

SISTEM PENGOLAHAN AIR LAUT MENJADI AIR MINUM MENGUNAKAN TENAGA MATAHARI

Iswadi¹ dan Aisyah²

¹Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

²Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

Email: iswadi.phys@uin-alauddin.ac.id

Abstract: *Has done research about the system of purification of sea water into drinking water using solar energy. Utilization of solar energy as power naturally adopt the system of evaporation that occurs in a siklur water. Design and construction of tools created in the shape of a pyramid so that the absorption of thermal energy from the Sun can be maximum. Methods of work of the system is very simple, namely the souls imprisoned in the air that the pyramid would experience an increase in temperature significantly along with the searing Sun. The temperature of the hot air in the space pyramid is causing sea water which is at the bottom (floor) pyramid will evaporate and stick on the wall side of the inside of the pyramid. With the help of gravity, the water vapour will fall in the form of green ears water down the wall of the pyramid. The water will flow through the channel leading into the shelter is. This water is not already contain salt and pure water is so that it can be consumed directly. The results showed that the pyramid with size 160 cm x 160 cm 3 mm fiberglass-wall capable of producing fresh water as much as 2,100 mL. These results have been tested in the laboratory with a result salinity = 0,0 at T = 29,4 °C; TDS = 11 mg/L, 22.2 ms/cm conductivity, at T = 29.3 °C, no taste and no smell.*

Keywords: *drinking water, evaporating, sea water and a model of a pyramid*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan elemen penting dalam hidup dan kehidupan, tanpa air mustahil ada kehidupan. Air yang memiliki rumus kimia H₂O menutupi lebih dari 70% permukaan bumi yang sebagian besar dalam bentuk air asin (laut) dan es di kedua kutub bumi. Meskipun jumlahnya melimpah namun tidak semua dapat dimanfaatkan langsung dalam pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari.

Data menunjukkan bahwa lebih dari 884 juta jiwa manusia belum memiliki akses pada air bersih sehingga ‘terpaksa’ mengkonsumsi air yang kurang sehat (WHO dan UNICEF, 2005). Laporan lain menunjukkan bahwa sekitar 30% - 40% kasus diare diakibatkan langsung oleh konsumsi air tidak sehat (Gundry, *et.al.*, 2004 dan Fewtrell, *et.al.*, 2005) dan setiap hari sekitar lima ribu orang meninggal dunia akibat diare (Clasen & Haller, 2008). Air

yang dapat dikonsumsi langsung adalah air tawar yang memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan . Air tawar umumnya berupa air tanah yang banyak terdapat pada daerah daratan tropis namun sulit ditemukan pada daerah gurun (Afrika) dan daerah pulau-pulau kecil.

Indonesia sebagai Negara kepulauan memiliki pulau berpenghuni yang masih kekurangan air bersih terutama pada musim kemarau. Namun sebagai Negara yang memiliki garis pantai salah satu terpanjang didunia seharusnya tidak ada penduduk yang kesulitan air bersih. Sistem pengolahan air menjadi kunci dari masalah ini, pada pulau-pulau yang tidak memiliki sumber air tanah yang memadai dapat memanfaatkan laut sebagai sumber air baku yang jumlahnya melimpah.

Sistem pengolahan air untuk keperluan konsumsi rumah tangga telah banyak diperkenalkan, namun hampir seluruhnya memerlukan biaya yang mahal baik saat konstruksi maupun pemeliharaannya. Jika bahan baku air adalah air laut maka diperlukan suatu metode untuk memisahkan garam dan airnya sehingga diperoleh air murni. Metode yang paling sederhana adalah dengan memanaskan air hingga mendidih dan mengambil uapnya sebagai air hasil, namun jumlahnya terlalu sedikit untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Metode yang lebih modern adalah dengan menyaring air laut melalui pipa-pipa bertekanan tinggi, sehingga air hasil saringan (*desalination*) tidak lagi mengandung garam. Karena menggunakan teknologi tinggi yang berbiaya mahal, menyebabkan metode ini tidak dapat diaplikasikan pada masyarakat pulau dan pesisir yang umumnya kesulitan secara ekonomi.

