

Optimalisasi Metode Desalinasi Surya Tipe Atap Sandar Wadah Berundak dengan Integrasi Konverter Fototermal Antarmuka untuk Mengatasi Defisit Air Bersih di Indonesia

Azzikri S.S. Putra¹⁾, Bintang P. Megantara¹⁾, Rizqi D. Anggara¹⁾, dan Thomas O. Pratama¹⁾

¹⁾ Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia

Corresponding Author: AzzikriS.S.Putra (Email:azzikriselkysaefanaputra2004@mail.ugm.ac.id)

Abstract

Data released by the Center for Research and Development of Water Resources (SDA) of the Ministry of PUPR indicates that the individual water supply quota in Java, currently at 1,169 m³ per year, is projected to drop to 476 m³ by 2040. Water is a vital resource essential for community activities, ranging from micro needs like household usage to macro needs such as industrial operations and irrigation. Despite Indonesia's substantial water area of 6.4 million km², which accounts for 77.1% of the total land area, water scarcity should not be a pressing issue. However, most of the available water exists as seawater, which cannot be directly used for daily life. To address this challenge, an innovative desalination system has been developed to transform seawater into fresh water. A review of various journals in the Gadjah Mada University E-Library database led to the creation of a new technology that integrates an interface photothermal converter with a stepped container roof solar desalination system. The interface photothermal converter harnesses sunlight to generate thermal energy, accelerating the evaporation process. It is designed with insulation to concentrate heat on the surface and retain it within the system. The unique stepped roof shape of the container increases the residence time of the distillate while expanding the evaporation area, enhancing heat transfer. The evaporated water vapor is then cooled and condensed, allowing it to be collected in a reservoir. Through various design optimization processes, this innovation aims to effectively address the clean water deficit in Indonesia.

Keywords: Stepped container reclining roof, Desalination, interface photothermal converter, Control system

1. Latar Belakang

Sustainable Development Goals, disingkat SDGs, merupakan agenda pembangunan 2030 yang dirumuskan oleh PBB guna mewujudkan kesejahteraan dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat (Bappenas, 2020). Agenda tersebut memuat 17 tujuan pembangunan, di mana salah satunya berbicara tentang akses air bersih dan

sanitasi. Permasalahan seputar defisit suplai air bersih memang telah menjadi topik permasalahan global selama beberapa tahun terakhir. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pertumbuhan populasi, perkembangan industri, urbanisasi, dan perubahan iklim. Namun, terdapat ketimpangan yang signifikan diantara kebutuhan air bersih dan jumlah persediaan

yang menyebabkan 3,6 miliar manusia, sekitar 47% total populasi, mengalami krisis air bersih selama paling tidak satu bulan dalam setahun.

Persoalan serupa pun turut terjadi di Indonesia. Berdasarkan data yang dirilis oleh Pusat Litbang Sumber Daya Air (SDA) Kementerian PUPR kuota persediaan air individu di Pulau Jawa yang saat ini berada di angka 1.169 m³ per tahun akan terjun bebas hingga menyentuh angka 476 m³ di tahun 2040 (Utama, 2019). Padahal, air bersih merupakan elemen vital yang banyak terlibat dalam berbagai aspek kehidupan. Karenanya, muncul urgensi untuk menemukan solusi dari permasalahan defisit air yang ada.

Seyogianya, defisit air tidak menjadi masalah bagi sebuah negara dengan luas wilayah perairan mencapai 6,4 juta km² atau setara dengan 77,1% dari total luas wilayah (Badan Informasi Geospasial, 2019). Namun, sayangnya mayoritas dari suplai air tersebut tersedia dalam bentuk *saline water* sehingga tidak dapat langsung difungsikan. Kondisi tersebut memunculkan tanda tanya besar akan suatu metode yang dapat menyulap *saline water* menjadi air siap pakai secara efektif dan ekonomi. Dengan mempertimbangkan letak geografis sumber air dan potensi energi yang ada, metode desalinasi dirasa menjadi jawaban terbaik atas pertanyaan tersebut.

