of flow of permeate. | 11. Membrane. | |

Spirally-wound module.

Gambar 2.4

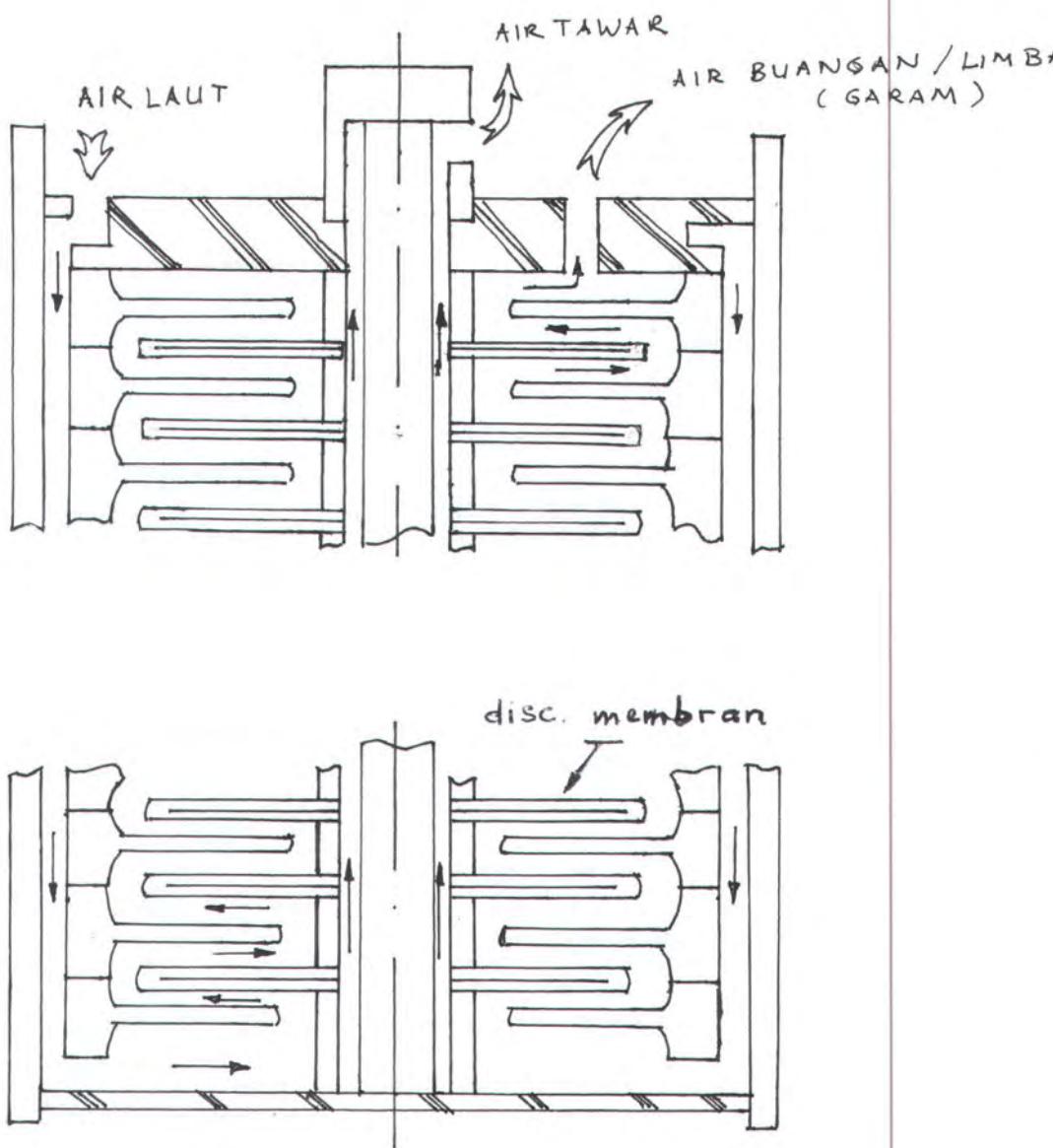
Modul membran semipermeabel dalam struktur sheet form
dari FILMTEC Tipe FT-30

HOLLOW FIBRE MODULES



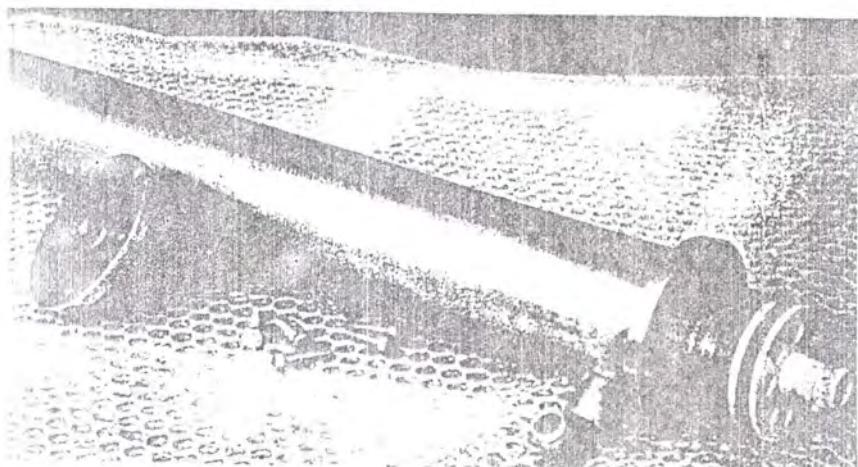
Gambar 2.5

Modul membran semipermiabel dalam struktur hollow fibers.



Gambar 2.6

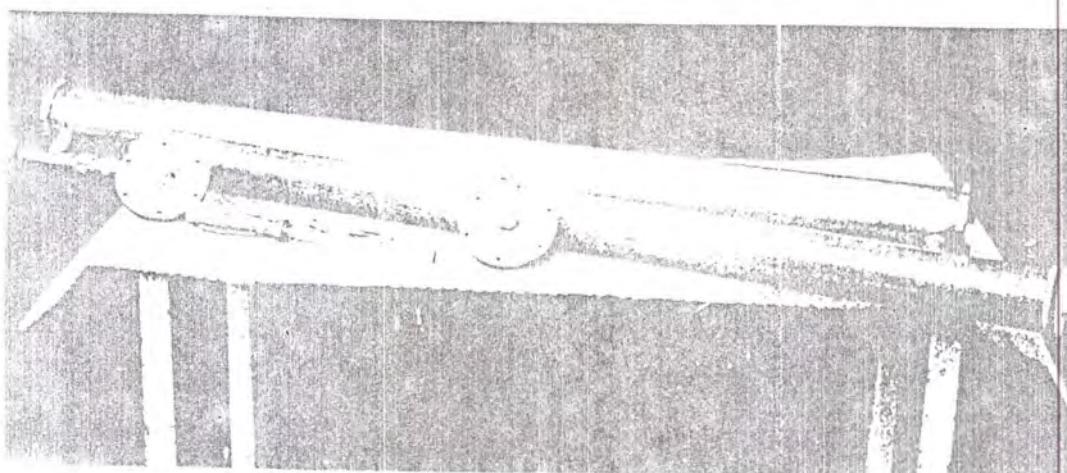
Modul membran semipermeabel dalam struktur disc-tube
dari ROCHEM



Vista della membrana all'entrata del vessel

View of the membrane at the vessel entrance

Vue de la membrane sur l'entrée du fourreau



Vista della membrana estratta

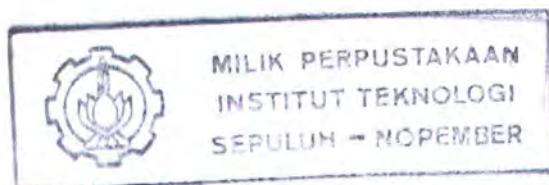
View of the membrane extracted

Vue de la membrane enlevée

Gambar 2.7

Modul membran semipermeabel dalam struktur hollow fiber

dari MARINCO



BAB III

INSTALASI RESERVE OSMOSIS

BAB III

INSTALASI SISTEM REVERSE OSMOSIS

3.1 SISTEM REVERSE OSMOSIS SEDERHANA

Instalasi sistem penyedia air tawar dengan reverse osmosis pada umumnya diproduksi pada satu unit yang kompak. Bahkan dari pabrik tertentu telah diproduksi suatu instalasi sistem reverse osmosis dalam unit kecil yang portabel (bisa dipindahkan dengan mudah). Dalam satu unit memuat instalasi peralatan sistem reverse osmosis yang lengkap, sehingga memudahkan operasionalnya.

Secara sederhana sistem reverse osmosis dapat digambarkan pada gambar 3.1 (Water and Wastewater Treatment, Tan Kwee Kok & Koh Wai Keat). Dimana saluran pemasukan dihubungkan dengan saluran hisap pompa bertekanan tinggi. Besarnya tekanan yang keluar dari pompa bertekanan tinggi diukur oleh pressure gauge yang mana sangat penting untuk keperluan pengaturan tekanan kerja pada membran semipermeabel.

Pompa bertekanan tinggi yang dipakai adalah pompa displasemen, yaitu jenis pompa piston (lihat gambar 3.2), dimana pompa jenis ini lebih efektif untuk menghasilkan tekanan tinggi pada putaran yang relatif rendah bila dibandingkan dengan pompa jenis lainnya untuk memompa fluida (air laut) (Marine Engineering, 1977 [a]). Besarnya tekanan dan kapasitas keluarannya tergantung dari spesifikasi dari membran semipermeabel.

Pada sistem tersebut terjadi proses reverse osmosis dimana air laut bertekanan tinggi (diatas tekanan osmotik air laut) yang dihasilkan oleh pompa bertekanan tinggi, pada membran semipermeabel air tawar sebagai pelarut terdifusi melewati membran semipermeabel sebagai hasil olahan, sedangkan air laut yang tidak mampu melewati membran semipermeabel sebagai limbah dibuang melalui saluran pembuangan.

Fungsi katup pada saluran pembuangan adalah untuk mereduksi tekanan yang keluar dari saluran pembuangan, sekaligus untuk mengatur besarnya tekanan air laut pada membran semipermeabel (sebagai regulator tekanan).

3.2 PENGEMBANGAN INSTALASI SISTEM REVERSE OSMOSIS.

Secara umum pengembangan instalasi sistem reverse osmosis adalah bertujuan untuk kemudahan pengoperasian dan perawatan peralatan dari sistem tersebut. Unit-unit instalasi sistem reverse osmosis yang tersedia dipasaran banyak yang telah dilengkapi dengan sistem pengoperasian yang otomatis, dimana kerja seluruh bagian sistem dikontrol oleh bagian sistem pengendali otomatis. Hal ini cukup penting apabila instalasi sistem reverse osmosis dioperasikan secara kontinyu, sehingga operator hanya perlu memeriksa secara berkala saja. Periode pengoperasian yang begitu luas tanpa penghentian untuk pembersihan dipersyaratkan dalam standar spesifikasi U.S. Navy dan U.S Maritime untuk instalasi distilasi di kapal (Marine Engineering, 1977 [b]).