Untuk menjawab tantangan tersebut kami merancang suatu sistem pengolahan air asin menjadi air minum dengan biaya murah, efektif dan hasil melimpah. Sistem ini menggunakan sinar matahari sebagai sumber tenaga alami. Selain itu sistem ini juga dirancang untuk menampung air hujan saat turun hujan. Pada matahari yang terik, sistem ini dapat di atur agar dapat menghasilkan garam. Dengan alat ini, diharapkan dapat menjadi solusi bagi masyarakat pulau dan pesisir seperti di Kabupaten Pangkep dalam hal pemenuhan kebutuhan air bersih.

Kebutuhan akan air bersih layak konsumsi menjadi sesuatu yang mulai mengkhawatirkan akhir-akhir ini. Meskipun 2/3 permukaan bumi tertutup oleh air namun ketersediaan air yang dapat langsung dikonsumsi hanya terkonsentrasi pada daerah-daerah tertentu. Konsumsi air secara umum setiap tahun diseluruh dunia sekitar 4500 miliar kubik dengan presentase terbanyak digunakan dalam bidang pertanian (70%), industry (20%) dan hanya 10% yang digunakan untuk konsumsi rumah tangga (Christian dan Heierli, 2010).

Sistem Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Sistem atau tata kelola sumber daya air di Indonesia telah diatur dalam Undang-Undang tentang sumber daya air no. 7 tahun 2004. Namun demikian, undang-undang tersebut hanya bersifat umum dan tidak menjelaskan secara detail tentang bagaimana sistem pengolahan air.

Sistem atau metode pengolahan air khususnya untuk air minum sudah berlangsung sejak manusia mulai mengenal api. Metode yang paling umum dijumpai adalah dengan memasak (mendidihkan) air. Metode ini biasanya menggunakan air baku yang baik (jernih) sehingga proses pemanasan hanya untuk memastikan agar bakteri yang terkandung dalam air dapat mati. Untuk sumber air yang keruh (berwarna), berbau atau berasa tentu metode pemanasan sudah tidak cocok lagi. Diperlukan metode yang lain, misalnya dengan penyaringan. Sistem pengolahan air minum dapat dibedakan sesuai dengan skala pengolahannya, yaitu skala rumah tangga (*Household water-treatment systems*) dan skala komunitas atau industri (*Community water-treatment systems*) (Brikké dan Bredero,2003). Sistem pengolahan rumah tangga mencakup proses pemanasan (mendidihkan), penyaringan dan penambahan klorin atau tawas. Sedangkan sistem komunitas mencakup penyimpanan dan sedimentasi, penyaringan dengan filter, penyaringan lambat dengan filter pasir, sistem klorimasi pada sistem pipa jaringan.

Selain metode treatment yang diajukan oleh Brikke dan Bredeo, secara universal sistem pengolahan air dapat dibedakan berdasarkan metode yang digunakan (J.C. Crittenden, *et.el.*,2012). Metode yang dimaksud adalah pemurnian mekanik (*mechanical separation*), pembekuan (*coagulation*), pemurnian kimia (*chemical purification*), proses disinfeksi atau meracuni (*disinfection process*), proses biologi (*biological process*), proses aerasi atau peng-anginan (*aeration*) dan pemanasan (*Boiling*).

Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum

Penduduk yang bermukim di daerah pesisir dan pulau kecil umumnya kesulitan dalam memperoleh sumber air tawar untuk kebutuhan minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Air laut yang melimpah menjadi satu-satunya sumber air terutama saat musim kemarau. Untuk memperoleh air bersih dari air laut diperlukan suatu proses yang memisahkan antara garam dan airnya. Cara yang paling sederhana adalah penyulingan, dimana air dipanaskan dalam tungku atau panci dan uapnya dikumpulkan. Uap tersebut yang menjadi air yang dapat dikonsumsi. Kekurangan metode ini adalah volume air hasil

penyulingan sangat sedikit dibandingkan dengan jumlah bahan bakar (energy kalor) yang harus di pakai.

Metode lain adalah melalui penyaringan dengan filter khusus (*desalination*) yang dapat memisahkan antara garam dan air (Brikké, 2003., J.C. Crittenden, *et.al.*, 2012 dan Queensland Gov. 2014). Pada metode ini air laut akan dialirkan melalui pipa-pipa bertekanan tinggi dan dilewatkan pada suatu filter khusus yang dapat menyaring partikel garam dan zat-zat berbahaya lainnya. Hasil dari metode ini mencakup 45% dari total bahan baku (air laut), sedangkan sisanya (55%) dialirkan kembali ke laut. Karena menggunakan teknologi tinggi dan memerlukan sumber tenaga yang besar maka metode ini belum dapat digunakan oleh masyarakat pulau dan pesisir seperti di Indonesia.