Desalinasi sendiri merupakan teknologi pengolahan air laut menjadi air tawar dengan bantuan energi kalor matahari (Pratama, 2018). Daerah pesisir sebagai wilayah kontak dengan *saline water* memiliki paparan matahari berintensitas tinggi sehingga memiliki potensi energi radiasi matahari yang sedemikian melimpah. Untuk memaksimalkan kelimpahan energi yang ada, sekaligus meningkatkan kemampuan pengolahan air laut, dilakukan integrasi konverter fototermal antarmuka pada sistem desalinasi tipe atap sandar wadah berundak yang dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis *photovoltaic*. konverter fototermal antarmuka mengkonversi radiasi matahari menjadi energi termal untuk memaksimalkan proses

evaporasi *saline water* (air umpan). Konverter fototermal antarmuka dilengkapi dengan lapisan insulasi untuk menjaga kalor dalam sistem dengan cara melokalisasi *heating process* pada *surface area* sehingga laju evaporasi dapat terakselerasi. Bentuk atap sandar wadah berundak berfungsi untuk memperlama waktu tinggal distilat, serta memperluas daerah penguapan sehingga dapat meningkatkan perpindahan kalor-massa dan meningkatkan produktivitas sistem hingga 40% (Pangestika, 2018). Uap yang dihasilkan kemudian didinginkan melalui proses kondensasi, lalu dialirkan ke dalam wadah penampungan. Setelah wadah terisi penuh, sistem kontrol berupa *water level buzzer sensor* akan berdering sebagai pertanda bahwa air sudah dapat digunakan. Residu desalinasi berupa air garam akan ditampung ke dalam wadah hingga mencapai *water level* yang diinginkan. Setelahnya, sistem kontrol memompa residu tersebut untuk kembali diolah dalam sistem desalinasi.

Rancangan proses penyediaan air tawar tersebut disandarkan pada pemanfaatan energi energi baru terbarukan berupa energi matahari sehingga memiliki biaya operasional rendah dan bersifat *eco-friendly*. Skema integrasi konverter fototermal antarmuka pada sistem desalinasi tipe atap sandar wadah berundak yang dilengkapi dengan sistem kontrol diharapkan mampu diterapkan secara massal. Mengingat Indonesia adalah negara maritim dengan garis pantai sepanjang 81.290 km², metode ini memiliki potensi besar untuk menyelesaikan permasalahan defisit air bersih yang ada.

2. Data dan Metode

2.1 Metode Penelitian

2.1.1 Jenis Penelitian

2.1.1.1 Penelitian Kepustakaan

Penelitian kepustakaan ditujukan untuk memecahkan suatu masalah dengan berpijak pada kedalaman analisis dan pengkajian kritis terhadap sumber-sumber bacaan kredibel (Harahap, 2014). Referensi dari penelitian ini berupa karya skripsi dan artikel jurnal yang termuat dalam *e-library* Universitas Gadjah Mada. Karenanya, hasil

penelitian merupakan skema komprehensif dengan dengan fondasi keilmuan yang jelas.

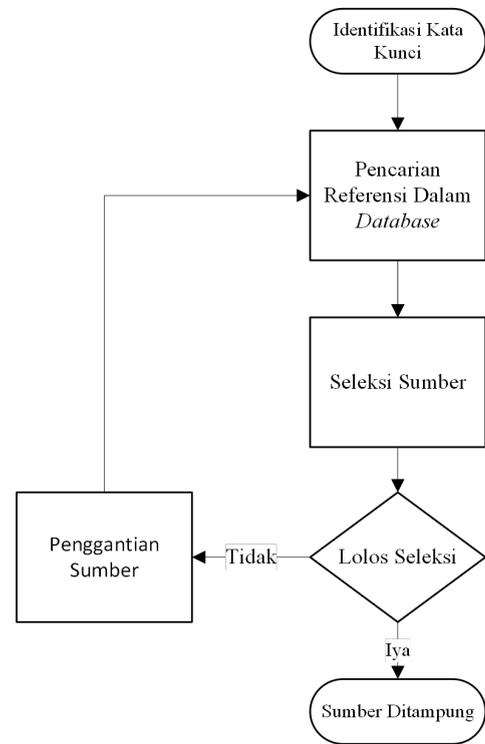
2.1.1.2 Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan merupakan kegiatan untuk memecahkan ragam permasalahan aktual dengan memanfaatkan teori-teori, dan konsep-konsep, dan prinsip-prinsip, atau berbagai temuan penelitian yang relevan dengan mengembangkan produk/inovasi untuk memecahkan suatu masalah (Sari & Asmendri, 2020). Dari rangkaian sumber yang termuat di dalam *e-library* Universitas Gadjah Mada, dilakukan pengembangan dan penggabungan gagasan untuk menciptakan skema sistem desalinasi yang lebih efektif, efisien, dan ekonomis.

