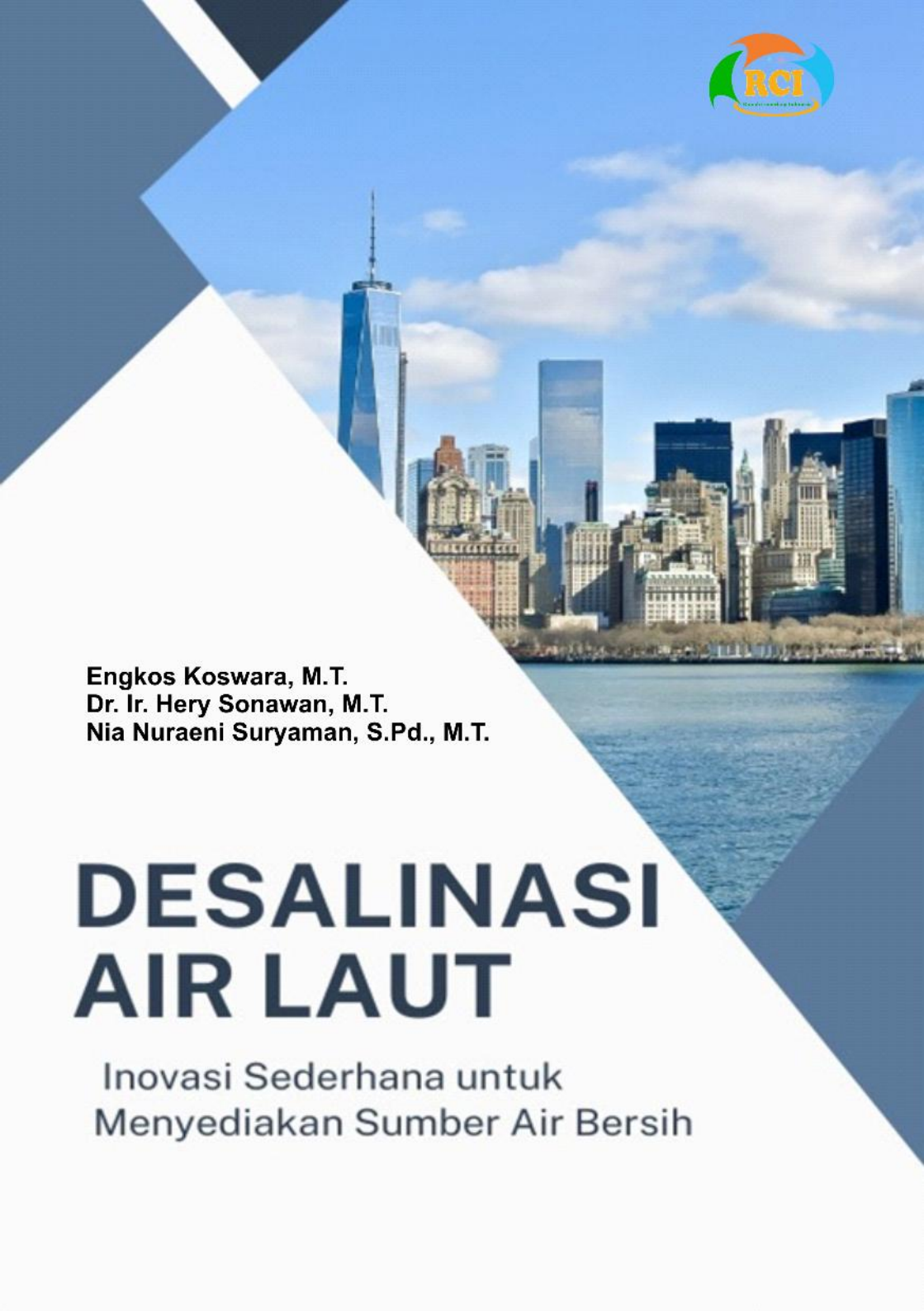


The background of the cover is a photograph of the New York City skyline, featuring the Freedom Tower and other skyscrapers, viewed from across the water. The image is partially obscured by large, overlapping geometric shapes in shades of blue and white.

Engkos Koswara, M.T.
Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
Nia Nuraeni Suryaman, S.Pd., M.T.

DESALINASI AIR LAUT

Inovasi Sederhana untuk
Menyediakan Sumber Air Bersih

**Desalinasi Air Laut: Inovasi
Sederhana untuk
Menyediakan Sumber
Air Bersih**

Desalinasi Air Laut: Inovasi Sederhana untuk Menyediakan Sumber Air Bersih

Engkos Koswara, M.T.
Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
Nia Nuraeni Suryaman, S.Pd., M.T.



Desalinasi Air Laut: Inovasi Sederhana untuk Menyediakan Sumber Air Bersih

Penulis:

Engkos Koswara, M.T.
Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
Nia Nuraeni Suryaman, S.Pd., M.T.