Metode terakhir adalah dengan evaporasi atau penguapan menggunakan tenaga matahari. Metode ini adalah metode alami, ketika matahari bersinar terik (hingga 30°C) maka air akan menguap, uap inilah yang menjadi air murni untuk diminum. Namun dengan suhu rendah maka hasilnya juga sangat sedikit sehingga metode ini belum menjadi pilihan. Jika tenaga (kalor) dari sinar Matahari dapat dikungkung (dijebak) dalam suatu ruang maka suhu ruang tersebut dapat meningkat dengan cepat hingga lebih dari 70°C. Suhu sebesar itu lebih dari cukup untuk menguapkan air laut dengan cepat apalagi untuk daerah seperti Indonesia berada tepat dibawah Ekuator. Metode inilah yang akan digunakan dalam penelitian ini, dengan merancang-bangun suatu sistem yang dapat mengumpulkan panas Matahari tersebut

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang-bangun suatu sistem pengolahan air laut menjadi air minum dengan menggunakan sinar matahari. Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah agar dihasilkan suatu alat sistem pengolahan air laut menjadi air minum dengan menggunakan tenaga matahari. Sistem ini unggul karena berbiaya murah, konstruksi mudah dan efisien serta hasil yang melimpah. Sistem ini sangat cocok menjadi solusi bagi masyarakat yang tinggal pulau dan dipesisir seperti di Kabupaten Pangkep Kepulauan dalam pemenuhan kebutuhan air minum sehingga tidak perlu lagi ke daratan (pulau utama) untuk mengambil air bersih.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini didesain untuk menghasilkan suatu sistem pengolah air laut menjadi air tawar dengan bantuan tenaga matahari yang efektif. Penelitian akan dilakukan di pelataran Lab. Fisika Modern dengan tahapan sebagai berikut;

Persiapan Awal (Pemilihan Bahan)

Pada tahap ini akan dipilih bahan konstruksi yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan utama seperti kaca 5 mm, *Stereofom*, seng plat dan besi.

Desain dan Konstruksi

Tahap ini menjadi bagian yang paling menentukan dari hasil penelitian. Desain dan konstruksi alat sistem pemisahan air laut menjadi air tawar yang akan di buat diperlihatkan pada Gambar 2.

Pada musim penghujan, sistem ini akan menampung air pada bagian luarnya. Volume air hujan yang dapat ditampung sebanyak luasan piramida yang menerima hujan.

Kalibrasi

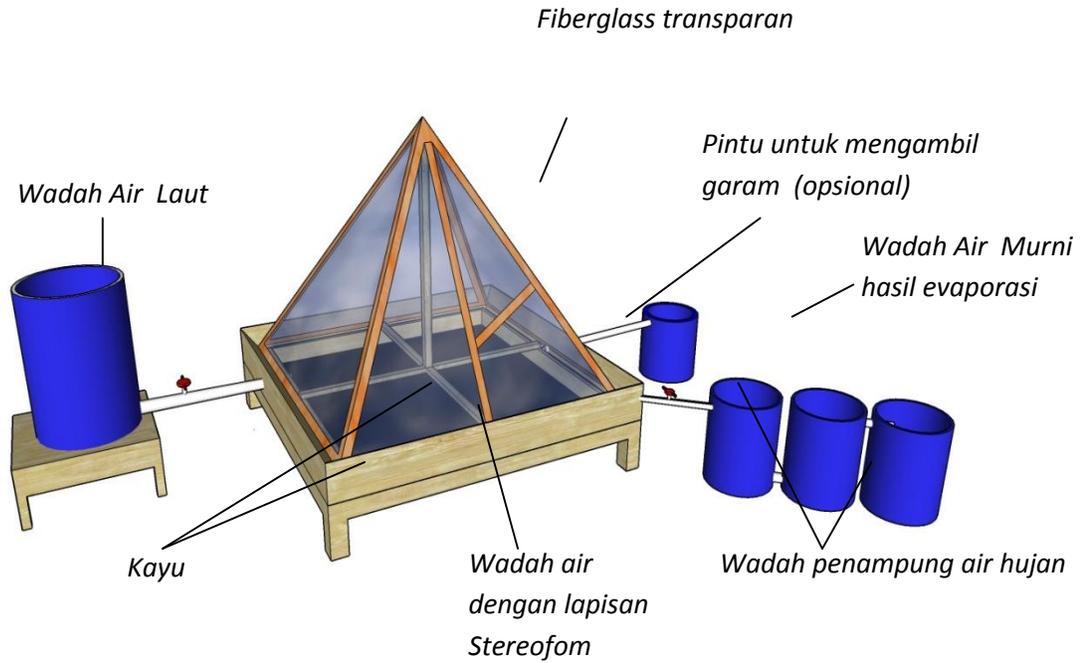
Kalibrasi terhadap alat hasil konstruksi diperlukan untuk memastikan bahwa tidak ada kebocoran atau kerusakan yang dapat menyebabkan alat tidak berfungsi maksimal.