Pada unit-unit instalasi reverse osmosis yang diproduksi oleh pabrik pembuat secara masal, kapasitas keluarannya, yaitu air tawar hasil olahan, telah ditentukan dan variasi besarnya kapasitas disediakan melalui tipe-model tertentu. Untuk keperluan khusus, misalnya untuk keperluan militer

pabrik pembuat menyediakan unit instalasi yang tahan terhadap getaran dan guncangan sehingga sesuai untuk dipasang pada kapal perang.

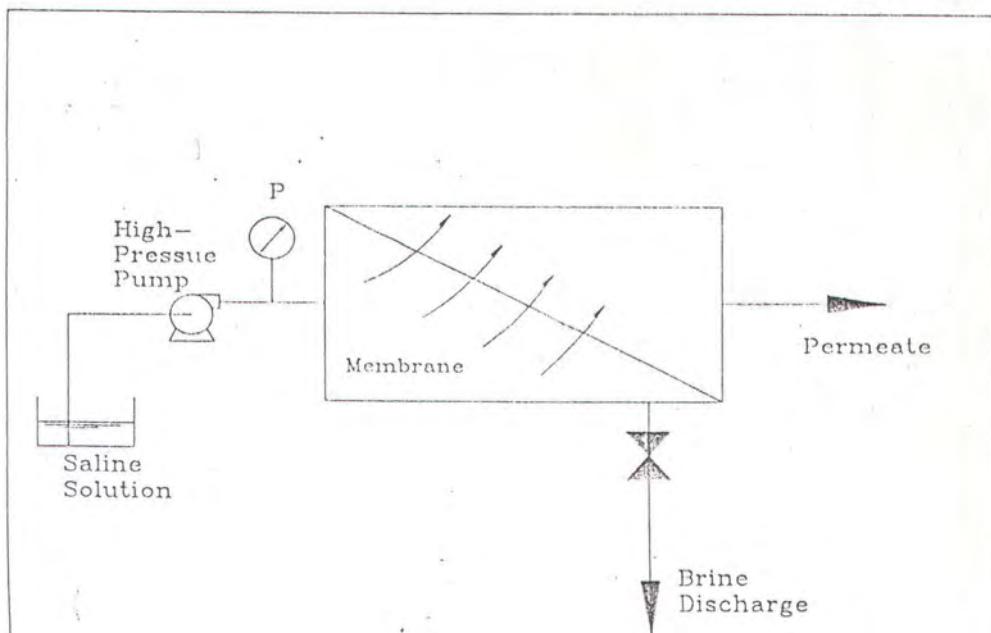
Untuk memperoleh kualitas air yang lebih baik pada saluran keluaran air tawar hasil olahan bisa ditambahkan asesori berupa ultraviolet sterilizers. Alat ini memancarkan gelombang pendek ultra violet pada daerah 253,7 nanometer yang mampu membunuh semua tipe mikro-organisme. Tingkat dosis yang diperlukan untuk membunuh mikro-organisme yang ada didalam air, berkisar dari 3000 hingga 23000 mikro-watt detik persentimeter persegi. Contoh produk perangkat ultraviolet sterilizers bisa dilihat pada halaman lampiran.

3.3 PENGARUH TEMPERATUR AIR DAN KADAR GARAM.

Dalam disain membran semipermeabel yang dipakai sistem reverse osmosis dirancang untuk temperatur air standar, yaitu 77 F (25°C) (Marine Engineering, 1977 [b]). Pada kenyataannya temperatur dan kadar garam air laut sangat tergantung dari kondisi perairan laut

yang dipengaruhi oleh perubahan musim dan geografi (Chemical Oceanography, J.P. Riley & G. Skirrow).

Membran osmotik sensitif terhadap variasi viscositas air yang dihitung dengan perubahan temperatur. Air yang melewati membran akan berbeda sekitar 3% tiap °C (1,56% tiap °F). Perubahan kapasitas air yang dihasilkan dipengaruhi juga oleh perubahan kadar garam dari air laut. Sebagaimana pengingkatan tingkat aliran air yang melewati membran, pada tingkat aliran masukan air laut yang sama, berarti kadar garam air laut yang disirkulasikan juga meningkat. Konsentrasi air laut rata-rata ditetapkan sebagai konsentrasi air laut pada pemasukan ditambah konsentrasi air laut pada saluran pembuangan dibagi dua. Untuk setiap 1000 ppm perubahan kadar garam rata-rata di dalam suatu unit, air yang melewati membran akan berbeda 1,8% disebabkan perubahan tekanan osmotik air laut (Marine Engineering, 1977 [b]).



Elements Of A Reverse-Osmosis System

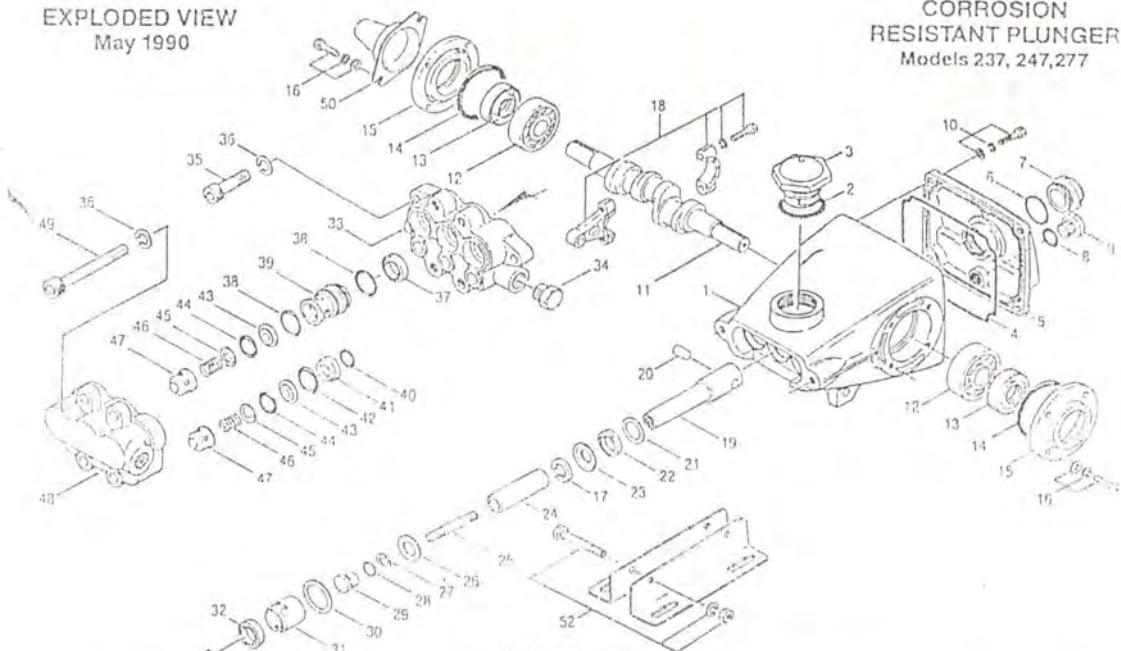
Stream	Salt Content	Pressure
Feedwater (Saline Solution)	High	High
Brine	Higher	High
Permeate	Low	Low

Gambar 3.1

Sistem reverse osmosis

EXPLODED VIEW
May 1990

CORROSION
RESISTANT PLUNGER
Models 237, 247, 277



PARTS LIST

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION	QTY.	ITEM	PART NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	44657	Crankcase (4 Screws, Large Cap)	1	32	44053	Lo Pressure Seal (Buna-N) (316 SS)	3
2	14177	O-Ring, Oil Filler Cap (Buna-N)	1	44926	Lo Pressure Seal (Viton) (304 SS) (Optional)	3	
3	43211	Oil Filter Cap	1	44052	Inlet Manifold, Aluminum Bronze	1	
4	43340	O-Ring, Crankcase Cover (Buna-N)	1	44563	Inlet Plug - 1/2" - Aluminum Bronze	1	
5	43339	Crankcase Cover	1	87050	Socket Head Bolt - M10 - 304SS	2	
6	44428	Flat Flex, Gasket, Oil Gauge	1	15047	Split Lock Washer - M10 - 304SS	6	
7	43987	Bubble Oil Gauge	1	44652	Hi Pressure Seal (Teflon) (316 SS)	3	
8	23170	O-Ring, Drain Plug	1	44925	Hi Pressure Seal (Viton) (Optional)	3	
9	25625	Drain Plug	1	23172	O-Ring, Spacer (Buna-N)	3	
10	89053	Hex Head Screw (M6 x 20) - 304SS	6	11177	O-Ring, Spacer (Viton) (Optional)	1	
11	19933	Washer - M6 - 304SS	6	44059	Discharge Valve Spacer (316 SS)	3	
	15849	Split Lockwasher - 304SS	6	40	17547	O-Ring, Adapter (Buna-N)	3
11	43897	Crankshaft - Dual End - 277	1	41	11085	O-Ring, Adapter (Viton) (Optional)	3
	44973	Crankshaft - Single End - 279 - G.B.	1	44000	Inlet Valve Adapter (316 SS)	3	
	44917	Crankshaft - Dual End - 237	1	43893	O-Ring, Adapter (Buna-N)	3	
	44193	Crankshaft - Dual End - 247	1	44927	O-Ring, Adapter (Viton) (Optional)	3	
12	14487	Bearing	2	44058	Valve Seat (316 SS)	3	
13	24159	Oil Seal (Buna-N)	1	44001	O-Ring, Valve Seat (Buna-N)	6	
14	26536	O-Ring, Oil Seal Case	2	44928	O-Ring, Valve Seat (Viton) (Optional)	6	
15	27950	Bearing Case	2	44057	Valve (316 SS)	6	
	44972	Blind Bearing Shaft Cover - 273 - G.B.	1	44055	Valve Spring (316 SS)	1	
16	89518	Hex Head Screw (M6 x 1f) - 304SS	6	44054	Disc Manifold, Aluminum Bronze	1	
	16933	Washer - M6 - 304SS	6	87052	Socket Head Bolt (M10 x 55) - 304 SS	1	
	15849	Split Lockwasher - 304SS	6	50	25130	Shaft Protector (Optional)	1
17	45697	Split Washer - 316SS	3	52	30612	Angle Mounting (Optional)	1
18	101799	Connecting Rod Assembly	3	26216	Angle Rail	1	
19	45114	Plunger Rod (316 SS)	3	30301	Hex Cap Screw 5/16 x 2 1/4	1	
20	16948	Rod Pin	3	30310	Hex Nut 5/16	1	
21	20017	Washer	3	30120	Split Lock Washer 5/16	1	
22	75301	Oil Seal (Buna-N)	3	30246	Pulley Assembly (2 1/2" wide)	1	
23	43900	Bearing Slinger	3	30032	Pulley 5" w/2 Set Screw	1	
24	43901	Ceramic Plunger	3	30047	Key (M5)	1	
25	89552	Retainer Stud (316 SS) (145 x 44)	3	30551	Mounting Kit (Rails, Pulley, Key, G)	1	
26	44041	Gasket (316 SS)	3	30696	Valve Seat Removal Tool	1	
27	43235	Back-Up Ring (Teflon)	3	30982	Valve Kit (Includes 38,40,42,43,44,51,54,47)	1	
28	17326	O-Ring, Plunger Retainer (Buna-N)	3	30983	Seal Kit (Includes 32,37,38,40,41,42)	1	
29	14150	O-Ring, Plunger Retainer (Viton) (Optional)	3	43257	Seal Case Removal Tool	1	
30	44031	Plunger Retainer (316 SS)	3				
31	26854	Seal Washer	3				
	28997	Seal Retainer	3				

Please refer to the following page for additional information.
See Tech Bulletin 314-47-1952 for additional information.

