

## **Pengembangan Sistem Kontrol Serta Monitoring Suhu dan Volume Air Berbasis Web Pada Perangkat Desalinasi Air Laut**

**Akbar Sujiwa<sup>1</sup>, Sagita Rochman<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya-Jl.

Dukuh Menanggal XII/4, Surabaya.

E-mail: akbarsujiwa@unipasby.ac.id

---

### **ABSTRAK**

Konsumsi air bersih oleh manusia setiap tahun semakin meningkat, hal ini akan memberikan dampak buruk akan ketersediaan sumber daya air yang ada saat ini. Salah satu solusi pemenuhan kebutuhan akan air bersih dapat menggunakan teknologi desalinasi air laut. Namun sebagian besar teknologi ini masih memanfaatkan metode osmosis balik dan distilasi yang dikendalikan secara manual, oleh karena itu tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem kontrol dan monitoring yang terkomputerisasi menggunakan antarmuka berbasis web. Sistem kontrol dan monitoring yang dikembangkan pada penelitian ini diuji tingkat akurasi terhadap kenaikan volume air dan suhu air, agar diperoleh persentase akurasi pengukuran dari sistem yang dibangun. Hasil dari penelitian ini berupa sistem kontrol dan monitoring menggunakan halaman web yang diatur oleh perangkat raspberry pi sebagai server, dan didapat bahwa akurasi monitoring volume dan suhu air sekitar 96,2% dan 98,05%. Manfaat dari penggunaan sistem ini, dapat mempermudah serta menghemat waktu dalam mengoperasikan perangkat desalinasi.

**Kata kunci** : desalinasi, kontrol, monitoring, web.

### **ABSTRACT**

*Consumption of water by humans is increasing every year, this has a negative effect on the water resources that exist today. In meeting the need for clean water, one solution is to use seawater desalination technology. But most of this technology still use reverse osmosis and distillation methods which operates manually, therefore the objective in this research is to develop a computerized control and monitoring system using a web-based interface. The control and monitoring system developed in this study was tested for its accuracy on the increase in water volume and water temperature in order to obtain the percentage of measurement accuracy of the system that has been built. The results of this study are control and monitoring systems using web pages that are managed by a raspberry pi device as a server, and obtained an accuracy of monitoring volume and water temperature around 96.2% and 98.05%. The benefits of using this system, that can simplify and save time in operating desalination devices.*

**Keywords**: control, desalination, monitoring, web.

## 1. PENDAHULUAN

Konsumsi air secara global dalam satu abad yang lalu menunjukkan pola peningkatan sebanyak dua kali lipat jika ditinjau dalam empat dekade terakhir [1]. Peningkatan ini sejalan dengan kenaikan populasi manusia, dimana setiap individu membutuhkan air bersih lebih dari 1.700 liter per hari. Kebutuhan sebanyak ini sebagian besar diakibatkan oleh berkembangnya modernisasi industri yang menyebabkan kenaikan tuntutan akan air sehingga memberi tekanan paling besar pada ketersediaan sumber daya air [2]. Nantinya pada tahun 2025, penggunaan air oleh industri akan naik 200% lebih besar dari pada tahun 1995. Dalam aplikasi industri, pertanian adalah konsumen air terbesar, dengan total 70% dari seluruh penggunaan air manusia [3].

Salah satu solusi untuk mendapatkan air bersih adalah dengan memanfaatkan air laut. Teknik penyulingan air laut menjadi air tawar (desalinasi) telah banyak diteliti oleh beberapa peneliti dengan metode yang bermacam, seperti metode osmosis balik [4] atau metode distilasi [5]. Perangkat desalinasi *portable* dengan metode distilasi juga telah dikembangkan [6], dimana perangkat tersebut akan mengekstrak air laut sehingga diperoleh kristal garam dan air tawar untuk konsumsi. Distilasi pada intinya menggunakan teknik penguapan/evaporasi, dengan cara memanaskan air laut sehingga terpisah zat garam dengan air pelarutnya, sehingga diperoleh hasil berupa air yang dimurnikan [5].

