

RANCANG BANGUN ALAT PEMURNI AIR LAUT MENJADI AIR MINUM MENGGUNAKAN SISTEM PIRAMIDA AIR (*GREEN HOUSE EFFECT*) BAGI MASYARAKAT PULAU DAN PESISIR DI KOTA MAKASSAR

Muh. Said L., Iswadi

Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Jl. Sultan Alauddin No. 36 Kampus 2 Samata Gowa

e-mail: muhammadsaidlanto83@gmail.com

Abstract: *Design Tools Purifier Sea Water Become Drinking Water Using Water Pyramid System (Green House Effect) For Island and Coastal Communities In Makassar. This research aims to design and make tools purifying sea water became drinking water using water pyramid system and applying to islands and coastal communities in Makassar. The method is performed comprising the steps of selecting the right tools and materials, designing and construction tools, analysis quality testing of water result evaporated and application of tools. The results research show that the water pyramid system is only counting on solar power can turn sea water in to drinking water. The evaporated water quality by using a pyramid system has resulted in the water ready to drink as eligible by the standards of No: 492/MENKES/PER/IV/2010 of April 19th 2010 concerning the quality of drinking water. The result of the application of system tools purifying sea water into drinking water using solar energy has produced an alternative solution for coastal communities and islands to reduce the difficulty of obtaining clean water, so that expenditure needs the purchase of clean water can be reduced.*

Keywords: *Pyramid of water, evaporation, clean water crisis, coastal communities and islands.*

Abstrak: *Rancang Bangun Alat Pemurni Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Sistem Piramida Air (Green House Effect) Bagi Masyarakat Pulau dan Pesisir Di Kota Makassar. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air sekaligus menerapkan ke masyarakat pulau dan pesisir di kota Makassar. Metode yang dilakukan terdiri dari tahap pemilihan alat dan bahan yang tepat, perancangan desain dan konstruksi alat, analisis pengujian kualitas air hasil evaporasi dan penerapan alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem piramida air yang hanya mengandalkan tenaga matahari dapat mengubah air laut menjadi air minum. Kualitas air melalui hasil evaporasi menggunakan sistem piramida telah menghasilkan air yang siap diminum karena memenuhi syarat berdasarkan standar No: 492/ MENKES/PER/IV/2010 tanggal: 19 April 2010 tentang kualitas air minum. Hasil penerapan alat sistem pemurni air laut menjadi air minum dengan menggunakan energi surya telah menghasilkan solusi alternatif bagi masyarakat pesisir dan pulau untuk mengurangi kesulitan memperoleh air bersih, sehingga pengeluaran kebutuhan pembelian air bersih dapat berkurang.*

Kata Kunci: *Piramida air, evaporasi, krisis air bersih, masyarakat pesisir dan pulau.*

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. el.*, 2004 dan Fewetrell, *et. el.*, 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 (PMK R.I No: 492/MENKES/PER/IV/2010).

Indonesia sebagai negara kepulauan, memiliki pulau berpenghuni yang masih kekurangan air bersih terutama pada musim kemarau. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Pariwisata, Indonesia terdiri dari 17.504 pulau, dimana pulau yang berpenghuni jumlahnya 2.342 pulau (13 %) dan pulau yang tidak berpenghuni sebanyak 15.337 pulau (87 %). Sebagian juga di Indonesia terdapat wilayah yang dikategorikan sebagai pesisir (pantai).

Salah satu kota di Sulawesi Selatan adalah Makassar, kota ini memiliki kawasan pesisir (pantai) yang masyarakatnya dikategorikan sebagai masyarakat marginal (wilayahnya termasuk daerah pemukiman kumuh). Salah satu wilayah kawasan pesisir daerah pinggiran laut di Makassar adalah kecamatan Ujung Tanah kelurahan Cambaya. Daerah ini dikategorikan sebagai masyarakat pinggiran dan termasuk kawasan masyarakat marginal. Sebagian masyarakatnya yang berkemampuan ekonomi tinggi memiliki sumber aliran air yang berasal dari PDAM. Terdapat beberapa rumah yang menyediakan khusus air bersih siap dikonsumsi untuk dijual ke masyarakat bagi yang tidak memiliki aliran air PDAM.