Gambar 3.2

Pompa piston

(Dari Manual Instruction Book, Marinco)

BAB IV

PENERAPAN RESERVE OSMOSIS DALAM SISTEM PENYEDIAAN AIR TAWAR

BAB IV

PENERAPAN REVERSE OSMOSIS DALAM SISTEM PENYEDIAAN AIR TAWAR

4.1 PERTIMBANGAN PEMILIHAN SISTEM REVERSE OSMOSIS.

Pada kenyataannya, saat ini sistem reverse osmosis lebih banyak dipakai pada kapal-kapal perang, kapal wisata, kapal penelitian dan kapal layar. Pada kapal perang dimana ruang yang tersedia sangat terbatas karena ukuran badan kapal sangat dibatasi untuk kelincahan olah gerak kapal dan banyaknya peralatan yang berkaitan dengan tugasnya sebagai kapal perang. Selain itu pada umumnya jalur pelayaran kapal perang seringkali harus berubah-ubah dalam operasionalnya baik untuk tugas-tugas tertentu maupun untuk keamanan bagi kapal itu sendiri. Pada kondisi yang demikian, perencanaan persediaan air tawar yang harus disediakan dalam tangki untuk mencukupi kebutuhan selama pelayarannya menjadi hal yang sulit.

Kapal wisata dan kapal penelitian memerlukan instalasi penyediaan air tawar dengan reverse osmosis pada umumnya adalah karena seringkali berlayar dalam

waktu yang lama pada daerah terpencil, yang belum tentu memiliki fasilitas untuk mencukupi kebutuhan air tawarnya. Padahal pada kapal-kapal jenis ini umumnya ruangan di dalam badan kapal juga terbatas. Untuk kapal wisata dengan jumlah penumpang yang relatif banyak tentu memerlukan tangki yang relatif besar dan juga akan menambah berat displasemen dari kapal. Sedangkan pada kapal penelitian berkaitan dengan fungsi kapal memerlukan ruangan untuk mengangkut peralatan penelitian maupun ruangan untuk laboratorium.

Untuk kapal layar dengan bentuk badan kapal yang dibuat se-stream line mungkin dan displasemen kapal yang terbatas tentu lebih sesuai menggunakan sistem penyediaan air tawar dengan cara reverse osmosis. Sebab dengan demikian tidak diperlukan tangki persediaan air tawar yang besar bagi kapal layar.

4.2 CONTOH PERENCANAAN SISTEM REVERSE OSMOSIS.

Berikut adalah contoh perencanaan sistem reverse osmosis yang akan dipasang pada salah satu kapal milik TNI-AL jenis kapal penyapu ranjau dengan jumlah awak

kapal sebanyak 50 orang (Proyek kapal jenis Condor, TNI-AL).

4.2.1 Penghitungan kapasitas dan pemilihan tipe.

Data-data perhitungan yang diperlukan adalah jumlah kebutuhan air tawar, yaitu untuk awak kapal, motor pokok dan motor bantu kapal.

Data-data yang didapat adalah :

- Jumlah awak kapal 50 orang.
- Kebutuhan air tawar untuk sistem pendingin pada motor pokok dan motor bantu 150 kg/hari.

Untuk keperluan awak kapal :

- masak : 4 kg/orang/hari
- minum : 15 kg/orang/hari
- mandi-cuci : 100 kg/orang/hari

Jumlah kebutuhan untuk awak kapal/hari :
119 kg/orang.

Jumlah kebutuhan untuk seluruh awak kapal (50 orang)

$$50 \times 119 = 5950 \text{ kg/hari}$$

Jumlah kebutuhan air tawar seluruhnya :

$$150 + 5950 = 6100 \text{ kg/hari} \quad \text{atau}$$

$$6100 \text{ kg/hari} \times 1 \text{ l/kg} = 6100 \text{ l/hari.}$$

Direncanakan untuk mengisi tangki hidrofor sebanyak 2 kali sehari, sehingga tangki penyimpan air tawar hasil dari proses reverse osmosis adalah :

$$6100 \times (1/2 \text{ hari}) = 3050 \text{ liter} \quad (\text{isi bersih})$$

Kapasitas nominal sistem reverse osmosis yang dibutuhkan 3050 liter per hari.

Untuk perairan laut Indonesia, temperatur permukaan air laut berkisar 28 hingga 31 °C dan kadar garam berkisar 28.000 - 35.000 ppm (Laut Nusantara, Dr. Anugerah Nonji) Koreksi terhadap perbedaan temperatur untuk membran polyamide (FT-30) bisa dilihat pada tabel 4.1 .

- Untuk temperatur 28 °C didapat faktor koreksi 0,91 kapasitas menjadi : $3050 \times 0,91 = 2775,5 \text{ l/hari}$
- Untuk temperatur 31 °C didapat faktor koreksi 0,83 kapasitas menjadi : $3050 \times 0,83 = 2531,5 \text{ l/hari}$

Koreksi terhadap perbedaan kadar garam standar (lihat bab III), dimana untuk setiap peningkatan kadar garam

TEMPERATURE CORRECTION

FT-30 REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

Procedure for Correcting Reverse Osmosis System Flow Rate
to Compensate for Feedwater Temperature

To calculate flow at temperatures other than 25°C:

1. Measure the feedwater temperature.
2. Determine the corresponding correction factor from the table below.
3. Divide nominal flow rate by the correction factor of measured temperature to obtain the ratio of flow at desired temperature.

Temperature °C			Temperature °F		
°C	Correction Factor	°C	Correction Factor	°F	Correction Factor
1	3.64	26	0.97	34	3.47
2	3.23	27	0.94	36	3.18
3	3.03	28	0.91	38	2.93
4	2.78	29	0.88	40	2.68
5	2.58	30	0.85	42	2.47
6	2.38	31	0.83	44	2.29
7	2.22	32	0.80	46	2.14
8	2.11	33	0.77	48	2.01
9	2.00	34	0.75	50	1.88
10	1.89	35	0.73	52	1.77
11	1.78	36	0.71	54	1.68
12	1.68	37	0.69	56	1.59
13	1.61	38	0.67	58	1.51
14	1.54	39	0.65	60	1.44
15	1.47	40	0.63	62	1.36
16	1.39	41	0.61	64	1.30
17	1.34	42	0.60	66	1.24
18	1.29	43	0.58	68	1.17
19	1.24	44	0.56	70	1.12
20	1.19	45	0.54	72	1.08
21	1.15	46	0.53	74	1.05
22	1.11	47	0.51	76	1.02
23	1.08	48	0.49	77	1.00
24	1.04	49	0.47	78	0.97
25	1.00	50	0.46	80	0.93

Tabel 4.1
(Instruction Book, Marinco)

sebesar 1000 ppm maka terjadi peningkatan kapasitas sebesar 1,8% (kadar garam standar 3500 ppm) kapasitas unit sistem reverse osmosis yang dibutuhkan sebesar : Untuk 28.000 ppm ; faktor koreksi :

$$1 + ((35.000-28.000)/1000 \times 0,018) = 1.126$$

- Untuk 28 °C : $2775,5 \times 1,126 = 3125,2$ l/hari

- Untuk 31 °C : $2531,5 \times 1,126 = 2850,5$ l/hari

Untuk 35.000 ppm ; faktor koreksi = 1 (kondisi standar)
untuk 28 °C = 2775,5 dan 31 °C = 2531,5 l/hari.

Di pasaran terdapat 2 pilihan, yaitu :

Merk	: ROCHEM	: MARINCO
Type	: RoRo 204	: Ecopure 190
Pure water output (l/d)	: 2000-4000	: 4560
Power supply (kWh)	: 1.6-2.4	: 3.1
Dimensions (cm)	: 80x50x100	: 110x35x55
Weight (kg)	400-450	: 90
Membrane type	poliamide	: poliamide

Dari data tersebut dipilih sistem reverse osmosis dari ROCHEM . Pembelian sebanyak dua unit, satu unit untuk cadangan. Hal penting yang menjadi pertimbangan

pemilihan adalah bahwa pada produk ROCHEM tersebut telah tersedia sistem untuk perlindungan terhadap guncangan dan getaran (shock and vibration proof systems) yang sesuai dengan standar militer. Sistem ini sangat penting berkaitan dengan kondisi lingkungan kerja kapal penyapu ranjau milik TNI-AL tersebut, yang berhubungan dengan getaran dan guncangan akibat ledakan ranjau maupun penembakan senjata di kapal dalam suasana peperangan.

4.2.2 Perencanaan pemasangan di kamar mesin.

Tahap pertama yang perlu dilakukan adalah memeriksa bagian-bagian dari peralatan dari kemungkinan rusak pada saat pengiriman. Penempatan peralatan dari unit sistem reverse osmosis pada ruang mesin harus mempertimbangkan jarak terhadap dinding sekeliling dan jarak terhadap peralatan permesinan lainnya, untuk pemeriksaan secara periodik dan pemeliharaan. Kemudian dilakukan penyambungan terhadap pipa saluran :

- Pemasukan air laut (dari sea chest).
- Keluaran menuju tangki air tawar.

- Pembuangan limbah air kotor dan garam.

Disambungkan menuju saluran pembuangan keluar badan kapal.

- Pemasukan sirkuit pembersihan.

Pada ROCHEM tipe tersebut dalam sub-bab 4.2.1 tangki pembersihan telah terpasang didalam unit peralatan dan pembersihan membran dilakukan secara otomatis.

- Keluaran sirkuit pembersihan.

Pembersih disirkulasikan dalam sirkuit tertutup. Limpahan dari tangki disalurkan ke bilga kamar mesin, dan pembuangan cairan pembersih dan air pembilasan dihubungkan kesaluran pembuangan limbah.

4.2.3 Pemeriksaan dan persiapan pengoperasian peralatan.

Sistem reverse osmosis adalah mesin yang mudah untuk dioperasikan. Langkah - langkah untuk menjalankannya sebagai berikut :

1. Pertama kali adalah menghubungkan sambungan listrik ke sambungan listrik dari kapal. Perlu untuk diperhatikan adalah voltase dan frekuensi listrik yang dibutuhkan oleh mesin ini harus sesuai dengan yang tersedia di kapal. Hal ini penting, sebab akan

mempengaruhi unjuk kerja dari mesin.

2. Buka penuh katup regulator tekanan.
3. Periksa posisi bukaan katup-katup lainnya sesuai buku petunjuk (instruction book).
4. Aktifkan pompa booster dan periksa kerja pompa. Pastikan bahwa semua bagian berjalan dengan baik. Jalankan pompa selama beberapa menit untuk memeriksa kemungkinan terjadi kebocoran. Walaupun pompa yang di pakai adalah pompa self priming ada kemungkinan masuknya air menuju propeller pompa terhalang oleh udara yang terperangkap pada filter saluran masuk.
5. Langkah selanjutnya adalah mengaktifkan pompa bertekanan tinggi. Setelah beberapa saat kemudian tutup katup regulator dan periksa tekanan kerja dari pompa bertekanan tinggi sesuai buku petunjuk.