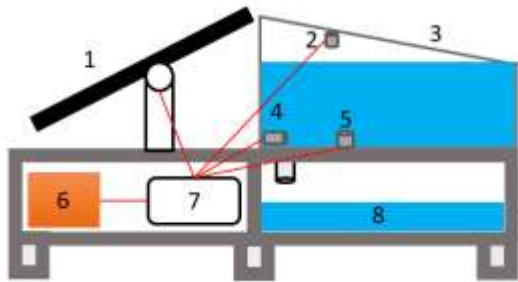
Namun sebagian besar perangkat desalinasi ini masih dioperasikan secara

manual [7]. Sebagian besar hanya menggunakan perangkat analog berupa pemanas atau filter pasif [8] yang tidak menggunakan peralatan elektronik terkomputerisasi. Dengan semakin berkembangnya teknologi pada zaman sekarang pemanfaatan perangkat komputerisasi sangat dibutuhkan, karena selain mempermudah pengoperasian, peningkatan hasil produksi juga dapat dicapai. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem kontrol dan monitoring berbasis web guna meningkatkan fitur dan fungsi perangkat desalinasi yang telah peneliti kembangkan sebelumnya [6]. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mempermudah dalam pengoperasian perangkat serta mempermudah dalam pemantauan proses desalinasi, sehingga didapat data-data yang akurat dari perangkat. Fitur yang dimaksud berupa sistem monitoring suhu dan volume untuk mengawasi perubahan kondisi air serta fitur kendali arus listrik perangkat. Sehingga nantinya perangkat desalinasi tersebut dapat dioperasikan dari jarak jauh baik menggunakan komputer maupun *smartphone* (telepon pintar).

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini lebih difokuskan dalam membangun sistem kontrol yang mampu untuk menyalakan dan menghidupkan perangkat desalinasi air laut dari jarak jauh dengan antar muka berupa web browser (penjelajah web). Selain itu terdapat fitur tambahan berupa sistem monitoring dari suhu pemanasan air dan volume air dari perangkat desalinasi.

Perangkat desalinasi yang digunakan merupakan perangkat yang



telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya [6], yang memiliki kemampuan tidak hanya menjernihkan air laut namun juga dapat memproduksi garam yang didapat dari residu distilasi saat proses desalinasi berlangsung.

Konektivitas antara perangkat dengan pengguna pada sistem yang dibangun ini didesain dengan batasan hanya dalam lingkup *wireless local area networking* (WLAN), hal ini dikarenakan sistem masih dalam tahap pengembangan sehingga dapat diantisipasi masalah keamanan jaringan pada perangkat yang dibangun. Meskipun begitu keuntungan utama dari pemanfaatan jaringan WLAN tetap dapat dinikmati, yaitu perangkat dapat dikendalikan tanpa harus terhubung dengan kabel dan dapat dikendalikan dari jarak jauh tergantung dari luas area jangkauan WLAN yang digunakan.

Bagian-bagian utama dalam pembangunan sistem kontrol dan monitoring berbasis web ini dijelaskan secara rinci sebagaimana berikut:

### 2.1. Desain Perangkat Kontrol dan Monitoring

Perangkat desalinasi yang digunakan di dalam penelitian ini mengacu pada desain yang telah diteliti

sebelumnya [6]. Secara umum gambaran perangkat dapat dilihat pada Gambar 1. Pada gambar ini ditunjukkan bahwa perangkat ini beroperasi memanfaatkan tenaga matahari dalam melakukan proses desalinasi.

**Gambar 1. Desain perangkat desalinasi**

Sebuah panel surya (yang diilustrasikan oleh Gambar 1 dengan indeks angka 1) digunakan sebagai sumber energi listrik, daya listrik yang dihasilkan nantinya disimpan pada baterai yang ditunjukkan oleh indeks angka 6. Sebuah kotak penampung air (angka 3) digunakan sebagai tempat proses desalinasi, metode desalinasi yang digunakan pada perangkat ini menggunakan proses distilasi dengan cara menyalakan elemen pemanas (angka 5) untuk memanaskan air laut hingga titik didihnya [9], sehingga terjadi penguapan yang nantinya uap air berubah menjadi embun dan akan tertampung pada bejana penampung air distilasi (angka 8). Selain itu sisa distilasi berupa kristal garam akan mengendap di kotak penampung air (angka 3).