Pengambilan Data

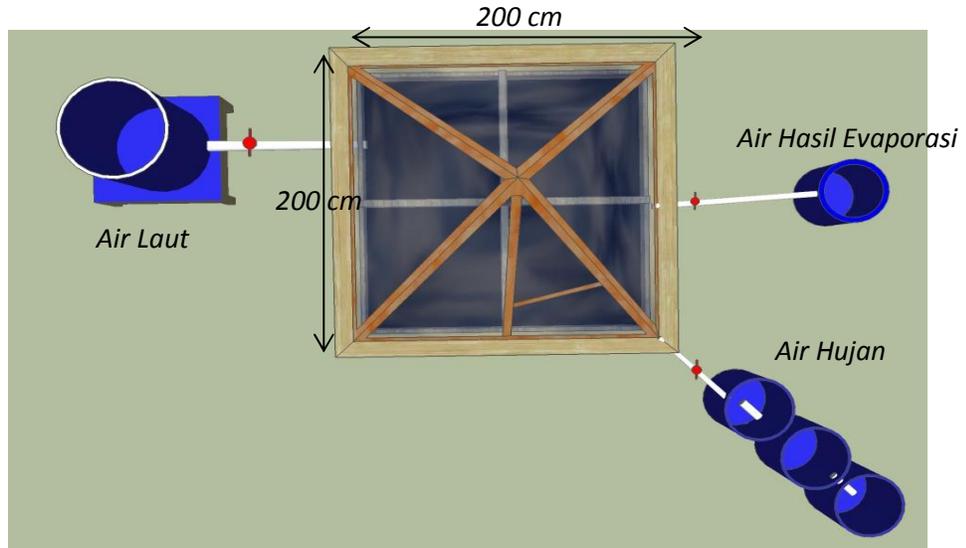
Air laut yang menjadi bahan baku akan diambil langsung dari laut. Pengambilan data akan dilakukan setiap hari (selama 5 minggu). Data yang diperoleh berupa, suhu ruangan, jumlah air hasil pengolahan dan jumlah air sisa (mengandung garam). Saat matahari bersinar terik, suhu udara dalam ruangan kaca akan meningkat tajam sehingga air akan menguap dan menempel pada dinding kaca bagian dalam. Gravitasi akan menarik turun bulir-bulir uap air tersebut ke penampungan. Air inilah yang menjadi air minum.

Analisis Hasil

Sampel air hasil pengolahan akan di analisis lebih lanjut untuk mengetahui apakah air hasil tersebut sesuai dengan kualitas air minum yang disyaratkan oleh Kementerian Kesehatan RI.



Gambar 1. Desain Sistem Pemurnian Air Laut Menjadi Air Minum Bertenaga Matahari (Tampak Samping)



Gambar 2. Desain Sistem Pemurnian Air Laut Menjadi Air Minum Bertenaga Matahari (Tampak Atas)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain dan Konstruksi Alat

Konstruksi alat penelitian diawali dengan pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan. Proses ini dapat dibagi dalam tiga tahapan, yakni konstruksi piramida, konstruksi lantai dan pemasangan dinding transparan piramida.