Apabila semua bagian yang telah diperiksa tersebut telah berjalan dengan baik maka peralatan sistem reverse osmosis tersebut telah siap untuk memproses air laut menjadi air tawar.



4.2.4. Perencanaan pemeliharaan membran osmotik.

Semua tipe membran semipermeabel dari berbagai merk sangat mudah mengalami pengotoran, baik oleh lapisan bahan organik atau garam-garam yang telah terpisahkan, yang mana akan mengurangi debit aliran air yang melewati membran. Tidak ada rumusan yang pasti untuk menghitung saat dimana membran harus dibersihkan. Biasanya pembersihan dilakukan bila aliran yang melewati membran berkurang sekitar 20-30% pada kondisi pengoperasian yang sama (dibandingkan dengan saat awal pengoperasian). Hal ini berarti bila pada saat permulaan pembersihan membran didapat waktu dan kondisi pengoperasian yang pasti ; maka pada kondisi yang sama, waktu yang didapat itulah sebagai acuan waktu pembersihan secara periodik. Jika pengoperasian membran dilakukan pada kualitas air baku yang lebih buruk maka frekuensi pembersihan harus dilakukan lebih cepat.

4.3 INSTALASI SISTEM AIR TAWAR DENGAN REVERSE OSMOSIS.

Pada kapal tipe penyapu ranjau milik TNI-AL ini pemasangan sistem reverse osmosis merupakan modifikasi dari sistem yang telah ada sehingga penginstalasian

sistem memanfaatkan sebagian dari sistem yang telah ada (lihat lampiran gambar). Peralatan yang telah tersedia yaitu : sambungan pipa air laut yang berasal dari sea chest sebagai sumber air yang akan diolah oleh sistem reverse osmosis; saluran pipa menuju sistem pipa bilga sebagai saluran pembuangan limbah dari cleaning tank (tangki pembersihan); saluran pembuangan limbah dari sistem reverse osmosis berupa air laut dengan kadar garam lebih tinggi menuju keluar dari lambung kapal; dan saluran pipa menuju tangki air tawar sebagai penampung hasil dari sistem reverse osmosis, yaitu berupa air tawar.

Peralatan (fitting) pipa saluran pemasukan air laut yang diperlukan meliputi : Stop check valve sebagai pengatur aliran masuk air laut dari sea chest menuju saluran pemasukan air laut pada sistem reverse osmosis. Pada sea chest telah terdapat katup dan filter, dan pipa menuju saluran pemasukan sistem reverse osmosis merupakan cabang dari salah satu pipa yang menuju provision store pump.

Pada saluran keluar pembuangan limbah air laut berkadar garam tinggi dari sistem reverse osmosis,

sebelum keluar dari lambung kapal dipasang sebuah stop check valve untuk mencegah aliran balik pada saluran tersebut.

Sebagaimana terlihat pada gambar skema sistem pada lampiran, air laut dari sea chest di pompa oleh filter pump yang juga sebagai booster pump menuju sand filter (penyaring pasir) dan cartridge filter (filter berbentuk tabung) untuk lebih membersihkan air laut yang masuk ke sistem reverse osmosis. Hal ini sangat penting sebab partikel kotoran didalam air laut akan mempercepat kerusakan pompa bertekanan tinggi dan membran semipermeabel. Air laut yang telah tersaring di cartridge filter kemudian masuk menuju high pressure pump (pompa bertekanan tinggi) agar air tawar mampu menembus membran semipermeabel. Air tawar tersebut kemudian dialirkan menuju fresh water tank (tangki air tawar) sedangkan air laut yang tidak mampu menembus membran dibuang menuju keluar dari lambung kapal.

BAB V

SISTEM RESERVE OSMOSIS DAN DISTILASI LAIN

BAB V

SISTEM REVERSE OSMOSIS DAN DISTILASI LAIN

5.1 TINJAUAN ASPEK TEKNIS.

Instalasi distilasi dalam penggunaan di kapal adalah untuk menghasilkan air dengan kadar kemurnian tinggi. Air yang didistilasi itu berasal dari air dengan kualitas kemurnian yang rendah (kotor) diproses menjadi yang cukup murni sesuai keperluan. Kapasitasnya bervariasi dari beberapa ratus galon per hari hingga 100.000 galon per hari atau lebih, tergantung ukuran dan penggunaan kapal (Marine Engineering, 1977).

Air distilasi disyaratkan untuk meningkatkan kemurnian air untuk penggunaan pada boiler dan air segar untuk minum, memasak, pembilasan, rumah sakit, dan mencuci pakaian. Penambahan kapasitas adalah diusahakan untuk memenuhi penggunaan air segar (tawar) sistem sanitari.

Standar dari spesifikasi U.S. Navy dan U.S. Maritime Administration mensyaratkan kemurnian distilasi adalah kurang dari 4,3-ppm tds (total

dissolved solids). Kebanyakan instalasi distilasi dapat menghasilkan kurang dari batas itu. Spesifikasi untuk kapal laut bertenaga nuklir mensyaratkan kemurnian distilasi setengah dari spesifikasi normal. Pengujian pada instalasi distilasi dikapal mendemonstrasikan bahwa kandungan air yang dihasilkan kurang dari 1/2 -ppm tds dengan pengujian melalui metode sodium tracer dan kilasan spektrometer.

Jika dioperasikan pada air laut normal (35 000 ppm tds)(The Oceans, Sverdrup), sebuah instalasi distilasi harus mampu untuk pengoperasian pada periode lebih dari 90 hari pada kapasitas normal tanpa berhenti untuk pembersihan. Tergantung pada desain spesifik, hal ini dapat dengan atau tanpa perlakuan bahan kimia tambahan. Pengoperasian tanpa berhenti ini disyaratkan oleh spesifikasi U.S. Navy dan U.S. Maritime untuk instalasi distilasi dikapal. Air laut normal dijumpai di sebagian besar daerah Lautan Atlantik dan Pasifik.

5.1.1 Sumber energi.

a. Sistem evaporasi.

Desain thermodinamik dari sebuah unit distilasi

dengan evaporasi (penguapan) sangat tergantung pada sumber energi panas untuk menaikkan temperatur air laut yang masuk sebagai syarat untuk penguapan yang efisien. Energi ini dapat diberikan sebagai uap, tenaga listrik, atau panas buangan didalam gas buang atau air panas. Sebuah unit distilasi dapat menggunakan salah satu atau beberapa kombinasi dari sumber-sumber energi tersebut. Seleksi dari sumber energi optimum tergantung pada keseimbangan panas keseluruhan sistem, efisiensi penguapan yang dikehendaki, energi yang tersedia, dan cara pengoperasian.

Beberapa kapal ditenagai dengan turbin uap, sehingga uap adalah sumber panas yang digunakan pada unit distilasi dikapal tersebut. Uap ekstraksi turbin tekanan rendah dan uap pembuangan permesinan bantu adalah sumber yang normal untuk pengoperasian instalasi distilasi.

Untuk meningkatkan efisiensi dan pengoperasian yang fleksibel, praktek standar untuk disain pendistilasi yang beroperasi dengan uap lain yang berasal dari turbin induk atau uap yang telah dibuang dari beberapa macam turbin bantu. Jika dioperasikan di

laut, pemanfaatan uap menjadikan pengoperasian yang lebih ekonomis sebagaimana sebagian besar penyerapan panas dalam uap dikeluarkan pada condenser (pengembun) utama, memberikan keuntungan penambahan energi tambahan sangat kecil pada siklus sebelum menjadi embun.

Diesel atau turbin gas yang menggerakkan kapal menghasilkan panas buang sebagai sumber panas untuk pengoperasian instalasi distilasi. Panas buangan mungkin di dalam air pendingin jacket motor diesel atau mungkin kandungan panas dari turbin atau gas buang motor. Unit distilasi tipe submerged-tube dan thin-film bisa digunakan jika air panas adalah sebagai sumber panas sebab unit ini beroperasi dengan shell bertemperatur rendah dan dapat menggunakan air pada temperatur lebih rendah sebagai sumber panas dari pada tipe flash. Instalasi distilasi untuk aplikasi ini umumnya didisain untuk menggunakan air jacket dengan temperatur pada saluran masuk distiler 165 hingga 170 F. Dengan flash evaporator , temperatur air panas pada saluran masuk heater (pemanas) harus lebih dari 190 F untuk menjadikan disain pemanas air laut yang

efisien.

Tenaga listrik juga digunakan untuk mengoperasikan instalasi distilasi tipe vapor-compression yang efisien; bagaimanapun juga untuk pertimbangan akonomis, tenaga listrik adalah penggunaan yang tidak normal pada instalasi distilasi dibandingkan model disain lainnya, kecuali sebagai suplemen atau penyedia panas darurat (emergency). Untuk disain flash, submerged-tube, atau basket, penggunaan langsung dari tenaga listrik untuk pemanas (feedwater) air baku adalah tidak praktis.

Jika sedang berlabuh, keseluruhan panas disyaratkan untuk membuat kapasitas normalnya terjaga dengan pemanas uap dan pemanas listrik untuk mencukupi 2/3 dari kapasitas dan pemanas listrik menyediakan 1/3-nya. (Marine Engineering, 1977).

b. Sistem reverse osmosis.

Berbeda dengan sistem evaporasi, pada sistem reverse osmosis cara pengolahan air laut menjadi air tawar adalah dengan mendifusikan air tawar sebagai pelarut didalam air laut dan membuang garam sebagai yang terlarut didalam air laut, sehingga pada kondisi

normal sistem ini tidak memerlukan suatu alat penukar panas seperti halnya pada sistem evaporasi. Kondisi normal untuk pengoperasian membran semi permiable pada sistem reverse osmosis umumnya adalah pada temperatur 25° C (77 F) (lihat Bab III).

Sumber energi untuk penggerak pompa bertekanan tinggi untuk menghasilkan tekanan yang melampaui tekanan osmotik air agar berlangsung proses reverse osmosis pada unit-unit sistem reverse osmosis diberikan dengan penggerak motor listrik pada umumnya. Ada beberapa tipe unit reverse osmosis yang dirancang untuk bisa menggunakan penggerak motor diesel seperti produk dari Marinco pada gambar 5.1 .

5.1.2 Material Konstruksi dan peralatan sistem distilasi.

Dalam disain suatu unit instalasi distilasi, material suatu bagian dipertimbangkan sesuai fungsinya dan kondisi kerjanya. U.S. Navy memberikan standar pada 90-10 copper-nickel sebagai material yang digunakan untuk tabung-tabung, alas tabung (tubesheets), kotak air (water boxes), selongsong evaporator (evaporator sheels), dan perpipaan untuk instalasi distilasi

dikapal (Distillation Units, Water;etc, MIL-D-18641). Spesifikasi yang sama diberikan oleh U.S. Maritime Administration (U.S. Department of Commerce) dan 90-10 copper-nickel juga dipersyaratkan untuk flash chamber (ruang bakar), dengan ketentuan bahwa baja ruang evaporator, dengan perlindungan yang pantas terhadap korosi dengan lapisan pelindung, menjadi pertimbangan.