2.1.2 Teknik Pengumpulan Data

Data kepustakaan, juga dikenal sebagai data literatur, merupakan pokok informasi yang termuat di dalam buku, artikel, jurnal, maupun laporan penelitian (skripsi, disertasi, dan thesis). Data kepustakaan yang dibutuhkan dalam penulisan karya ilmiah ini dikumpulkan dengan teknik penelusuran data online. Teknik penelusuran data *online* adalah upaya pemanfaatan data penelitian individu, lembaga, maupun organisasi yang tersebar dalam jaringan internet. Namun, mengingat internet merupakan etalase data yang bersifat *open source* di mana siapapun, terlepas dari kredibilitas yang dimiliki, bisa dengan bebas mengunggah sumber data ke jaringan, proses pengumpulan data harus dilakukan dengan selektif untuk menjaga kaidah keilmiah karya tulis. Karenanya, dilakukan penetapan kriteria referensi yang terbagi menjadi kriteria inklusi dan kriteria eksklusi. Kriteria inklusi meliputi beberapa hal, seperti: jurnal atau skripsi terbitan 2024-2014 (10 tahun terakhir), bersumber pada *database e-library* UGM, berbasis *renewable energy* ataupun *green technology*, dan integrasi teknologi yang *cost-effective*; sedangkan kriteria eksklusi meliputi jurnal berusia lebih dari 10 tahun, berbasis teknologi yang tidak ramah lingkungan, dan integrasi teknologi yang tidak *cost-effective*. Lebih jelasnya lagi, metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagaimana tertampil pada Gambar 1. Penetapan kriteria referensi

kemudian menghasilkan jumlah sumber rujukan dengan spesifikasi sebagaimana tertampil pada Tabel 1.



Gambar 1. Skema pengumpulan Data

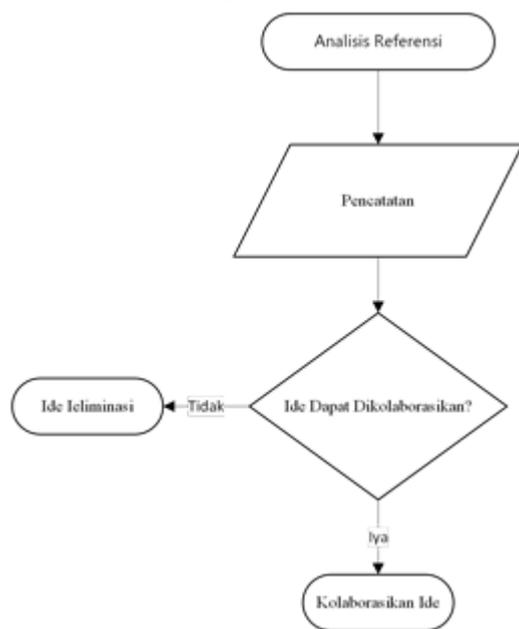
Tabel 1. Jumlah Referensi

No	Nama Database	Sumber Ditemukan	Sumber Terpilih
1	<i>E-Library</i> Universitas Gadjah Mada	19	6
Jumlah		19	6

2.1.3 Teknik Pengolahan Data

Content analysis adalah upaya untuk menguraikan sebuah referensi sedemikian sehingga esensi yang terkandung di dalamnya dapat dipahami dengan baik (Shin et al., 2023). Data kepustakaan yang telah diseleksi sedemikian rupa kemudian ditelaah secara mendalam dengan metode *content analysis*. Hasil telaah berupa ide, teori, maupun konsep desalinasi kemudian diendapkan terlebih dahulu dengan mempertimbangkan beberapa hal, seperti kesesuaian dengan potensi sumber daya di daerah pesisir, *environmental sustainability*, *building-maintenance cost*,

skema penggunaan energi, dan potensi produksi air tawar yang dimiliki. Setelahnya, intisari jurnal yang telah diendapkan lantas dikolaborasikan satu sama lain untuk menghasilkan skema sistem desalinasi yang efektif, ekonomis, dan *eco-friendly*. Skema pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Pengolahan Data

2.2 Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari berbagai sumber literatur yang telah diseleksi. Setiap sumber literatur yang dirujuk melakukan uji variasi pada desalinasi surya tipe atap sandar wadah berundak dengan memasukan air umpan (air asin) ke dalam wadah berukuran 0,6 m x 1 m.