Menurut hasil survey bahwa di pesisir kelurahan Cambaya, pada waktu siang hari aliran air dari sumber PDAM mengalami kondisi kurang lancar mengalirnya. Sehingga warga biasanya membeli dan mengangkat air melalui roda dua (troli) menggunakan jeriken pada penjual air PDAM. Sedangkan pada malam harinya, aliran air PDAM baru mengalir pada pukul 20.00 wita hingga pukul 22.00 wita. Hal ini tentunya masyarakat “terpaksa” begadang menunggu jalannya aliran air untuk mengangkat masing-masing ke rumahnya. Masyarakat biasanya ‘terpaksa’ membeli air bersih tiga kali dalam seminggu.

Menurut hasil wawancara dengan salah seorang ketua rukun tetangga (RT) di Cambaya, menyatakan bahwa di wilayah pesisir daerah

tersebut mengalami kesulitan air bersih. Warga masyarakat kelurahan Cambaya statusnya hanya sebagai masyarakat pinggiran kota Makassar yang kurang mendapat perhatian dan sentuhan akan kebutuhan air bersih. Terdapat satu wilayah (satu lorong pemukiman) di Cambaya hidupnya kesulitan akan mengonsumsi air bersih terutama jika ingin mencuci pakaian dan mandi. Para nelayan yang habis melaut dan para anak-anak nelayan biasanya disore hari langsung bermain air di laut sebagai hobby berenang. Hal ini jika para nelayan dan anak-anak tersebut sudah bermain air di laut pastinya membutuhkan air bersih untuk mandi ulang dan mencuci badan. Fokus utama permasalahan dalam kajian ini adalah tentang kesulitan mendapatkan air bersih (krisis air) khususnya di daerah pesisir (pantai).

Sebagai salah satu negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia, seharusnya tidak ada penduduk yang kesulitan air bersih. Sistem pemurnian 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 sangat melimpah. 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 telah dibuat suatu sistem pemurnian 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 diatur agar dapat menghasilkan garam. Sistem ini telah melalui proses penelitian yang panjang (± 2 tahun) dan hasilnya sangat memuaskan. Dengan alat ini, diharapkan dapat menjadi solusi bagi masyarakat pulau dan pesisir seperti di kota Makassar dan sekitarnya dalam hal pemenuhan kebutuhan air bersih. Krisis air minum inilah yang menjadi isu dan fokus utama dalam penelitian ini. Rumusan masalah yang diteliti mencakup tiga hal yaitu:

- a. Bagaimana model rancang-bangun suatu sistem pemurni air laut menjadi air minum dengan menggunakan energi surya?
- b. Bagaimana tingkat kualitas air melalui hasil pemurnian alat menggunakan model piramida air?
- c. Bagaimana hasil penerapan alat sistem pemurni air laut menjadi air minum dengan menggunakan energi surya?

TEORI

A. 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 yang baik.

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, sehingga diperlukan metode yang lain, misalnya dengan proses 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*). Sistem pengolahan rumah tangga mencakup proses pemanasan atau mendidihkan (*boiling*), penyaringan (*house hold slow sand filter*) dan penambahan tawas/klorin (*domestic chlorination*). Sedangkan sistem komunitas mencakup penyimpanan dan sedimentasi (*storage and sedimentation*), penyaringan dengan filter (*up-flow roughing filter*), penyaringan lambat dengan filter pasir (*slow sand filtration*), sistem klorimasi pada sistem pipa jaringan (*chlorination in piped water-supply systems*).

Selain metode perlakuan yang diajukan oleh Brikke dan Bredeo, secara universal sistem pengolahan air dapat dibedakan berdasarkan metode yang digunakan. 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*). Metode yang diajukan oleh J. C. Crittenden, *et. el.* secara lebih rinci dapat dilihat dalam tabel-1.

Data dan laporan hasil riset menunjukkan bahwa sistem pengolahan air yang paling baik adalah sistem evaporasi dan desalination (Brikké dan Bredero, 2003).

B. Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum

Beberapa sistem pengolahan air laut menjadi air minum antara lain dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penyulingan sederhana

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 pemisahan antara garam dan airnya. Metode yang paling sederhana adalah penyulingan, dimana air dipanaskan dalam tungku atau panci dan uapnya dikumpulkan. Uap tersebut yang menjadi air yang dapat dikonsumsi.

Namun metode ini masih memiliki kekurangan antara lain adalah volume air hasil penyulingan sangat sedikit dibandingkan dengan jumlah bahan bakar (energi kalor) yang harus dipakai. Selain itu lama waktu untuk menghasilkan

air murni cukup panjang. Sebagai ilustrasi, jika air laut yang dipanaskan 1 liter dengan asumsi bahwa air mendidih dan menghasilkan uap 3 ml/menit, maka diperlukan waktu 333,33 menit (5,5 jam) untuk menghasilkan 1 liter air murni. Jadi untuk 10 liter air membutuhkan waktu 55 jam, bisa dibayangkan betapa banyak bahan bakar (kayu atau gas) yang harus dibakar. Model cara penyulingan dapat dilihat pada gambar-1.



Gambar 1. Ilustrasi penyulingan sederhana

Tabel 1. Metode sistem pengolahan air yang digunakan oleh J. C. Crittenden, *et. el.*, 2012.

Metode	Agent (<i>objective</i>)
Pemurnian mekanik (<i>mechanical separation</i>)	By <i>gravitasi-sedimentasi</i> . By <i>screening-screens, scrubbers, filters</i> . By <i>adhesion-scrubbers, filters</i> .
Pemurnian kimia (<i>chemical purification</i>)	Melembutkan dengan menggunakan kapur. Menghilangkan besi. Menetralkan asam-asam yang berbahaya.
Proses disinfeksi atau meracuni (<i>disinfection process</i>)	Ozon. Sulfat tembaga. Proses meracuni/membunuh organisme-organisme yang berbahaya.
Proses biologi (<i>biological process</i>)	Proses oksidasi untuk mereduksi organisme yang memberi efek merusak terhadap makanan.
Proses aerasi atau peng-anginan (<i>aeration</i>)	Proses evaporasi.
Proses pemanasan (<i>boiling</i>)	Metode sederhana terbaik untuk memproteksi diri dari penyakit yang kemungkinan ikut bersama air yang akan dikonsumsi.

2. Penyaringan dengan filter khusus (desalination)

Metode lain yang dapat digunakan adalah melalui penyaringan dengan filter khusus (desalination) yang dapat memisahkan antara garam dan air. 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.

3. Cara penguapan (evaporasi)

Metode terakhir adalah dengan evaporasi atau penguapan menggunakan tenaga matahari. Data dan laporan hasil riset menunjukkan bahwa sistem pengolahan air yang paling baik adalah sistem evaporasi. Metode ini adalah metode alami, ketika matahari bersinar terik (hingga 30°C) maka air akan menguap, uap inilah yang menjadi air murni untuk diminum.

Sebagaimana sebuah siklus air, ketika matahari bersinar dan memanaskan permukaan perairan (sungai, danau dan laut) akan menyebabkan penguapan lokal pada permukaan air. Air tersebut akan berkumpul satu sama lain dan membentuk awan kemudian menghasilkan hujan. Banyaknya volume air yang menguap dapat dilihat dari volume air yang jatuh menjadi air hujan atau salju. Disadari atau tidak bahwa semua air hujan dan salju tersebut berasal dari proses penguapan (evaporasi) dengan suhu berkisar 27 °C hingga 45 °C.

Metode ini sangat cocok digunakan dan diterapkan untuk membantu masyarakat di daerah pulau yang umumnya nelayan dengan penghasilan seadanya (rendah). Metode ini sangat murah, namun dengan suhu rendah maka

hasilnya juga sangat sedikit sehingga metode ini belum menjadi pilihan yang tepat. Jika tenaga (kalor) dari sinar matahari dapat dikungkung (dijebak) dalam suatu ruang tertutup 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 di bawah equator.