Penggunaan material nonferrous bukan hanya penting untuk daerah kontak dengan air asin, adalah sama pentingnya bahwa daerah sekat kondenser (condensers baffels), cekungan penampung hasil distilasi (distillate troughs) dan sekat aliran udara (vent sections) dari material nonferrous. Material-material tersebut mengalami kontak dengan uap yang memuat oksigen dan karbon dioksid yang terlepas dari pemanasan air asin dan juga menjadi subyek pada korosi (Marine Engineering, 1977).

Demikian halnya pada disain material konstruksi sistem reverse osmosis, persoalan utama adalah bahwa pada saluran yang dialiri air laut akan mengalami situasi korosif akibat pengaruh dari garam yang terlarut dalam air laut. Terlebih pada saluran

pembuangan, dimana kandungan garam menjadi sangat tinggi; sedangkan pada keluaran dari pompa bertekanan tinggi menuju membran hingga katup regulator tekanan, selain pengaruh dari air laut juga beban tekanan akibat dari kerja dari pompa bertekanan tinggi terhadap air laut. Bahan-bahan yang dipakai untuk rumah katup, silinder dan head pompa dipakai bahan marine bronze; sedangkan katup pompa bertekanan tinggi, poros impeller pada booster pump, dan tabung modul membran serta pipa dan sambungannya (fittings) pada saluran bertekanan tinggi dan katup regulator tekanan dari bahan stainless steel AISI 316 ; sedangkan untuk piston pompa bertekanan tinggi dipakai bahan keramik (Instruction Book, Marinco).

5.2 ASPEK TEKNIS EKONOMIS INSTALASI DISTILASI.

5.2.1 Sistem evaporasi.

Pengertian umum dari efisiensi instalasi distilasi (sistem evaporasi) adalah pounds air hasil distilasi per 1000 Btu dari panas yang di suplai. Untuk instalasi multistage, dirangkai sebagai evaporator yang

dipanaskan oleh uap yang dihasilkan didalam stage (tahap) awal, ekonomi keseluruhan dari instalasi diestimasikan pertama dengan mengolah perhitungan keseimbangan aliran panas.

Ekonomi keseluruhan dari sebuah instalasi distilasi (disebut efisiensi) dinyatakan dalam pounds hasil distilasi per pounds dari bahan bakar tambahan untuk instalasi pendistilasi, lebih dan diatas bahan bakar yang dibutuhkan daya kapal sepenuhnya. Pembuatan dari ekonomi keseluruhan instalasi distilasi memerlukan sebuah masukan dari jumlah bahan bakar tertinggi yang digunakan untuk memproduksi uap yang dibutuhkan oleh pemanas air laut, tenaga listrik dibutuhkan untuk bermacam-macam pompa didalam instalasi, kerja berguna yang diberikan oleh uap pemanas digunakan untuk panggunaan lainnya, dan panas dikembalikan ke boiler dari instalasi distilasi (pertimbangan yang sangat penting untuk instalasi distilasi yang mempunyai condenser yang menggunakan air embun instalasi propulsi utama sebagai pendingin).

Sehingga ekonomi keseluruhan dari instalasi tergantung atas instalasi daya kapal, dan inter-relasi

kapal diantara keduanya, Adalah tidak mungkin untuk menguraikan secara akurat ekonomi instalasi distilasi tanpa memperhatikan instalasi tenaga. Berikut diberikan sebuah pendekatan pemikiran karakteristik ekonomi keseluruhan dari keempat tipe dari instalasi distilasi:

- Single stage submerged-tube dioperasikan pada uap boiler pada tekanan yang direduksi, 13 pounds hasil distilasi per pound dari bahan bakar tambahan.
- Two-stage flash dioperasikan pada semburan uap, 50 pound hasil distilasi per pound tambahan bakar.
- Three- stage flash dioperasikan pada semburan uap, 75 pound hasil distilasi per pound tambahan bakar.
- Spray film vapor-compression dengan penggerak motor listrik dan pemanas listrik, 200 pound hasil distilasi per pound bahan bakar tambahan.

Berdasar pada instalasi distilasi tipe flash yang diopersikan dengan uap buang atau semburan, berat bahan bakar tambahan yang dibutuhkan, bersama dengan berat pengoperasian dari instalasi, menghasilkan sebuah

fraksi kecil dari berat air hasil distilasi sepanjang pelayaran kapal. Untuk menjadikan kapal , perhitungan yang menunjukkan penghematan dalam tonnage karena penggunaan air distilasi relatif terhadap air tangki; dan bahwa semua hal dipertimbangkan, biaya dari air distilasi adalah rendah (Marine Engineering, 1977).

5.2.2 Sistem reverse osmosis.

Aspek ekonomis dari sistem reverse osmosis ditinjau dari segi teknis, dapat dinyatakan dengan banyaknya daya yang dibutuhkan untuk menghasilkan tiap meter kubik air tiap jam (kWh/m^3). Dengan modul membran tipe thin film composite (tfc) mampu menghasilkan 10 kWh/m^3 (= 15.000 Btu/lb). Ini adalah daya total untuk sebuah unit sistem reverse osmosis, dimana daya penggerak pompa adalah daya listrik (Rochem, RO-Water Desalination).

BAB VI

PENUTUP

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 KESIMPULAN.

Sistem reverse osmosis adalah suatu alat untuk menghasilkan air tawar dengan cara mendifusikan air tawar sebagai pelarut didalam air laut melewati membran semipermeabel dan membuang garam sebagai yang terlarut di dalam air laut.

Kapal dengan kondisi lingkungannya adalah air laut mempunyai masalah dalam penyediaan air tawar untuk keperluan awak kapal dan sistem pendingin motor yang menggunakan air tawar sebagai fluida penyerap panas, maupun untuk keperluan lainnya. Dengan penerapan reverse osmosis dan pengembangan teknologinya, baik jenis membran semipermeabel maupun struktur pemasangannya dalam bentuk modul, maka sistem reverse osmosis menjadi salah satu pilihan yang menarik sebagai sistem penyediaan air tawar.

Banyak pilihan tipe sistem reverse osmosis yang tersedia dipasaran dengan variasi kapasitas maupun peralatan tambahan sebagai pendukung untuk kepentingan

kualitas air tawar yang dihasilkan, otomatisasi pengoperasian, hingga sistem untuk menahan getaran dan guncangan. Berbagai variasi tersebut penting untuk penerapan pada berbagai jenis kapal tempat sistem reverse osmosis akan dipasang.

Bila dibandingkan dengan jenis sistem distilasi lain, misalnya sistem evaporasi, kualitas air hasil distilasi sistem reverse osmosis memiliki kelemahan, dimana kadar garamnya berkisar pada 500 ppm . Untuk menghasilkan air dengan kualitas dibawah 1 ppm NaCl (misalnya untuk air boiler) masih diperlukan sistem evaporasi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Marine Engineering, Roy L. Harrington, SNAME, 1977.
2. Water and wastewater treatment, Tan Kwee Kok & Koh Wai Keat, Salcon, 1995.
3. Instruction Book for Marinco Desalinator, Marinco, 1993.
4. Rochem reverse osmosis sistem, Rochem, 1985.
5. The Oceans-Their physics, chemistry, and general biology, H. U. Sverdrup, Prentise-Hall Inc. , 1942.
6. Distilation unit, water, Military specification MIL-D-18641.
7. Standar specification for cargo ship construction, Maritime Administration, U.S. Department of Commerce.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

HOW TO DISINFECT THE WATER IN THE NAUTICAL SECTOR

When the drinking water stays-off inside the storage tanks of the boats it becomes often polluted by the growth of microorganisms such as algae, bacteria, virus and others.

Besides that, the water available in many harbours is supplied as water not potable and not good for drinking. Even if the water contained inside the storage tank is not used for drinking but only for the services, it is advisable to have it sterilized because that water is also used for cooking in the kitchen room where it is used also for fruits and salad washing, and in the bathroom where it is used also for teeth washing.

From a survey that we have made in the nautical sector we have found that the vast part of boat users do not make any treatment to the water and, from laboratory analysis, we found that in 8 cases over 10 the water was polluted by microorganisms dangerous for the human health. In the few cases where water is disinfected the system normally used is to add a sterilizing chemical into the stored water such as sodium hypochlorite or another similar chemical in the liquid or powder or tablets form. The sterilized water has a taste of a chemical more or less strong and the food cooked in such water has often a bad taste due the chemical disinfectant.

Besides that, chlorine is an oxydant chemical and it favorizes rust and tubes corrosion. For solving all these problems we supply modern ultraviolet rays sterilizers of our own manufacture which are described in a specific leaflet here attached. An ultraviolet (UV) sterilizer is formed by a compact metal case inside which the water receives an high dosage of ultraviolet rays like the ones in the sun light.

These rays are not radioactive and, at a high dosage, they kill instantaneously any type of microorganism including viruses and bacteria, without adding or removing any chemical from the water.

The most required models are:

The type UV 4 with 250 l/h capacity, 3/8" fittings and suitable for only one tap;

The type UV 34 with 2050 l/h capacity, 3/4" fittings and suitable for coupling to the pressure tank for the whole boat. Larger models with capacity up to 20 m³/h are available.

Our UV sterilizers are available in the SS version with mild painted steel casing and in the IS version all stainless steel.

Ultraviolet sterilizers for water disinfection

Principle

Ultraviolet disinfection of water employs low-pressure mercury lamps. They generate short-wave ultraviolet in a region of 253.7 nanometers which is lethal to micro-organisms.

Ultraviolet light of this wave-length region destroys all types of pathogenic micro-organisms.

The exposure necessary to kill is the product of time and intensity, which is known as the dosage. Dosage required to kill microorganisms normally present in water, range from 3.000 to 23.000 micro-watt second per square centimeter.

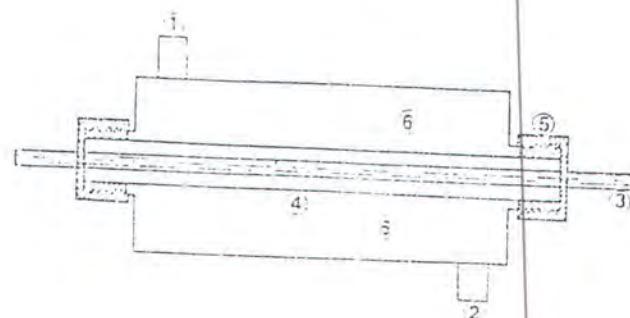
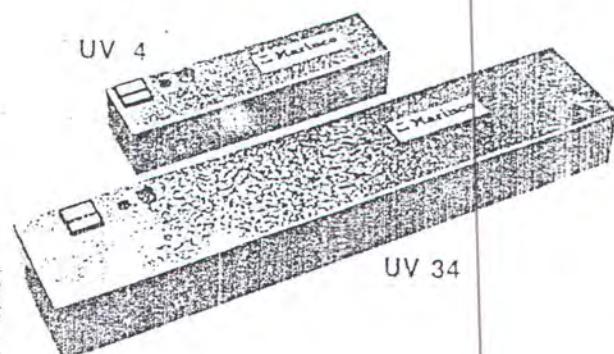
Most substances are not penetrated by short-wave ultraviolet rays. Water is one of the few liquids which allows significant penetration. Quartz is one of the few materials that is virtually transparent to short-wave ultraviolet. It has been used in the manufacture of germicidal lamps and as a material of construction in any commercial ultraviolet systems.