2.2.1 Material Insulasi

Pemilihan material insulasi diperlukan memaksimalkan proses pemanasan air umpan pada sistem desalinasi dengan mengatasi terjadinya *heat-loss* dari sistem ke lingkungan. Pada salah satu literatur rujukan, diterapkan empat variasi perlakuan material insulasi berupa *styrofoam*, batok kelapa, aluminium foil, dan tanpa insulasi. Hasil dari masing-masing variasi adalah sebagaimana tercantum pada Tabel 2. Diperoleh laju desalinasi tertinggi senilai 5,631 L / Minggu dengan material styrofoam, disusul dengan 5,286 L / Minggu tanpa

insulasi, 5,175 L / Minggu dengan aluminium foil, dan 4,443 L / Minggu dengan serabut kelapa.

Tabel 2. Variasi Material Insulasi. Sumber: (Pangestika, 2018)

Variasi Material Insulasi	Laju Desalinasi Air / Minggu
Serabut Kelapa	4,443 L / Minggu
Styrofoam	5,631 L / Minggu
Tanpa Insulasi	5,286 L / Minggu
Aluminium Foil	5,175 L / Minggu

2.2.2 Jumlah Undakan

Pada sistem desalinasi tipe atap sandar wadah berundak, variasi jumlah undakan mempengaruhi waktu tinggal air umpan pada sistem sehingga dapat mempengaruhi kuantitas air tawar yang dihasilkan (Mardiansah, 2019). Pada sumber referensi, digunakan tiga variasi tinggi undakan dengan variasi hasil sebagaimana tertampil pada Tabel 3. Dari variasi yang ada didapatkan hasil bahwa jumlah undakan dan tinggi sekat udara dengan hasil yang paling maksimal yaitu 15 undakan dengan laju produksi 5,082 L/minggu, disusul variasi 12 undakan dengan laju produksi air tawar 4,746 L / Minggu, 20 undakan dengan laju produksi 3,024 L / Minggu, dan 10 undakan dengan laju produksi 2,898 L / Minggu.

Tabel 3. Variasi Jumlah Undakan

Variasi Jumlah Undakan	Laju Desalinasi Air / Minggu
10	2,898 L / Minggu
12	4,746 L / Minggu
15	5,082 L / Minggu
20	3,024 L / Minggu

2.2.3 Tinggi Celah Udara

Pada sistem desalinasi, Celah kolom udara mempengaruhi perbedaan temperatur antara kaca dan air umpan pada sistem sehingga dapat mempengaruhi produktivitas sistem desalinasi atap sandar wadah berundak dalam memproduksi air tawar (Corbicefa, 2020). Dalam karya rujukan, dilakukan variasi tinggi celah udara dengan ukuran 4,38 cm, 9,59 cm, dan 14,8 cm dengan hasil yang tersaji pada Tabel 4. Diperoleh laju desalinasi tertinggi senilai 3,78 L / Minggu dengan tinggi celah udara 4,38 cm, disusul 2,82 L / Minggu dengan tinggi celah udara 9,59 cm, dan 1,56 L / Minggu dengan tinggi celah udara 14,8 cm.