Konstruksi Piramida

Desain alat yang dilakukan dalam penelitian ini berbentuk piramida, bentuk ini dipilih agar sinar matahari yang masuk ke ruangan menjadi maksimal. Dengan model piramida, sudut sinar matahari dengan dinding kaca/fiber menjadi lebih tegak dan hamper homogen sepanjang hari (dari timur ke barat).

Konstruksi Lantai

Lantai piramida berbentuk persegi yang terbagi dalam dua bagian, yakni bagian tengah sebagai tempat penampungan air laut sebagai bahan baku dan sisi bagian luar sebagai saluran air hasil evaporasi. Lantai wadah air laut mencakup lebih dari 90 % dari total luasan lantai, hal ini dimaksudkan agar volume bahan baku air laut lebih banyak yang dapat ditampung sehingga jumlah air hasil evaporasi juga lebih banyak. Saluran air hasil evaporasi berada di sepanjang dinding piramida sisi bagian dalam. Bagian permukaan lantai dilapisi dengan stereoform, hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi pelepasan energy kalor dari dalam system piramida. Selain itu juga berfungsi agar tidak terjadi kebocoran air.

Pemasangan Dinding Piramida

Dinding piramida pada awalnya direncanakan terbuat dari kaca 5 mm, namun kemudian diganti dengan fiber transparan 3 mm. Penggunaan fiber glass transparan 3 mm diharapkan tidak mengurangi fungsi yang diinginkan dari kaca.



Gambar 3. Dinding Piramida (Fiberglass) Tampak dari Dalam dan dari Luar

Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 21 hari. Data yang diperoleh adalah data volume air hasil evaporasi, data suhu dan data hasil uji kualitas air.

Air Hasil Evaporasi

Evaporasi merupakan proses menguapnya air akibat peningkatan suhu. Suhu udara yang di kungkung di dalam piramida akan meningkat tajam dengan bertambahnya waktu dan teriknya matahari. Air yang menguap akan menempel pada dinding fiberglass, dengan bantuan gravitasi, air tersebut akan bergerak turun dalam bentuk bulir-bulir air. Semakin tinggi suhu udara maka semakin banyak pula volume air yang menguap.



Gambar 4. Bulir-Bulir Air Hasil Evaporasi

Air yang menguap tersebut tidak lagi mengandung garam (tawar) dan dapat langsung diminum. Jika volume air baku dalam wadah berkurang, maka akan ditambahkan kembali sesuai dengan kapasitas daya tampung wadah lantainya. Setelah beberapa hari, air yang masih tersimpan dalam wadah akan mengandung konsentrasi garam yang sangat tinggi sehingga proses evaporasi dapat diteruskan hingga selesai (air dalam wadah mengering). Saat air dalam wadah mengering maka akan tampak kristal-kristal garam yang jumlahnya sesuai dengan kandungan dalam air laut.



Gambar 5. Kristal-Kristal Garam (Putih) yang Terbentuk dari Akhir Evaporasi

Data Suhu Udara

Suhu udara dalam penelitian ini adalah suhu udara di luar (lingkungan) dan suhu udara didalam ruang piramida. Suhu udara yang tercatat secara lengkap dalam penelitian ini hanya data untuk 10 hari terakhir saja, hal ini karena pada saat tahap awal penelitian sering terjadi perbaikan pada alat akibat kebocoran dinding dan alas bak lantai. Sedangkan 7 hari sisanya tidak diukur karena cuaca tidak menentu, namun hasilnya memuaskan.

Data Hasil Uji Kualitas Air

Pengujian air hasil evaporasi hanya dilakukan pada beberapa parameter saja, yakni konduktivitas, salinitas, suhu dan turbiditas (TDS). Pengujian biologi seperti kandungan bakterinya tidak dapat dilakukan karena sampel yang dikirim ke kementerian lingkungan hidup untuk diuji sudah tidak memenuhi standar (tidak layak uji) lagi. Hal ini terjadi karena panjangnya antrian pengujian di laboratorium milik Kementerian Lingkungan Hidup Prov. Sulawesi Selatan, sedangkan sampel (untuk uji parameter biologi) harus sampel segar.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