Technical characteristics

Ultraviolet sterilizers are available in several models ranging from 250 l/h to 20.000 l/h. The basic of an ultraviolet sterilizer is the following:

- 1/2 water inlet/outlet
- 2 germicidal lamp
- 3 quartz tube
- 4 screw
- 5 water to be treated

Water to be sterilized passes through a zone situated between the internal side of the stainless steel tube and external side of the quartz tube sleeve. The latter is placed in the ultraviolet lamp which emits its germicidal light through the quartz tube. The lamp is not in contact with water and this allows heating up to about 40°C, optimal temperature needed for the best lamp performance. In all our ultraviolet sterilizers the UV lamps have a power sufficient to produce more than 30 microwatts/second so after 7.500 hours, limit after which we require changing. All our models are complete of a nice panel which contains all the electric and mechanical parts. The front panel contains the hour meter (standard accessory in all models), the on-off switch and indicating light.



Construction materials

Marinco UV sterilizers are manufactured in 2 different versions:

- S3 with the inside tube in stainless steel AISI 304 and the outside console in mild painted steel
- IS with the inside tube and external console entirely made in stainless steel AISI 316.

The last one is, of course, more expensive but more longlasting.

MAIN APPLICATIONS

The unique advantage of ultraviolet disinfection is that nothing is added to the water and there are no chemical changes introduced. This benefit is most significant when treating water forinking, waste discharge, and industrial high purity water. The main uses are outlined below:

Inking water disinfection

Houses, bars, restaurants, hotels, ships, etc. it is often required to disinfect the water, which can be done from now with UV.

Disinfected Water for food products washing
Food products, such as vegetables, fruit, fish and seafood, should be washed in bacteria free water before packing to guard against water borne bacterial spoilage.

Electronics High Purity Water

Carbon filters and ion exchange resins are breeding grounds for bacteria, which can invade high purity water systems. Ultraviolet purification can destroy these micro-organisms without sacrificing some of the water purity. This is particularly important in the electronics industry.

Beverage Industry Water

Breweries, soft-drink bottlers and water bottlers need water without the adverse taste of chlorine.

Dairy Industry Water

Certain spoilage-causing bacteria in cottage cheese and butter are resistant to chlorine treatment. Chlorinated wash water effects taste in these dairy products.

Pharmaceutical and Cosmetics

Industry stringent water standards are required for high quality control.

Hospital and Biological Laboratories

Ultra-pure disinfected water is needed on demand for operating areas, pathology, laboratories, testing and research work.

Reverse osmosis and ultrafiltration

The growth of micro-organisms on the semipermeable membranes surface creates a layer, which reduces the permeate flow.

Ultraviolet sterilization destroys all micro-organisms in the feed and inherently it has the advantage that it adds nothing and does not change the chemical composition of the water.

MODELS AVAILABLE

Model	Capacity maximum l/h	Absorbed power Watt/h	Fittings	Number of Lamps	Dimensions cm.
UV 4	250	15	3/8"	1	50 x 13 x 10
UV 34	2.050	40	3/4"	1	100 x 20 x 12
UV 75	4.100	80	1	2	100 x 28 x 12
UV 112	6.150	120	1 1/2"	3	100 x 36 x 12
UV 183	9.000	160	2"	4	110 x 45 x 50
UV 300	15.000	240	2"	6	110 x 45 x 50
UV 416	20.000	320	2"	8	110 x 45 x 50

Maximum operating pressure: 7 bars.

B. The small model UV 4 is foreseen to be connected only to one water tap through a bypass as it has fittings only 3/8" diameter. For the whole house water it is needed at least the model UV 34 with 3/4" fittings.

Accessories on request

Solenoid valve

Placed on water inlet. It is connected to an on-off relay.

Solenoid valve delay

The maximum efficiency is obtained when UV lamp is at about 40°C, the delay device opens the solenoid valve only after 2 minutes, time required for having the UV lamp heated at its best temperature.

UV Intensity Meter

It is formed by a photoelectric cell which detects continuously the UV energy which arrives up to the end of the liquid layer so as to clearly indicate when the quartz sleeve is incrustated and must be cleaned or when the UV lamp has decreased its efficiency. The meter is also complete of an analogic indicator placed on the front console panel.

Chemical cleaning circuit

Available only on model UV 112 and higher models. It is composed of one plastic centrifugal pump, one 30 l. drum, and one by-pass circuit in order to recirculate inside the apparatus an acidic solution for cleaning and incrustations removal from quartz tube without disassembling any part.

Marinco

0
ATODr. D. BENUCCI
Dr. R. PAOLASSO

26 Settembre 1989

Spett. MARINCO S.r.l.

20010 BAREGGIO MI

*Analisi Chimiche - Agrarie
Merceologiche - Industriali*14 - 58100 GROSSETO - 24.414
00755310530

bacteriological analysis made on a sample of water for drinking use taken from the tap
the kitchen of the boat "BlueMoon".

Without passing through
the Marinco ultraviolet
sterilizer

total coliforms	104
total coliforms	8
total streptococci	2

After having passed
through the Marinco
ultraviolet sterilizer

Absent
"
"

analyse bacteriologique faite sur un échantillon d'eau pour usage potable prélevée du
net de la cuisine du bateau "BlueMoon".

Sans passer par le désa-
linisateur Marinco à
rayons ultraviolets

formes totali	104
formes fécales	8
stococchi fécaux	2

Après avoir passé le
stérilisateur Marinco
à rayons ultraviolets

Absent
"
"

analisi batteriologica eseguita su un campione di acqua per uso potabile prelevata
dal rubinetto della cucina della barca "BlueMoon".

Senza passaggio nello
sterilizzatore Marinco
a raggi ultravioletti

formi totali	104
formi fecali	8
stococchi fecali	3

Dopo il passaggio nello
sterilizzatore Marinco
a raggi ultravioletti

Assenti
"
"

ORDER No. PO/107/3.00, SA/3/VIII/1993

CERTIFICATO DI COLLAUDO No.

TEST CERTIFICATE No.

CERIFICAT DE CONTROL No.

414/93

— Dissalatore tipo ECOPURE 190 STANDARD BASE FOR
— Desalinator type ECOPURE 190 STANDARD BASE FOR
— Désalinisateur
MOTOR YACHT 28 M

— Numero di matricola
— Plate number
— Numero de serie

No. 091493/01

— Controllo generale di tutta la macchina
— Complete checking of all the machine parts
— Contrôle du bon fonctionnement général

— Assorbimento pre-pompa TRIFASE
— Booster pump absorption
— Consommation de la pre-pompe

Amp 1,2

— Assorbimento pompa alta pressione TRIFASE
— High pressure pump absorption
— Consommation de la pompe haute pression

Amp 7

— Taratura salinometro:
— Salinity meter rating:
— Tarage du salinomètre

1500 μ s

— Taratura pressostati
— Pressostats rating
— Tarage des pressostats

— Capacità in l/h
— Sweet water capacity l/h
- Capacité de production en l/h

190 NOMINALE

— Riempimento olio nella pompa
— Oil inside the piston pump
— Contrôle du niveau de l'huile

SAE 30 PLUS

— Tempo di funzionamento durante il collaudo
— Running time during final test
— Durée du contrôle

H 130

— La macchina è stata riscontrata idonea in tutte le sue parti
— The machine has been found perfectly in conformity in all parts
— La machine a été trouvée conforme en toutes ses parties

DATA
DATE
DATE

19-11-1993

IL COLLAUDATORE
TEST MADE BY
LE CONTROLEUR

MOTOR YACHT 28 M

 Marinco

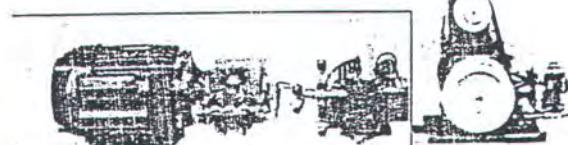
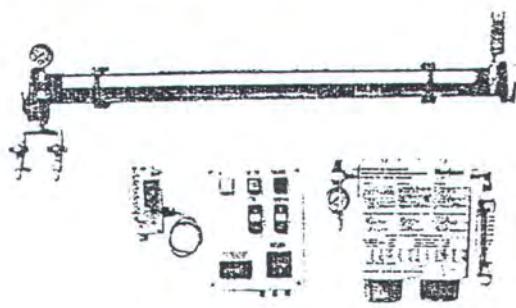
	ECOPURE	AQUAMARIN
-- Instrumentation:		
• pressure gauge in stainless steel on inlet circuit	X	X
• pressure gauge in stainless steel on high pressure circuit	X	X
• flow meter on inlet circuit	X	X
• flow meter on sweet water circuit	X	X
• minimum pressure safety pressostat which stops the machine if feed pressure is below 0,4 bars	X	X
• maximum pressure safety pressostat which stops the machine if operating pressure overpasses 70 bars	X	X
• salinity meter with lighting diodes which continuously checks and indicates salinity of produced water and activates a 3 way diverter valve needed for automatically discarding the produced water if not potable	X	X
— Professional electric panel internal voltage at 24 Volts a.c. for auxiliary controls, 3 indicating lamps, separate contacts for the 2 pumps, relais for pressostats, 2 separate controls for the 2 pumps, overload protection, low voltage protection	X	X
— Electric panel as above but complete with main switch, acoustic alarm. Besides, it incorporates a compact electronic PLC microprocessor which automatically manages the operations for start up - membrane clearing - rinsing - sanitizing	X	-
Accessories (optional equipment)		
— Desalinator with electric motors at 12 or 24 Volts d.c. only for models 30 and 60 (electric consumption is only 60 Amps at 12 Volts or 30 Amps at 24 Volts) or with electromagnetic clutch for models 95-120-190 for coupling these 3 last models to the main engine	R	R
— Remote control panel with cable for remote start/stop operation and indicator lights for remote monitoring	R	R
— Repetitive electric panel having only the indicating lights for remote monitoring	R	R
— Sand pre-filter for very dirty feed water	R	R
— Ultraviolet water sterilizer	R	R
— Spare parts and chemicals kit	R	R

1) Electric supply is 220 Volts, 50 cycles, single phase for models up to 380 l/h and 380 Volts, 50 cycles, 3 phases for model 580. On request other voltages and cycles.

Not planned on models 30 and 60 for compactness reasons.



Original spare parts and chemicals for service and maintenance.



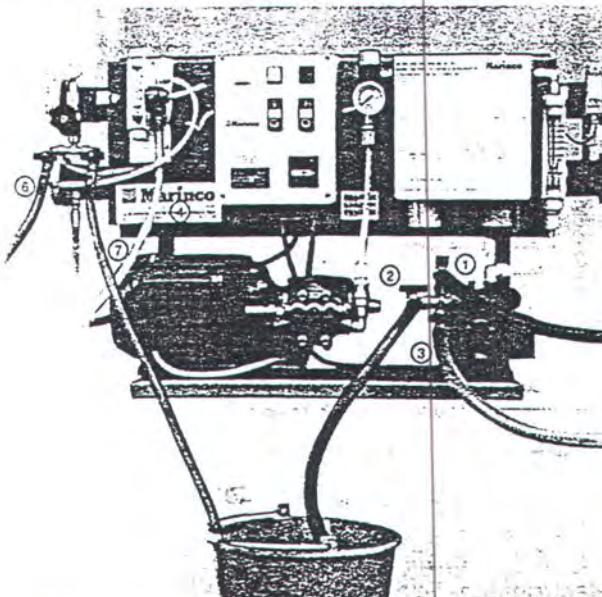
Desalinator "Instal Kit" version.