C. Standar Uji Kualitas Parameter Pada Air

Standar kualitas air (air bersih dan air minum) merupakan ketentuan-ketentuan yang biasa dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi. Tujuan dari standar tersebut adalah agar air yang dikonsumsi tidak menimbulkan gangguan penyakit, kesehatan, gangguan teknis, gangguan dalam segi kenyamanan dan lain sebagainya. Oleh karena itu, sangat perlu diketahui tingkat kelayakan air yang digunakan sebelum dikonsumsi dan digunakan.

Tabel 2. Syarat kualitas air minum berdasarkan parameter fisika.

Uji Parameter	Satuan	Kadar*
Bau	-	Tidak Berbau
Warna	Skala TCU	15
Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
Kekeruhan	Skala NTU	5
Rasa	-	Tidak berasa
Suhu	°C	Suhu Udara ± 3

Catatan: *) Kadar maksimum yang diperbolehkan

Persyaratan kualitas air minum tertuang peraturan Menteri Kesehatan R.I No: 492/MENKES/PER/IV/2010 tanggal: 19 April 2010. Standar kualitas air minum dapat ditunjukkan seperti pada tabel-2.

METODE

Kegiatan ini dilaksanakan pada Agustus-Desember 2016 di Laboratorium Fisika Modern Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dan penerapannya di kelurahan Cambaya Kecamatan Ujung Tanah kota Makassar.

Dalam proses pembuatan alat sebagian besar merupakan alat pertukangan (untuk proses konstruksi) sedangkan yang lainnya adalah alat pembuatan alat dan pengujian data. Alat yang digunakan dalam membuat sistem pemurni laut menjadi air minum terdiri dari fiber glass transparan dengan tebal 5 mm, besi (tipe *hollow*) berukuran 20×40 mm, balok kayu (ukuran 10 cm×5 cm dan 5 cm×4 cm), tripleks berketebalan 5 mm, pipa ½" dan ¾" beserta sambungan, sambungan pipa T dan L, kran air ½ " dan ¾ ", lem silikon kaca, lem pipa, cat protective, stereofom dual side, paku, baut, sekrup serta mur sesuai ukuran yang dibutuhkan dan stop kran.

Untuk proses pengujian digunakan beberapa komponen alat pengujian berupa termometer (manual/digital), stopwatch, gelas ukur, sampel air laut, ember sebagai wadah penampungan.

Tahapan proses yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan alat dan bahan

Pada tahap ini dilakukan pemilihan alat dan bahan konstruksi yang digunakan dalam penelitian. Bahan utama seperti kaca, fiber transparan (fiber dengan ketebalan 3 mm), terpal (tenda), *stereofom*, seng plat, besi dan kayu. Bahan kaca, fiber transparan digunakan sebagai penutup atau selubung berbentuk piramida. Seng plat dan *stereofom* digunakan sebagai lantai tempat air garam sedangkan besi dan kayu digunakan sebagai rangka dalam konstruksi. Penggunaan bahan selubung (kaca, fiber transparan dan tenda) yang berbeda bertujuan untuk melihat apakah keefektifannya sama. Sehingga dalam aplikasinya, masyarakat

memiliki pilihan dalam menentukan bahan selubung yang akan digunakan sesuai dengan kemampuan ekonomi mereka.

2. Desain dan konstruksi alat

Desain dan konstruksi alat sistem pemurni air laut menjadi air tawar yang di buat diperlihatkan pada gambar-2.

3. Pengambilan data

Air laut yang menjadi bahan baku diambil langsung dari laut. Pengambilan data dilakukan setiap hari (selama 5 minggu). Saat matahari bersinar terik, suhu udara dalam ruangan kaca akan meningkat tajam sehingga air akan menguap dan menempel pada dinding piramida bagian dalam. Gravitasi akan menarik turun bulir-bulir uap air tersebut ke penampungan. Air inilah yang menjadi air minum. Alat ini dapat menghasilkan garam dengan melanjutkan proses evaporasi hingga selesai (kering). Jumlahnya bergantung pada kandungan garam dalam air laut dalam wadah di ruang piramida.