Editor:

Erik Santoso

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : November 2023

Hak Cipta 2023, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

**Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT**

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2023 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2023
; 14,8 x 21 cm
ISBN : 978-623-448-709-1

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Desalinasi Air Laut: Inovasi Sederhana untuk Menyediakan Sumber Air Bersih sesuai yang ditargetka.

Buku dengan judul Desalinasi Air Laut: Inovasi Sederhana untuk Menyediakan Sumber Air Bersih ini berisikan mengenai konsep sederhana bagaimana cara melakukan desalinasi air laut mulai dari pemahaman awal sampai dengan kompleks yang digunakan dalam menyediakan sumber air bersih. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari

semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

November 2023, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	III
BAB I PENGENALAN DESALINASI AIR LAUT	1
A. Pengertian Desalinasi Air Laut	1
B. Krisis Air Global	9
C. Syarat Air Bersih	16
D. Rancangan Desalinasi Air Laut	22
BAB II PRINSIP DASAR DESALINASI	25
A. Karakteristik Air Laut	25
B. Metode Reverse Osmosis	30
C. Prinsip Kerja Reverse Osmosis	39
D. Distilasi	42
BAB III SISTEM DISTILASI	47
A. Multi Stage Flash (MSF)	49
B. Multi Effect Distillation (MED)	50
BAB IV IMPLEMENTASI PRAKTIS	53
A. Langkah-Langkah Instalasi	56
B. Pemeliharaan Rutin	68
C. Manajemen Limbah	71
BAB V KEUNTUNGAN DAN TANTANGAN	74

A. Dampak Positif pada Lingkungan	74
B. Tantangan yang dihadapi	75
DAFTAR PUSTAKA	79

BAB I

PENGENALAN DESALINASI AIR LAUT

A. Pengertian Desalinasi Air Laut

Proses produksi air bersih dengan metode desalinasi dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi: pengambilan air laut, pengolahan awal air laut, proses pemisahan garam, dan pengolahan akhir.

Tahapan paling awal dalam proses desalinasi adalah pengambilan air laut sebagai bahan baku proses. Metode yang umum dilakukan adalah dengan pemasangan pipa kearah laut hingga jarak beberapa kilometer dari pantai. Hal ini dilakukan untuk memperoleh air laut dengan kualitas baik yang terhindar dari pergerakan sedimen permukaan yang umumnya terjadi pada

laut kedalaman dangkal. Laju alir pengambilan air laut dilakukan secara lambat untuk mencegah masuknya biota laut ke dalam pipa.

Pengolahan awal bertujuan untuk mengkondisikan bahan baku, dalam hal kandungan pengotor, agar ramah bagi proses utama desalinasi. Pengotor yang biasa terkandung dalam air laut mencakup makromolekul (pasir dan biota laut termasuk ikan, alga dll.) dan mikromolekul (unsur penyebab sedimentasi, kristalisasi dan fouling). Teknik yang dilakukan pada umumnya mencakup-koagulasi-flokulasi-sedimentasi (coagulation - flocculation- sedimentation), membran tekanan rendah (low pressure membran), penyaringan dengan media (media filter) dan cartridge filter.

Proses Inti

Pada tahapan ini, bahan baku yang telah mengalami pengolahan awal akan mengalami proses penyisihan garam sehingga menghasilkan air bersih. Berdasarkan teknik pemisahan garamnya, proses desalinasi dikategorikan menjadi dua: berbasis panas dan berbasis membran.

Pada proses berbasis panas, bahan baku dikondisikan mendidih pada tekanan rendah sehingga menghasilkan uap air pada temperatur rendah. Pada proses ini, hanya air saja yang mengalami penguapan, sehingga setelah pengumpulan dan pengkondensasian uap, akan dihasilkan air bersih tanpa garam dan pengotor. Multistage flash distillation dan multi effect distillation adalah contoh teknologi desalinasi

dengan berbasis panas. Pengolahan akhir Kondisi air murni dengan konsentrasi ion rendah dalam produk desalinasi perlu disesuaikan agar nyaman saat dikonsumsi dan tidak merusak pipa distribusi. Untuk konsumsi, air murni tidak berasa, perlu adanya penambahan mineral supaya rasanya sesuai dengan kualitas air minum: rasa menyegarkan dari air berasal dari kandungan mineral. Kandungan ion yang minimal dapat memicu proses korosi pada pipa distribusi karena kecenderungan pengikatan ion-ion metal pipa agar keseimbangan kimia air tercapai. Pada tahapan akhir penambahan mineral dilakukan pada aliran produk sehingga dihasilkan produk air bersih dengan kualitas air minum