Tabel 4. Variasi Tinggi Celah Udara. Sumber: (Corbicefa, 2020)

Variasi Tinggi Celah Udara	Laju Desalinasi Air / Minggu
4,38 cm	3,78 L / Minggu
9,59 cm	2,82 L / Minggu
14,8 cm	1,56 L / Minggu

2.2.4 Jumlah Sekat

Instalasi sekat pada tepi undakan dilakukan untuk memulihkan hidrodinamika air sehingga air umpan dapat terdistribusi merata pada sistem dan memaksimalkan proses evaporasi air umpan dengan memperpanjang waktu tinggal fluida di dalam sistem (Pratama, 2018). Referensi rujukan menggunakan tiga sejumlah 1, 2, dan tanpa undakan dengan output laju produksi air tawar yang ditampilkan pada Tabel 5. Dari variasi yang ada, didapatkan hasil desalinasi tertinggi dari variasi 2 sekat dengan laju desalinasi 5,180 L / Minggu, diikuti dengan variasi 1 sekat dengan laju desalinasi 4,73 L / Minggu, dan tanpa sekat dengan laju desalinasi 2,85 L / Minggu.

Tabel 5. Variasi Jumlah Sekat. Sumber: (Pratama, 2018)

Variasi Jumlah Sekat	Laju Desalinasi Air / Minggu
0	2,85 L / Minggu
1	4,73 L / Minggu
2	5,180 L / Minggu

2.2.5 Aliran Pendingin

Pemberian aliran pendingin di atas kaca sistem desalinasi surya tipe atap sandar wadah berundak dilakukan untuk meningkatkan produktivitas sistem dengan mengakselerasi proses pengembunan air umpan (Susilo, 2018). Pada sumber rujukan, dilakukan empat variasi aliran pendingin dengan debit 0,1 L / Menit, 0,3 L / Menit, 0,6 L / Menit, dan tanpa aliran pendingin. Dari hasil sebagaimana tertampil pada Tabel 6, diperoleh laju desalinasi tertinggi 10,85 L / Minggu dengan laju aliran pendingin 0,6 L / Menit, disusul 9,52 L / Minggu dengan laju aliran pendingin 0,3 L / Menit, 7,77 L / Minggu dengan laju aliran pendingin 0,1 L / Menit, dan 6,51 L / Minggu tanpa aliran pendingin.

Tabel 6. Variasi Laju Aliran Pendingin. Sumber: (Susilo, 2018)

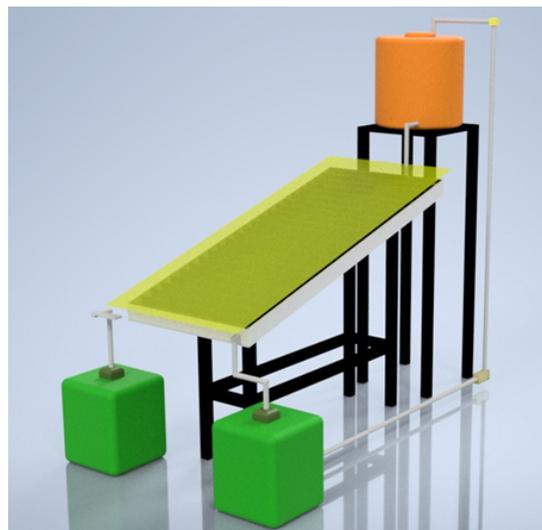
Variasi Laju Aliran Pendingin	Laju Desalinasi Air / Minggu
-	6,51 L / Minggu
0,1 L / Menit	7,77 L / Minggu
0,3 L / Menit	9,52 L / Minggu
0,6 L / Menit	10,85 L / Minggu

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Optimalisasi Desain Sistem Desalinasi Surya Tipe Atap Sandar Wadah Berundak

3.1.1 Desain Sistem Atap Sandar Wadah Berundak

Proses kolaborasi dari berbagai variasi material insulasi, jumlah undakan, tinggi celah udara, jumlah sekat, dan lajur aliran pendingin dengan laju desalinasi tertinggi menghasilkan desain optimal dari model desalinasi surya tipe atap sandar wadah berundak yang tertampil pada Gambar 3. Desain desalinasi surya tipe atap sandar wadah berundak optimal menggunakan styrofoam sebagai material insulasi, undakan berjumlah 15 dengan 2 sekat di setiap undakan, celah udara setinggi 4,38 cm, dan aliran pendingin dengan laju 0,6 L / Menit. Spesifikasi alat dan bahan dari desain optimal dari model desalinasi surya tipe atap sandar wadah berundak adalah sebagaimana yang tersaji pada Tabel 7.