4. Analisis hasil pengujian

Sampel air hasil pemurnian dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui apakah air hasil pemurnian tersebut sesuai dengan standar kualitas air minum yang disyaratkan oleh Kementerian Kesehatan. Proses pengujian dilakukan di laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dan di Laboratorium Kementerian Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Selatan.

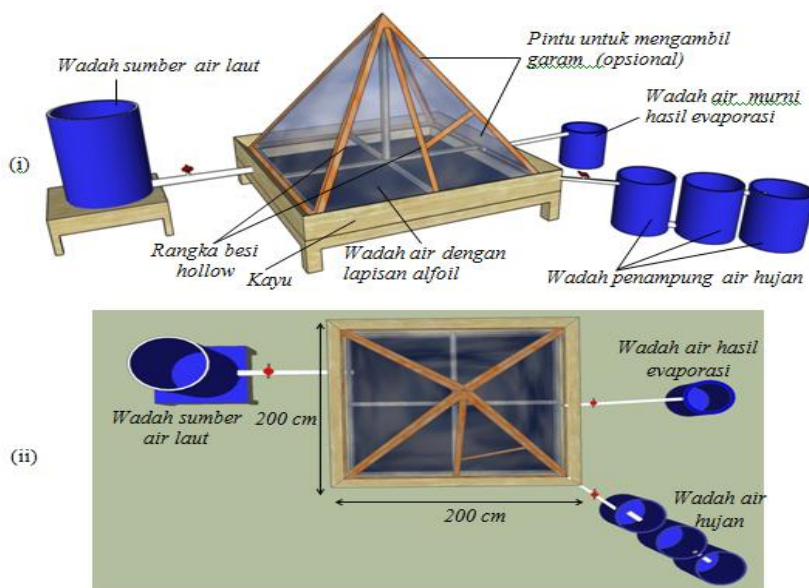
5. Penerapan alat

Alat yang telah dibuat dan menghasilkan pemurnian air laut menjadi air minum sesuai standar kualitas air minum yang ditentukan, selanjutnya dilakukan penerapan dan pendampingan ke masyarakat pesisir yang mengalami kesulitan air bersih khususnya di kelurahan Cambaya kec. Ujung Tanah kota Makassar.

6. Tahap kalibrasi

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

digunakan secara langsung pengujian sampel air laut. Proses ini juga dilakukan selama proses penelitian (pengambilan data) terutama jika terjadi kebocoran wadah penampung air laut atau kebocoran pada dinding piramida.



Gambar 2. Desain sistem pemurni air laut menjadi air minum bertenaga matahari: (i) tampak samping, (ii) tampak atas

HASIL DAN DISKUSI

1. Tahap Pembuatan Alat

pemurnian air laut menjadi air minum (air bersih) terdiri dari beberapa proses yaitu proses pembuatan rangka dari besi sebagai rangka atas, proses pembuatan rangka kayu (stand piramida) sebagai rangka bawah, proses pemasangan aluminium bubble dan pemasangan rangka atas piramida, proses pembuatan lubang pembuangan dan lubang untuk memasukkan sumber bahan baku air laut, proses penyambungan saluran pipa dari lubang pembuangan piramida sampai ke wadah penampungan input air laut, proses pemasangan saluran dan pipa air sebagai hasil destilasi sampai pemasangan pipa ke

penampungan air bersih (air tawar) dan pemasangan dinding sampai pengeleman.

2. Hasil Rancang-Bangun Alat

Hasil model rancang bangun alat yang telah dibuat diperlihatkan dalam gambar-3a dan gambar-3b.

3. Prinsip Kerja Alat

Piramida air yang hanya mengandalkan tenaga matahari (*green house effect*) dapat mengubah air laut menjadi tawar yang dapat langsung diminum. Prinsip kerja dari piramida air adalah dengan melalui proses pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber tenaga alami. Energi panas (*thermal energy*) yang diperoleh

dikungkung dalam sebuah ruangan berbahan fiber glass berbentuk piramida. Saat matahari mulai bersinar, 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 minum).