On the right side booster pump/high pressure pump coupled together for diesel engine driving. On the middle and left side the 2 separate pumps with normal 220 Volts.

C-EMI/CA.

In order to give a complete service we can supply the following chemicals specifically made by us for reverse osmosis desalination:

- OSMOCLEAN A2: acidic detergent for removal of saline incrustations and scale.
- OSMOCLEAN C2: alkaline detergent for removal of organic matter and light scale.
- STERILGUARD: sterilizing chemical which sanitizes and prevents algae and bacteria growth during shut-off periods. This chemical also prevents freezing down to -10°C (14°F).



Desalinator model Ecopure 190 during membrane cleaning simply using the auxiliary circuit and a 10 Liters bucket containing Osmoclean cleaner at 5%. After cleaning, the green flexible hoses can be removed.

The photo also shows how a MARINCO desalinator is normally installed on board:

- 1) sea water inlet,
- 2) cleaning circuit inlet,
- 3) sweet water inlet from storage tank for rinsing,
- 4) produced water outlet connected to storage tank,
- 5) deduced sea water outlet,
- 7) cleaning circuit outlet.

(3)

TECHNICAL DATA FOR THE MODELS AQUAMARINE - ECOPURE

- Based on reverse osmosis principle. - Models very compact and light.
- All components are easily accessible for normal operation and maintenance.

Model	Nominal capacity*			Power absorbed Kwh with booster pump + high pressure pump	Dimensions in cm.		Weight including 2 pumps Kg.	Water intlet	Discarded water outlet	Sweet water outlet
	l/h	l/day	gal/day		"base" version L x W x H.	"vertical" version L x L x H.				
30***	30	720	190	1,2	73 x 45 x 38	70 x 30 x 30	45	1/4	1/4	1/4
60***	60	1440	380	1,2	73 x 45 x 38	70 x 30 x 30	55	1/4	1/4	1/4
80	80	1900	500	2,7	95 x 40 x 65	70 x 35 x 40	63	1/2	3/3	1/4
95	95	2280	600	2,7	110 x 40 x 65	110 x 35 x 40	70	1/2	3/3	1/4
120	120	2550	780	3,1	95 x 40 x 65	70 x 35 x 40	76	1/2	3/3	3/3
190	190	4560	1200	3,1	110 x 45 x 65	110 x 35 x 55	90	1/2	1/2	2/2
285	285	6840	1800	4,4	110 x 50 x 75	110 x 35 x 55	120	3/4	1/2	3/3
380	380	9120	2400	5,7	110 x 50 x 85	110 x 35 x 65	145	3/4	1/2	3/3
590	590	14200	3750	8,2	125 x 75 x 115	125 x 45 x 75	180	1,1/4	3/4	1/2

* Drinking water capacity has been determined on the basis of salt water at 35,000 ppm NaCl and 25°C, recovery 10% pressure 70 bars (1000 psi). The effective capacity for all desalinators can also be reduced considerably due to lower temperature than 25°C (for every 1°C less than 25°C one has 3% less water capacity), fouling and other negative factors.

** Desalinators with 30 and 60 l/h capacity are special models with very low energy consumption.

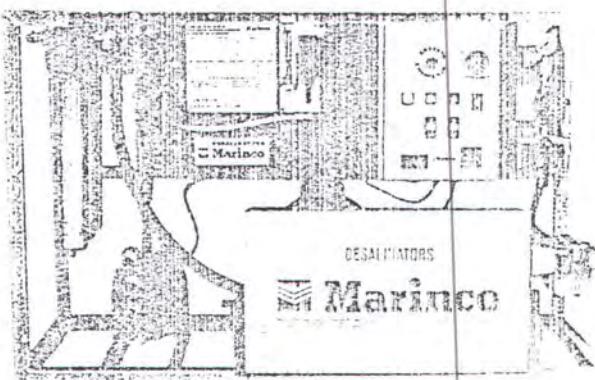
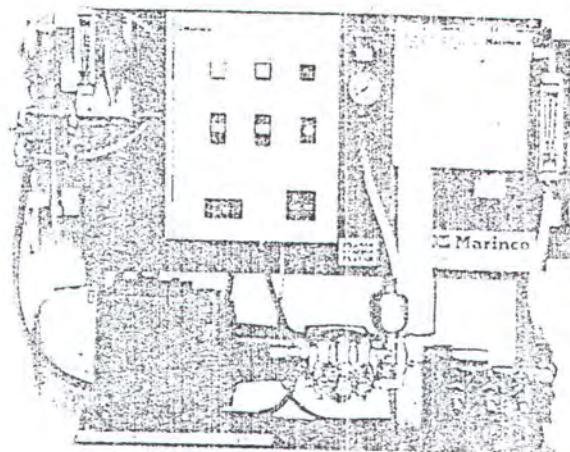
In addition to the models over reported we also produce larger desalinators of the AMRO series described in another leaflet with capacity up to 150 m³/day.

TECHNICAL DESCRIPTION OF THE MAIN COMPONENTS

LEGENDA: — = not available; X = standard item; R = on request.

- Prefilter in washable nylon, filtration rate 100 microns. It also acts as an oil removal filter by coalescence
- Filter with special heavy duty long lasting industrial cartridge, filtration rate 5 microns
- Booster pump, self priming, in marine bronze with impeller shaft in stainless steel AISI 316. It gives a pressure over 1 bar so it is required smaller filters and less cartridge replacement
- High pressure pump (produced by CAT Pumps, the best on the market) with head in marine bronze, ceramic pistons, stainless steel AISI 316 valves
- Silent blocks under the high pressure pump for silent running
- Pulsation dampener for a very smooth operation
- Original DOW reverse osmosis spiral wound membranes in polyamide, the most long lasting and easy to regenerate (normal life 8-10 years)
- Membrane pressure vessel of our exclusive design made in stainless steel AISI 316 with end caps very easy to remove
- Auxiliary circuit with manual valves for periodical membrane cleaning with our Osmoclean detergents, rinsing with sweet water, sanitizing and winter conservation with our Sterilguard germicide
- Auxiliary circuit as above but complete with electro-valves activated by a PLC microprocessor for fully automatic operation also on the auxiliary circuit
- Auxiliary outlet on sweet water line which allows to get sweet water directly from the desalinator, without passing through the storage tank
- Fittings on high pressure line and pressure regulating valve in stainless steel AISI 316
- Non return valve on the feed line for avoiding that the membranes can stay dry
- Supporting frame in stainless steel
- Supporting frame in marine painted steel

ECOPURE	AQUAMARINE
X	X
X	X
X	—
X	Y
X	X
—	X
X	X
X	—
X	X
X	—
X	X
X	—
X	X
X	X
X	X
R	X
X	—



ROCHEM REVERSE OSMOSIS SYSTEMS

DISC-TUBE MEMBRANE MODULE

DT

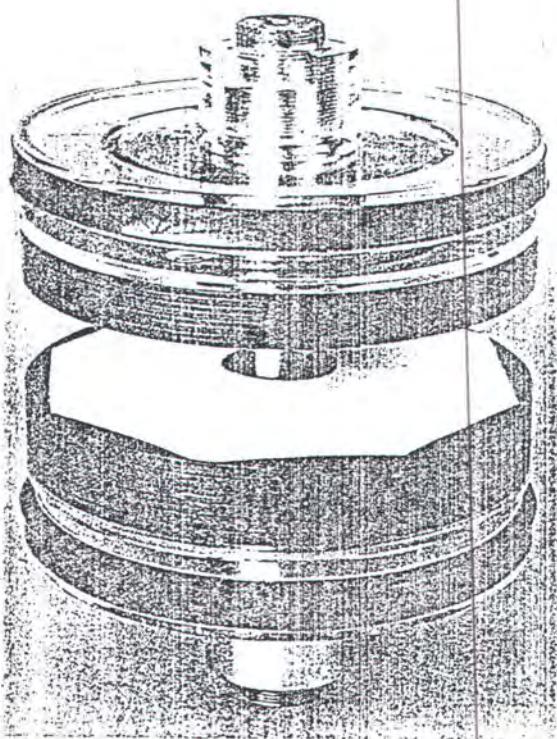

DT-Membrane-Module-System

The patented DT-MEMBRANE-MODULE is a modern design for molecular separation, desalination and purification of liquids. It can operate effectively and economically at increased turbidity and Silt Density Index levels for ultra-filtration and reverse osmosis.

The disc-membrane stack is assembled on the center tension rod with metal end flanges. The module stack is covered in an open, standard 3 inch pipe. The feed water is sealed by a pressure flange seal. The pressure vessel design allows for an easy alteration of module length and tube materials. The special modular construction facilitates inspection or changing of membranes in a quick and easy manner. This further facilitated by light weight construction and materials.

The disc-membrane stack operates at pressure compensation (feed to brine). The special hydraulic characteristics ensure safe operation at each pressure stage and at high pressure drops.

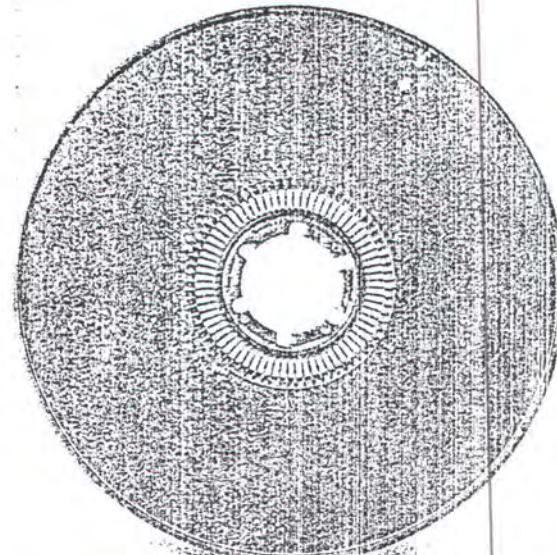
The hydraulics result in a high flow velocity across the membranes at minimum feed flow. The open feed channel over the membrane surfaces ensures optimal membrane cleaning from fouling deposits.



Hydraulic Disc

The standard hydraulic disc is manufactured from the material ABS. Different materials are available for special feed quality.

The disc covers the membrane cushion without putting pressure on the membrane surface. The feed water is sealed with an o-ring from the pure water manifold in the center of the tension rod. The membrane spacer and the permeate manifold are designed as an integral part of the hydraulic disc. The integrated spacer forms the open feed-water channel.



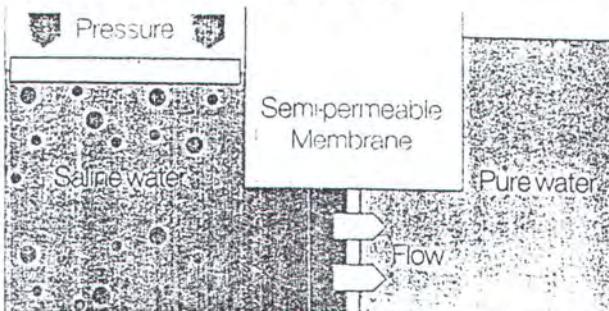
Membrane Cushion

The membrane cushions are sealed by ultrasonic welding. This welding technology has been proven over several years in different applications and with different membrane types.