Gambar 3. Optimalisasi Desain Sistem Desalinasi

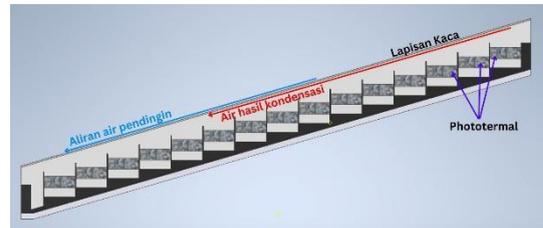
Tabel 7. Spesifikasi Alat dan Bahan

No	Nama Bahan	Fungsi	Spesifikasi
1	Fototermal	Meningkatkan efisiensi konversi energi matahari menjadi termal	Material : Fe ₃ O ₄ Berukuran : 60 x 6,5 cm Ketebalan: 2,5 cm
2	Pelat Aluminium	Bahan undakan untuk memurnikan air laut	Jumlah Undakan: 15 Berukuran: 60 x 6,5 cm Ketebalan: 1mm Wama: Hitam
3	Wadah Aluminium	Tempat untuk undakan agar lebih mudah ketika proses pemurnian air laut	Berukuran: 60x100 cm Ketebalan: 0.8 mm Wama: Hitam
4	Kaca	Bahan atap alat,	Sudut Puncak: 16°
		tempat masuknya iradiasi surya, dan berlangsungnya kondensasi	Ketebalan: 3 mm
5	Selang	Mengalirkan air hasil pemurnian dan air brine	Selang Air Masukan Diameter : 1/8 inch Selang air brine dan distilat Diameter : 1 cm
6	Perekat	Merekatkan bagian-bagian di alat	Terdiri dari lem silikon, lem G, double type dan mur-baut ukuran 10
7	Cat Aluminium	Melapisi permukaan bagian dalam dari sistem desalinasi bertenaaga surya tipe atap sandar wadah berundak	Cat Artlex warna hitam <i>diff</i> , diencerkan dengan <i>thinner</i> atau pengencer cat
8	Kran	Mengatur debit aliran	Kran dengan ukuran ½ inches
9	Pipa	Mengalirkan air laut menuju ke alat dan pendingin serta mengalirkan air brine menuju tangki dengan bantuan pompa	-
10	Insulasi Termal	Mencegah panas agar tidak keluar sistem serta menumpukan panas untuk waktu yang lebih lama	Materi insulasi termal: sterofoam bekas dengan ukuran 100 cm x 60 cm dan tebal 1 cm
11	Pompa	Untuk memompa air brine menuju tangki bagian atas	-
12	Arduino UNO	Sebagai mikrokontroler dari sistem kontrol	-
13	Sensor Ultrasonik	Sebagai sensor	-
	HC-SR04	pendeteksi ketinggian air	
14	16x2 LCD Display	Untuk monitoring water level	-
15	5V Relay Modul	Sebagai saklar elektronik pompa	-
16	Buzzer	Sebagai alarm ketika tangki air sudah penuh	-
17	Panel Surya	Sebagai penyedia daya bagi sistem kontrol	Menggunakan panel surya 100 wp
18	Baterai	Sebagai penyimpan daya sementara dari panel surya	Menggunakan baterai dengan kapasitas 3600 wh

3.1.2 Integrasi Konverter Fototermal Antarmuka

Konverteter fototermal antarmuka adalah suatu konsep yang diintegrasikan untuk menciptakan desain desalinasi surya

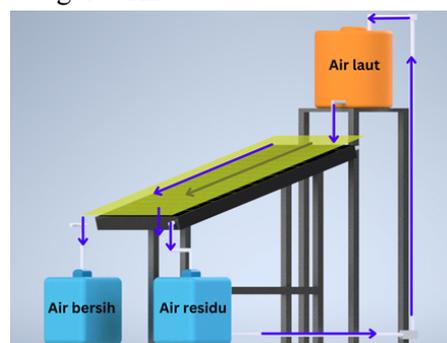
tipe atap sandar wadah berundak yang semakin optimal. Konverter fototermal antarmuka merupakan struktur bahan nanopartikel seperti struktur pada Fe₃O₄ dan aluminium yang, pada sistem ini, terinstalasi dengan secara langsung bersentuhan dengan permukaan air umpan sebagaimana tertampil pada Gambar 4. Konverter fototermal antarmuka bekerja dengan mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi panas (thermal) guna meningkatkan laju evaporasi dari air umpan di dalam sistem. Skema instalasi komponen yang secara langsung bersentuhan dengan permukaan air umpan dapat menjaga kalor di sistem dengan melakukan pemanasan air umpan yang terlokalisasi di area permukaan. Dengan begitu, instalasi konverter fototermal antarmuka pada sistem desalinasi surya atap sandar wadah berundak disinyalir dapat meningkatkan efisiensi evaporasi hingga 70% (Zhang et al., 2020).