Gambar 3a. Hasil model rancang bangun alat sebelum diterapkan



Gambar 3b. Penerapan alat pemurni air laut di lokasi kegiatan

4. Hasil Penerapan Alat

Melalui beberapa tahapan yang telah dilakukan dalam kegiatan penerapan ke masyarakat pesisir, hal ini telah mencapai target yang diinginkan yaitu:

- a. Alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air bantuan tenaga matahari telah berhasil dirancang dan sekaligus diterapkan ke masyarakat pesisir. Beberapa langkah (aksi) penerapan alat yang dilakukan berupa penyuluhan, simulasi, praktek (pelatihan) dan uji aplikasi di kawasan sumber laut.
- b. Sistem piramida air telah menghasilkan solusi alternatif dalam mengurangi kesulitan memperoleh air bersih bagi masyarakat Cambaya, sehingga pengeluaran kebutuhan pembelian air bersih dapat berkurang.
- c. Dukungan warga masyarakat Cambaya sangat merespon secara positif dan ingin membuat dan mengembangkan dalam skala kecil maupun besar untuk digunakan di sekitar sumber air laut.
- d. Dukungan dari pihak pemerintah setempat khususnya kelurahan Cambaya untuk

bekerjasama membantu masyarakat dalam mengurangi kesulitan air bersih melalui pemurnian air laut menjadi air bersih menggunakan tenaga matahari karena biayanya relatif murah tanpa menggunakan energi lain selain tenaga surya.

- e. Masyarakat sadar dan dapat mengetahui sistem teknologi tepat guna khususnya pengolahan sumber air laut yang melimpah menjadi air bersih.

Dalam kegiatan penerapan alat ini, terdapat kendala yang dihadapi di lapangan yaitu:

- a. Faktor cuaca yang tidak menentu, sering berawan dan hujan.
- b. Pada model piramida air yang telah dibuat, terdapat kebocoran udara (ada lepasan udara panas keluar dari dalam piramida), sehingga mengurangi suhu ruangan yang berimplikasi pada jumlah air menguap selama proses evaporasi.

5. Hasil Uji Kualitas Hasil Evaporasi

Evaporasi merupakan proses menguapnya air akibat peningkatan suhu. Suhu udara yang dikungkung di dalam piramida akan meningkat tajam dengan bertambahnya waktu dan panasnya

matahari. Air yang menguap akan menempel pada dinding fiber glass, 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 pada dinding piramida.

Air yang menguap tersebut tidak lagi mengandung garam (air asin berubah menjadi tawar) dan dapat diminum. Jika volume air baku dalam wadah berkurang, maka akan ditambahkan kembali sesuai dengan kapasitas daya tampung wadah lantainya. Air hasil evaporasi tersebut akan jatuh (mengalir menuruni dinding piramida) dan masuk ke saluran output (penampungan air bersih). Air hasil evaporasi merupakan air murni dan sangat jernih sehingga dapat dikonsumsi langsung sebagai air minum. Proses pengotoran (jika ada) hanya terkadang terjadi di sepanjang saluran output yang tidak bersih. Untuk memastikan kualitas air tersebut apakah sudah sesuai standar yang dipersyaratkan maka tetap dilakukan uji kualitas di laboratorium.

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 penampungan mengering). Saat air dalam wadah mengering maka akan tampak

kristal-kristal garam yang jumlahnya sesuai dengan kandungan dalam air laut.



Gambar 5. Sampel hasil evaporasi air.



Gambar 6. Kristal-kristal garam (putih).