Sedangkan sistem utama yang dikembangkan dalam penelitian ini, berupa web kontrol dan pengawasan, diolah dan dijalankan oleh komputer tipe *Single Board Computer* (SBC) Raspberry Pi 3 model B+. Keunggulan menggunakan SBC Raspberry Pi adalah tersedianya fitur koneksi *wifi* sehingga mampu dihubungkan ke dalam jaringan WLAN [10]. Sistem kontrol yang dibangun menggunakan saklar elektrik dari kaki *input/output* (GPIO) Raspberry untuk mengendalikan suplai arus listrik pada

proses distilasi.

Untuk sistem pengawasan, peneliti menggunakan sensor suhu dan sensor jarak. Sensor suhu yang digunakan bertipe DS18B20 yang memiliki tingkat resolusi pembacaan  $0,0625^{\circ}\text{C}$  dan akurasi sebesar  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  [11]. Sensor ini sangat cocok digunakan bersamaan dengan Raspberry karena *output*-nya bukan data analog melainkan data digital sehingga tidak perlu komponen tambahan ADC (*analog to digital converter*). Sensor jarak yang dipakai bertipe HC-SR04, sensor jenis ini memanfaatkan suara *ultrasonic* untuk mengukur jarak. Dalam penerapannya, sensor ini digunakan untuk mengukur volume air yang terdapat di dalam bejana penampung (angka 3), yang besar volumenya diperoleh dari rumus volume balok sedangkan ketinggian bejana diukur dari hasil pembacaan sensor ultrasonik. Sesuai persamaan 1, komponen tinggi merupakan hasil pengukuran ketinggian air menggunakan sensor HC-SR04, sedangkan panjang dan lebar adalah dimensi dari bejana air perangkat.

$$\text{Volume air} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \quad (1)$$

Desain dari rangkaian elektronik yang digunakan disajikan pada Gambar 2, dimana kedua sensor (sensor suhu dan jarak) terhubung secara langsung dengan kaki *input-output* (IO) *raspberry*. Pada sensor suhu.

## 2.2. Desain Sistem Web Kontrol dan Monitoring

Antar muka (interface) dalam menghubungkan pengguna dengan data dari sensor untuk sistem pengawasan dan

sistem kontrol pada perangkat yang diteliti ini disajikan dalam bentuk halaman web. Program untuk membuka halaman web ini cukup menggunakan web browser (penjelajah web) seperti google chrome, opera, mozilla, dan sejenisnya. Kelebihan dengan menggunakan web browser ini adalah kompatibel dengan semua jenis perangkat komputer baik itu desktop PC, *notebook/laptop*, hingga *smartphone* dengan syarat mampu menjalankan minimal web browser yang mendukung HTML versi 5. Selain web browser, sistem yang dibangun juga menggunakan program python untuk mengolah dan membaca data sensor jarak dan suhu, serta server nginx sebagai pengatur arus lalu lintas web.

Pada halaman web akan ditampilkan kuantitas suhu air dalam satuan Celsius, volume dalam satuan centimeter kubik ( $\text{cm}^3$ ), serta kontrol nyala dan mati perangkat berupa tombol on dan off.

## 2.3. Uji Akurasi Data Pembacaan Sensor

Pengujian akurasi pembacaan sistem dilakukan cara membandingkan hasil pengukurannya sensor dengan pengukuran menggunakan alat ukur standar lab.

Untuk uji akurasi suhu dilakukan dengan mengukur suhu pemanasan air dalam bejana, dari suhu normal air hingga suhu saat mencapai titik didih. Pengukuran ini dilakukan secara bersamaan menggunakan alat ukur suhu standar lab dan sistem sensor DS18B20, data suhu diambil tiap 10 detik sekali.

Uji akurasi volume dilakukan dengan mengukur volume air

menggunakan sistem sensor yang telah dibangun dibandingkan dengan volume air yang dituangkan dalam bejana air perangkat. Tiap kenaikan 500 ml air data dicatat untuk dilihat akurasi alat terhadap penambahan volume air yang sesungguhnya.

Data-data yang dihasilkan ini dalam prosesnya dapat digunakan sebagai acuan karakteristik dan kalibrasi sensor apabila terjadi perbedaan pengukuran oleh sistem sensor yang dibuat.