Desalinasi adalah salah satu teknologi untuk mengolah air yang mengandung garam (saline

water) menjadi air tawar. Menurut Redjeki (2011), desalinasi merupakan proses untuk menghilangkan kadar garam berlebih di dalam air untuk mendapatkan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan makhluk hidup. Saline water yang digunakan dalam proses desalinasi dapat dibagi lagi menjadi air laut dan air payau. Pembagian tersebut dilakukan berdasarkan sumber air dan tingkat salinitasnya. Untuk melakukan pengurangan salinitas, diperlukan adanya bantuan dari semacam sumber energi agar proses desalinasi dapat berjalan dengan baik. Bantuan tersebut dapat berupa sinar matahari, pendinginan, separasi membran, elektrodialisis, dan lain sebagainya (Camarote & Salvador, 2016). Teknologi desalinasi juga sudah banyak dikembangkan penggunaannya terutama di daerah-daerah pesisir dan digunakan

untuk mengurangi salinitas air baku yang digunakan sehingga air dapat dikonsumsi (Redjeki, 2011).

Air baku atau air umpan yang digunakan dalam proses desalinasi biasanya berupa air laut. Desalinasi yang dilakukan pada air laut dapat melakukan pengurangan garam yang terlarut di dalam air laut (1000 ppm hingga 3500 ppm) menjadi air tawar dengan konsentrasi garam yang terlarut di bawah 1000 ppm (Harahap, 2020). Dalam perancangan dan perencanaannya, sistem desalinasi air laut tersebut membutuhkan keseimbangan panas (heat balance) antara energi yang diserap oleh proses desalinasi dengan energi yang datang dari pancaran sinar matahari serta dampaknya pada lingkungan (Syahri, 2011). Dalam pelaksanaan proses desalinasi, air tidak

dipanaskan hingga mendidih pada alat desalinasi. Air hanya dipanaskan secukupnya untuk meningkatkan tingkat evaporasi (Aybar, 2007).

Desalinasi Air Laut ialah suatu proses merubah air laut menjadi air tawar. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Hasil sampingan dari proses ini ialah garam. Secara umum terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan air bersih berikut beberapa cara mendapatkan air bersih : proses perebusan, penyulingan, desalinasi dan lain sebagainya. Desalinasi ini tepat digunakan karena air laut yang di didihkan garam akan terlarut dan air akan menguap, air yang menguap ini akan berubah fasa ketika temperature menurun. Perubahan fasa ini disebut juga dengan proses kondensasi yang dapat

berubah uap menjadi air kembali (Dewantara dkk , 2018).

Desalinasi merupakan salah satu metode paling efektif dari metode lain untuk memurnikan air laut dan menghilangkan kandungan garam serta kotoran-kotoran seperti bakteri dan padatan kecil. Komponen utama dari sistem desalinasi ini merupakan evaporator, yang mana untuk kinerjanya sangat dipengaruhi oleh tingkat penguapan pada evaporator. Penguapan atau evaporasi adalah suatu proses dari penghilangan sebagian besar air pada bahan dengan memberikan aliran panas sampai mencapai titik didihnya menggunakan pemanas, proses evaporator menghasilkan uap air yang dapat dimanfaatkan menjadi pembangkit proses penguapan berganda dan bekerja pada tekanan

dibawah 1 atm (Arianto, 1979). Semakin besar tingkat penguapan air laut maka kadar salinitasnya akan semakin tinggi dan sebaliknya jika didaerah rendah tingkat penguapannya maka salinitasnya akan semakin rendah, (Yulian, 2015)

B. Krisis Air Global

Pengertian air adalah senyawa kimia yang merupakan hasil ikatan dari unsur hidrogen (H_2) yang bersenyawa dengan unsur oksigen (O) dalam hal ini membentuk senyawa H_2O . Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini

terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri.

Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu meminum minimal sebanyak 1,5 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat – zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Misalnya untuk melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluhpembuluh darah yang ada disekitar alveoli. Air adalah sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia dan dalam sistem tata lingkungan. Kebutuhan manusia akan kebutuhan air selalu meningkat dari waktu ke

waktu, bukan saja karena meningkatnya jumlah manusia yang memerlukan air tersebut tetapi ada faktor lain yang membuat air sangat langka yaitu meningkatnya intensitas dan ragam dari penggunaan air (Silalahi, 2002) dengan kutipan (Arianto, 2021). Penurunan kualitas air bawah tanah disebabkan oleh terbawanya material pengotor dari permukaan ke sungai bawah tanah melalui pori-pori tanah sehingga menyebabkan kekeruhan, bakteri E.Coli dan total Coliform meningkat (Sugiarto dkk, 2017). Oleh sebab itu, kualitas air sekitar sangat perlu di perhatikan, sehingga air bersih yang ada dapat memenuhi standar baku muku. Kebutuhan air bersih saat ini mengalami keterbatasan terutama di wilayah pesisir. Hal ini sesuai dengan kajian yang telah dilakukan oleh (Riswandi, 2016) yang berlokasi di