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 Laboratorium Badan Lingkungan Hidup untuk diuji sudah tidak memenuhi standar (tidak layak uji) lagi. Hal ini terjadi karena panjangnya antrian pengujian di Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Selatan, sedangkan sampel (untuk uji parameter biologi) harus sampel segar. Pengujian sampel kemudian dilakukan di laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Tabel 3. Data hasil uji laboratorium air evaporasi

No	Parameter	Hasil Uji	Maksimal
1	Konduktivitas	22,2 mS/cm, pada T=29,3 °C	-
2	Salinitas	0,0 pada T=29,4 °C	-
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

Meskipun uji laboratorium yang dilakukan tidak mencakup semua aspek yang dipersyaratkan (Fisika, Kimia dan Mikrobiologi) namun secara fisis kualitas air yang diperoleh sudah sesuai dengan standar yang dipersyaratkan oleh Kementerian Kesehatan No: 492/MENKES/PER/ IV/2010 tanggal 19 April 2010 tentang kualitas air minum. Terlepas dari semua hasil uji laboratorium tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemurni air laut menjadi air minum telah berhasil memperoleh air hasil evaporasi yang memenuhi standar yang ditetapkan. Sistem ini dapat dikembangkan dan diaplikasikan langsung oleh masyarakat di pesisir pantai atau masyarakat kepulauan yang sulit mengakses air bersih untuk keperluan minum. Penelitian lanjutan sangat dibutuhkan untuk memastikan material yang paling baik dalam meningkatkan suhu ruangan dan murah, sehingga cocok untuk masyarakat pulau yang umumnya berprofesi sebagai nelayan dengan penghasilan seadanya.

SIMPULAN

a. Rancang-bangun suatu sistem pemurni air laut menjadi air minum pada prinsipnya dimodelkan dalam bentuk piramida air yaitu dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber tenaga alami. Energi panas (*thermal energy*) yang diperoleh dikungkung dalam

sebuah ruangan berbahan kaca atau terpal berbentuk piramida. Saat matahari mulai bersinar, 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 minum).

- b. Kualitas air melalui hasil evaporasi menggunakan sistem piramida telah menghasilkan air yang siap diminum karena memenuhi syarat berdasarkan standar Permenkes RI. No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum.
- c. Hasil penerapan alat sistem pemurni air laut menjadi air minum dengan menggunakan energi surya telah menghasilkan solusi alternatif bagi masyarakat pesisir dan pulau untuk mengurangi kesulitan memperoleh air bersih, sehingga pengeluaran kebutuhan pembelian air bersih dapat berkurang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Agama RI Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Islam yang telah memberikan bantuan dana penelitian pada tahun 2014 dan program bantuan peningkatan mutu pengabdian masyarakat tahun 2016.

DAFTAR RUJUKAN

- Christian A. Vousvouras and Urs Heierli. *Safe Water at the Base of the Pyramid How to involve private initiatives in safe water solutions*. www.300in6.org.2010. Update 20 Maret 2014
- Clasen, T.F. & Haller, L. 2008. *Water Quality Interventions To Prevent Diarrhoea: Cost and Cost-Effectiveness*. Geneva: WHO Press.
- Fewtrell, L., Kaufmann, R., Kay, D., Enanoria, W., Haller, L. & Colford, J.M. 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. A *Systematic Review of the Health Outcomes Related to Household Water Quality in Developing Countries*. Journal Of water and Health.02.1.2004.
- <http://www.faktailmiah.com/2010/07/02/siklus-air.html>. (update: 18/03/2014)
- John C. Crittenden, R. Rhodes Trussell, David W. Hand, Kerry J. Howe and George Tchobanoglous. 2012. *MWH's Water Treatment: Principles and Design, Third Edition*. John Wiley & Sons.
- Peraturan Menteri Kesehatan R.I No: 492/MENKES/PER/IV/2010 tanggal 19 April 2010 tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 Tentang Pengelompokan Kualitas Air Menjadi Beberapa Golongan Menurut Peruntukannya.
- Profil Pemukiman Kumuh Kota Makassar, 2014 (diakses tanggal 11 November 2016).
- Profil Kelurahan Cambaya, 2015 (Hasil Observasi dan Wawancara).
- Raymond D. Letterman. 1999. *Water Quality and Treatment A Handbook of Community Water Supplies: American Water Works Association. Fifth Edition*. USA. McGRAW-HILL, INC.
- WHO & UNICEF. 2005. *Water for Life: Decade For Action 2005-2015*. Geneva.WHO & UNICEF.
- www.watersecure.com.au. *Desalination–Fresh Water From the Sea*. Update: 20 Maret 2014.