Gambar 4. Skema Instalasi Konverter Fototermal Antarmuka

3.2. Mekanisme Alat

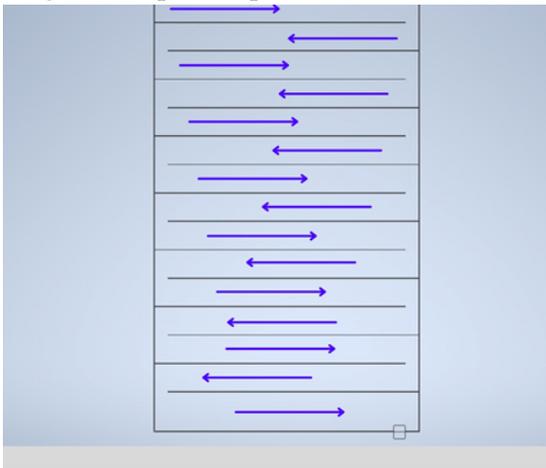
Secara garis besar, air umpan (air asin) yang akan diolah menjadi air tawar siap pakai melalui serangkaian proses sebagaimana tertampil pada Gambar 5. Lebih spesifiknya lagi, proses-proses yang dimaksud adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Skema Proses Desalinasi

3.2.1. Pemanasan

Pada tahap ini, air laut akan dimasukkan ke dalam sistem desalinasi dan akan mengalir mengikuti lintasan yang ditunjukkan pada Gambar 6. Fototermal nantinya akan menyerap energi matahari yang menyebabkan molekul penyusun fototermal akan saling beresonansi sehingga meningkatkan termal pada bidang sentuh fototermal dan air. ketika tercapai kondisi $Q_{in} = Q_{out}$, maka aliran air akan memenuhi bagian bawah fototermal secara konstan. Hal ini membuat proses pemanasan menjadi lebih maksimal dikarenakan fototermal akan berfungsi sebagai penangkap radiasi cahaya matahari dan mengkonversikannya menjadi panas sehingga kondisi termal yang diinginkan dapat dicapai.



Gambar 6. Skema Aliran Air dalam Alat Desalinasi

3.2.2. Evaporasi

Setelah air laut dipanaskan, pada tahap ini air mulai berubah fasa menjadi uap. Saat menguap terjadi pemisahan air dari zat terlarut seperti garam dan pengotor lainnya. Uap tersebut nantinya akan mengalami proses selanjutnya yaitu kondensasi.

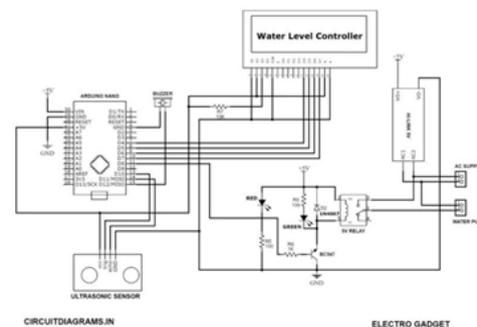
3.2.3. Kondensasi

Pada tahap ini, uap air dari proses pemanasan akan didinginkan agar berubah fase menjadi cair dengan cara membuat temperatur kaca lebih dingin. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengalirkan aliran pendingin pada bagian atas kaca seperti yang terlihat pada Gambar 4. Nantinya air

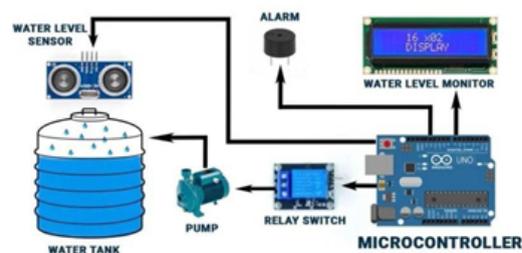
yang telah berubah fase menjadi cair akan menempel di bagian bawah kaca.