### 3. HASIL PENELITIAN

Berdasarkan metode kerja yang telah disusun, didapat beberapa hasil penelitian antara lain:

#### 3.1. Perangkat yang Telah Dibangun

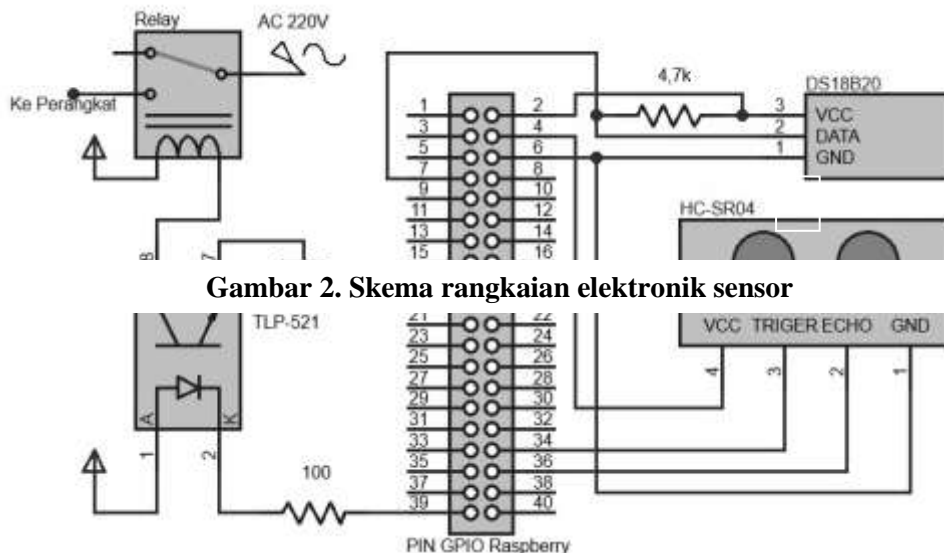
Perangkat desalinasi yang digunakan dalam penelitian ini tampak



surya sebagai sumber tenaga pemanas dan perangkat elektronik lain seperti sensor dan *Raspberry Pi*.

Sistem kontrol serta monitoring suhu dan volume air yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 3 dengan indeks nomor 1. Sistem kontrol dengan perangkat keras (*hardware*) berupa *Raspberry Pi* dan sensor-sensor dikemas dalam kotak hitam untuk menghindari sistem terkena air selama proses desalinasi berlangsung.

**Gambar 3. Bentuk perangkat desalinasi**



**Gambar 2. Skema rangkaian elektronik sensor**

seperti pada Gambar 3. Seperti halnya dengan desain pada Gambar 1, perangkat yang digunakan juga menggunakan panel

yang telah dibangun

#### 3.2. Web Kontrol dan Monitoring

Hasil penelitian utama yang dibangun dalam penelitian ini adalah sistem kontrol dan monitoring berbasis web *browser* yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada gambar ini web diakses menggunakan *browser* komputer personal



Jarak jangkauan koneksi perangkat sesuai jaringan yang dipakai oleh peneliti dapat mencapai hingga  $\pm 50$  meter antara perangkat desalinasi dengan perangkat kendali web yang dipakai.

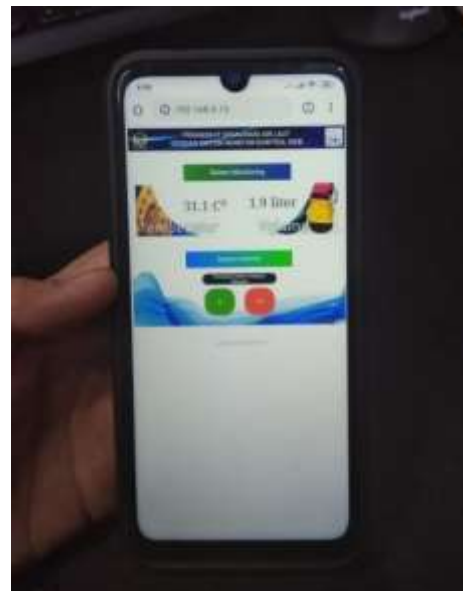
**Gambar 4. Web kontrol dan monitoring pada web *browser* PC**

**Gambar 5. Web kontrol dan monitoring pada web *browser* *smartphone***

(PC), jenis komputer yang digunakan dapat berupa komputer *desktop* maupun komputer laptop.