Hari	Suhu (°C)		Volume air (ml)	Keterangan
	Luar	Dalam		
1	-	-	1.500	Cerah
2	-	-	780	Hujan
3	-	-	820	Hujan
4	-	-	1.050	Cerah
5	34	51	1.600	Cerah
6	30	48	1.750	Cerah
7	34	50	1.550	Cerah
8	30	51	1.250	Cerah
9	34	51	1.750	Cerah
10	35	52	1.700	Cerah
11	35	53	2.100	Cerah
12	35	55	1.580	Cerah
13	35	55	1.350	Cerah
14	35	55	1.800	Cerah
7 hari	-	-	17.500	Berawan-hujan

Tabel 2. Data Uji laboratorium

No	Parameter	Hasil Uji	Maksimum yang diperbolehkan
1	Konduktivitas	22,2 ms/cm, pada T = 29,3 °C	-
2	Salinitas	0,0 pada T = 29,4 °C	0
3	Jumlah zat padat terlarut, Turbiditas (TDS)	11 mg/L	1000 mg/L
4	Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa
5	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
6	Suhu	2,4° C	± 3 °C

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa desain alat system penjernih air laut menjadi air tawar yang kami buat cocok untuk diaplikasikan. Meskipun hasilnya belum memuaskan karena adanya kebocoran dan pelepasan energy panas namun sistemnya sudah cukup baik untuk dapat digunakan secara langsung oleh masyarakat.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi yang sangat besar dalam menolong masyarakat didaerah pupau-pulau yang kesulitan terhadap air bersih. Dengan memperbaiki system kerja seperti penggunaan lem yang lebih kuat, ruang saluran evaporasi yang lebih lebar maka air hasil penguapan dipastikan akan lebih banyak, cukup untuk kebutuhan satu keluarga. Metode ini dapat diaplikasikan secara mandiri (individu) dan kelompok. Jika diaplikasikan secara individu maka dengan memperbaiki semua kekeurangan seperti yang dijelaskan sebelumnya, air hasil evaporasinya akan cukup untuk 1 sekuarga. Sedangkan jika dilakukan secara kelompok maka air hasil evaporasi dapat di lipatgandakan dengan menambahkan sistem kipas (penghisap) di dalam ruangan piramida. Kipas ini akan meningkatkan suhu udara didalam ruangan secara tajam dan akan mendorong air hasil evaporasi yang menempel di dinding piramida untuk mengalir lebih cepat. Sumber tenaga kipas diperoleh dari system pembangkit tenaga surya (solar sel). Penambahan kipas ini akan menaikkan volume air hasil evaporasi hingga beberapakali lipat.

DAFTAR PUSTAKA

- Clasen, T.F. & Haller, L., 2008, *Water Quality Interventions To Prevent Diarrhoea: Cost and Cost-Effectiveness*, Geneva: WHO Press.
- Crittenden, J. C. *et al.*, 2012, *MWH's Water Treatment: Principles and Design, Third Edition*, John Wiley & Sons.
- Fewtrell, L., *et al.*, 2005, *Water, Sanitation, and Hygiene Interventions to Reduce Diarrhoea in Less Developed Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis*, Lancet Infectious Diseases.
- François Brikké dan Maarten Bredero, 2003, *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation*, WHO and IRC Water and Sanitation Centre, Geneva, Switzerland.
- Gundry,S., Wright, J., dan Conroy, R, 2004, A Systematic Review Of the Health Outcomes Related to Household Water Quality in Developing Countries. *Journal of Water and Health*. 02 (1), **Online**,

- <http://www.faktailmiah.com/2010/07/02/siklus-air.html> (Diakses 18 Maret 2014).
- Letterman, R. D., 1999, *Water Quality and Treatment A Handbook of Community Water Supplies: American Water Works Association. Fifth Edition*. USA. McGRAW-HILL, INC.
- Peraturan Menteri Kesehatan R.I No : 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta 1990.
- Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 tentang Pengelompokan Kualitas Air Menjadi Beberapa Golongan Menurut Peruntukannya. Jakarta 1990.
- WHO & UNICEF, 2005, *Water for Life: Decade For Action 2005-2015*, Genewa. WHO & UNICEF, <http://www.watersecure.com.au>. *Desalination – fresh water from the sea*, (Diakses:20 Maret 2014).
- Vousvouras, C. A. dan Heierli, U., 2010, *Safe Water at the Base of the Pyramid How to involve private initiatives in safe water solutions*. <http://www.300in6.org>. (Diakses 20 Maret 2014).