3.2.4. Penampungan dan Sistem Kontrol

Setelah proses kondensasi selesai, air hasil kondensasi akan dikumpulkan di tangki air bersih. Untuk air laut yang belum mengalami penguapan dan air laut yang digunakan untuk pendinginan nantinya akan dikumpulkan dalam satu tangki yang sama. Pada tangki ini diberi sistem kontrol berupa pengontrol level air yang bekerja secara otomatis seperti yang ter ilustrasi pada Gambar 7 dan Gambar 8. Sistem kontrol akan mengaktifkan pompa untuk mengalirkan air dari tangki bawah ke atas agar terjadi siklus dalam proses desalinasi.



Gambar 7. Skema Elektronik Sistem Kontrol (Electronic News, 2023)



Gambar 8. Rangkaian Elektronik Sistem Kontrol (Electronic News, 2023)

4. Kesimpulan

Diperoleh sebuah desain desalinasi surya atap sandar wadah berundak optimal dengan styrofoam sebagai material insulasi, undakan berjumlah 15 dengan 2 sekat di setiap undakannya, celah udara setinggi 4,38 cm, aliran pendingin dengan laju 0,6 L / Menit, dan integrasi konverter fototermal antarmuka.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih terhadap segala bantuan yang telah diberikan oleh rekan-rekan Laboratorium Energi Terbarukan, Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada berkat segala dukungan, bantuan, dan bimbingan yang diberikan kepada penulis.

Daftar Pustaka

- SDGs Indonesia. SDGs Knowledge Hub. Accessed 2 February 2024.
- Utama, A., 2019. Jawa ‘kehabisan’ air tahun 2040: Ratusan orang terancam bencana yang ‘tak pernah terbayangkan’. Accessed 2 February 2024.
- Badan Informasi Geospasial, 2019. Sistem Referensi Geospasial Indonesia. Accessed 2 February 2024.
- Pratama, T., 2018. Pengaruh Jumlah Sekat Terhadap Rya Tipe Atap Sandar Wadah Berundak, Yogyakarta: s.n. Produktivitas Desalinasi Bertenaga Surya Pasif Tipe Atas Sandar Wadah Berundak, Yogyakarta: s.n.
- Pangestika, M., 2018. Pengaruh Material Insulasi Termal Terhadap Air Yang Dihasilkan Pada Desalinasi Bertenaga Surya Tipe Atap Sandar Wadah Berundak, Yogyakarta: s.n.
- Sari, M. & Asmendri, 2020. Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA*, Volume 6, pp. 41-53.
- Shin, M. et al., 2023. A content analysis of research on technology use for teaching mathematics to students with disabilities: word networks and topic modeling. *International Journal of STEM Education*, Volume 10.
- Mardiansah, F., 2019. Pengaruh Jumlah Undakan Terhadap Produktivitas Alat Desalinasi Bertenaga Surya Pasif Tipe Atap Sandar Wadah Berundak, Yogyakarta: s.n.
- Corbicefa, Y., 2020. Pengaruh Tinggi Celah Udara Terhadap Tingkat Produktivitas Air Pada Alat Desalinasi Bertenaga Surya Pasif Tipe Atap Sandar Wadah Berundak, Yogyakarta: s.n.
- Susilo, H. E., 2018. Pengaruh Aliran Air Pendingin Kaca Terhadap Produktivitas Alat Desalinasi Bertenaga Su
- Zhang, Y., Xiong, T., Nandakumar, D. K. & Tan, S. C., 2020. Structure Architecting for Salt-Rejecting Solar Interfacial Desalination to Achieve High-Performance Evaporation With In Situ Energy Generation. *Advanced Science*, Volume 7.
- Electronix News, 2023. Water Tank Level Controller Using Arduino. Available at: <https://electronicsnews.co.in/Water-Tank-Level-Controller-Using-Arduino>. [Accessed 1 February 2024].