The extremely short feed water path across the membrane followed by a 180 degree flow reversal eliminates polarization concentration. Consequently, the DT-Membrane-Module results in minimum membrane fouling and scaling. The per-



PRINCIPLE OF REVERSE OSMOSIS



How does Reverse Osmosis work?

Pressure is applied to saline water to force the pure water molecules through a semi-permeable membrane. The majority of the dissolved salts, organic material, bacteria and suspended solids are unable to physically pass through the membrane and are discharged from the system in the reject stream. The pure water is then ready for use without further treatment.

The ROCHEM DISC TUBE MODULE SYSTEM - A major advance in Reverse Osmosis Technology

Holland's disc module technology has created major advances in the field of REVERSE OSMOSIS and its use in the desalination and purification of seawater, brackish water and city water.

The Disc Tube Module (DT) is a major advance in reverse osmosis technology which was originally developed by the Alcatel Germany Research Centre (GESS).

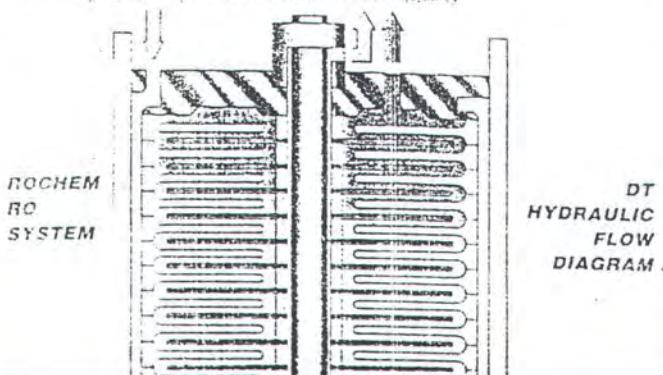
The patented DT Membrane-Module is a modular design for desalination and purification of liquids. It operates at the steady state condition also at increased turbidity and Silt Density Index levels for reverse osmosis.

The successful development of the DT module was only made possible by a precise technical approach in developing the initial RO system. ROCHEM possesses the unique ability of being both the module manufacturer and the systems manufacturer. This dual capability, plus direct contact with the end user, is of great advantage to the customer.

Why is the ROCHEM DT MODULE SYSTEM the best choice in RO?

Firstly, the patented fluid dynamics and construction of the disc membrane stack result in an open channel unrestricted fully turbulent feedwater flow system. This means that suspended solids carried in the feedwater cannot be trapped or easily settle out inside the membrane module. Most importantly, it also means that the intelligent and highly successful membrane cleaning of the membranes can be achieved using a standard inbuilt cleaning system.

Secondly, ROCHEM is committed to the use of only the highest quality of components, materials and materials of design and construction to ensure for the end user 24 hour reliability and product water quality.



Advantages of the ROCHEM DT module RO System

Minimises membrane scaling and fouling. While the performance of other types of RO system can be limited by membrane scaling and fouling, the unique fluid dynamics of the plate system have resolved this problem to an easily controllable degree.

Simplified pre-filtration

The open channel ROCHEM RO DT modules can operate without problems on filtered sea water with a Silt Density Index (SDI) as high as 15-20. Other module systems specify SDI limits as low as 3 which require complex filtration and chemical treatments.

SDI requirements of ROCHEM DT systems can easily be provided by simple sand and cartridge filters.

High recovery rates for low energy costs

Up to 30% from seawater - average energy costs only 10 kW/h/m³ of pure water.

Up to 75% from brackish water (TDS = 5,000 ppm) - average 4 kW/h/m³ of pure water.

Up to 85% from city water (TDS = 800 ppm) - average 2 kW/h/m³ of pure water.

These figures relate to standard systems so if brine energy recovery is also employed for seawater desalination energy costs can be reduced by as much as a further 50%.

No chemical operating costs

Unlike other RO systems the ROCHEM DT module technology means that no permanent feedwater pretreatment with acid is required at sea water desalination.

Long membrane life

The combination of low membrane scaling and fouling, highly stable membranes and a simple and effective inbuilt cleaning system means that membrane life-expectancy is not normally limited by feedwater pollution in the ROCHEM system. Useful membrane life of 5 years or more has proved to be a realistic figure.

Lower membrane replacement costs

Spirally wound and hollow fine fibre membrane elements are life sealed at manufacture so the complete element must be replaced at relatively high cost, but the DT module system offers the possibility of replacing individual sheets of membrane at a fraction of the cost.

Easy access to all membranes

Modules can easily be opened up to permit exchange or inspection of each membrane cushion. This is very difficult on other types of RO modules.

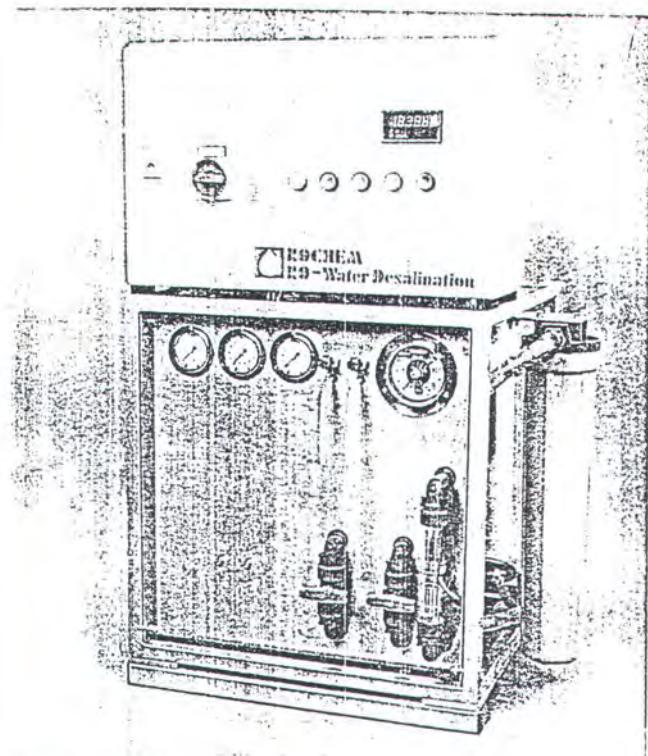
High quality product water / Latest membrane technology

Standard ROCHEM RO systems use the latest technology, chemically stable, thin film composite (TFC) membrane materials. In addition, the use of membranes in sheet form means that we can select and accurately control the quality of the installed membrane to ensure minimal salt passage to consistently produce high quality permeate.

Fail-safe unattended operation

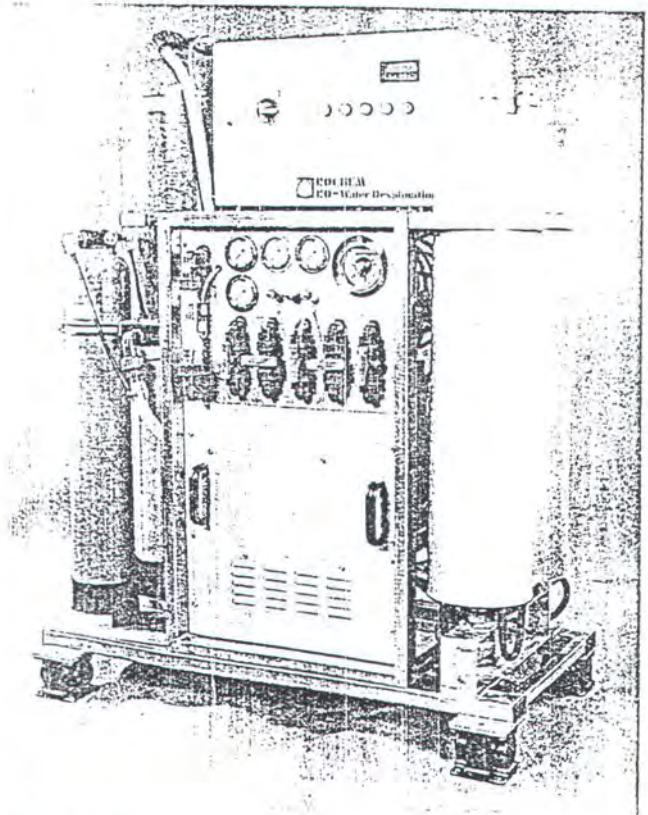
The only moving part in the system is the pump and all operating functions are automatically controlled and fail-safe. No special skills are required to operate the system.

ROCHEM REVERSE OSMOSIS SYSTEM



RORO 204

from sea water: 2.000–4.000 l / 24 h
potable water



RORO 510

from sea water: 5.000–10.000 l / 24 h
potable water

RO MEMBRANE FILTRATION UNIT

Designed and constructed for continuous operation to de-salt and purify:

SEA WATER – BRACKISH WATER – CITY WATER

With comprehensive standard features

Features such as filter booster pump, filtration package, in-line cleaning system, automatic pressure regulation, flow control, instrumentation and fail-safe protection are fitted as standard, not expensive though necessary 'options' as in the case of many other systems.

And additional facilities

The basic system design allows for a building block concept, modular expansion to incorporate either at the factory or at later retrofit-additional facilities to meet the changing needs of the operator. For example rawwater pre-heaters can be included with no modifications to the basic system. Carbon filters, pre-water distribution systems, ultra violet and/or chlorine dosing systems etc can also be easily interfaced with the basic system.

Plus low-cost maintenance, operation and service

Modular construction and purpose-designed clear access to all major components and piping means that inspection and preventative maintenance can be carried out quickly and effectively.

Automatic operation and regulation of the system, fail-safe design and fault indication facilities ensure correct, safe and reliable operation of the system.

A fully documented computer 'history' with details of all components used is developed for each system produced and comprehensive spare parts and consummables inventory maintained by Rochem to provide the operator with quick-response after-sales service.

Based wide range of standard systems

With 20 different capacities up to 100.000 litres/24 hours for seawater application and a similar number up to 200.000 litres/24 hours for brackish water. Rochem can usually meet at short notice most customer requirements from its standard range, not larger capacity systems, or more specialised systems, are available on request.

And installed and operational in a matter of hours
Since every Rochem RO system is completely assembled and fully tested prior to despatch from the factory and can be in operation literally just a few hours after arriving on site as there are only four fixed or flexible pipe connections to make plus electrical supply. Nothing else.

List of standard components

- Filter booster pump
- Sand filter or carbon filter
- Cartridge filter
- High-pressure pump system
- High-pressure control system
- RO DT module permeators
- Pure water deacidification filter
- Inbuilt closed circuit cleaning system
- Automatic pure water membrane flushing system
- Power and control system with microprocessor
- Full instrumentation and measurement equipment
- Comprehensive fail-safe system
- Fault indication
- Modular skid frame construction

Optional Equipment

- Main raw-water supply pump
- Pure water tank and distribution pump
- Chlorine dosing system
- Ultra violet disinfection system
- Containerised/mobile systems
- Self contained power supply
- Shock and vibration proof systems to military standards
- Anti-magnetic systems

Approved by

German Lloyd
D.N.T.

Shock Proof
Vibration Proof
BV 043, 1981
DNV 041, 1981