Pada sistem monitoring web, data yang ditampilkan berupa temperatur dalam satuan Celsius dan volume air dalam satuan liter. Sistem kontrol web memiliki dua buah tombol yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan pemanas dalam proses distilasi. Terdapat juga fitur untuk mengetahui keadaan pemanas perangkat apakah dalam keadaan aktif ataupun sedang mati.

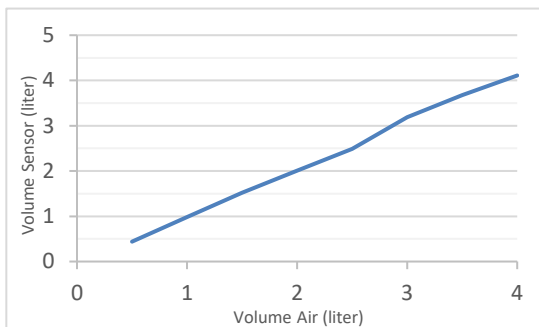
Sistem ini juga dapat diakses melalui perangkat *smartphone* yang memiliki web *browser*, ditunjukkan oleh Gambar 5. Sehingga dalam mengendalikan perangkat desalinasi dapat dilakukan lebih fleksibel dari berbagai tempat dengan batasan harus terkoneksi dengan jaringan yang sama dengan sistem.



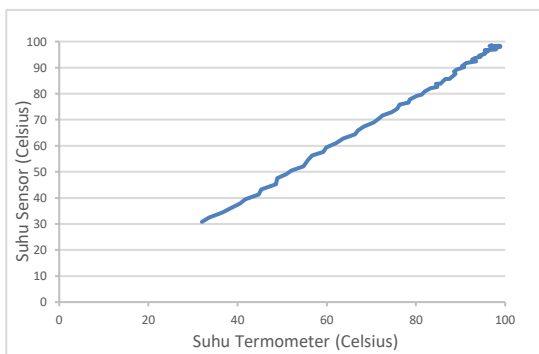
### 3.3. Data Pembacaan Sensor

Data perbandingan pengukuran volume serta suhu air oleh sistem dengan pengukuran menggunakan alat ukur lab dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.

Pada Gambar 6, merupakan grafik data pengukuran volume, dengan sumbu horizontal (sumbu-x) adalah banyaknya air yang diukur, sedangkan sumbu vertikal (sumbu-y) adalah hasil pengukuran volume air dengan sensor HC-SR04. Sedangkan Gambar 7 merupakan grafik data pengukuran suhu, dengan sumbu horizontal yang merepresentasikan suhu air yang diukur menggunakan alat ukur lab dibandingkan dengan sumbu vertikal yang merepresentasikan suhu air yang diukur menggunakan sensor DS18B20. Dari kedua gambar terlihat pola grafik



**Gambar 6. Grafik pengukuran volume**



**Gambar 7. Grafik pengukuran suhu lebih cenderung berbentuk linier.**

## 4. PEMBAHASAN

Secara fungsionalitas, sistem yang dibangun telah mampu digunakan untuk mengontrol dan memonitoring perangkat desalinasi. Baik menggunakan sebuah *desktop* PC, laptop, maupun *smartphone* dan semua fitur dapat ditampilkan serta dikendalikan dengan lancar. Jarak jangkauan antara sistem dengan perangkat dapat dicapai hingga 50 meter, jarak ini didapat dari percobaan menggunakan jaringan WLAN yang terdapat di tempat peneliti melakukan penelitian. Jarak ini bisa lebih jauh maupun lebih dekat tergantung dari jangkauan sinyal WLAN yang dipakai. Jika area jangkauan sinyal WLAN sangat luas ataupun menggunakan jaringan kabel LAN yang terintegrasi secara luas, maka area jangkauan sistem dapat lebih dari 50 meter.

Tingkat eror pembacaan volume air sekitar  $\pm 75$  ml. Error pembacaan ini dikarenakan permukaan air ketika dibaca oleh sensor tidak selalu dalam kondisi diam, sehingga menyebabkan pembacaan ketinggian menjadi tidak akurat, maka dalam penerapannya, untuk membaca volume air harus menunggu minimal sekitar 10 sampai 15 detik setelah air di masukkan ke dalam bejana. Akurasi hasil pengukuran volume air oleh sistem cukup akurat sekitar 96,2%, sehingga diperoleh grafik yang cukup linier seperti pada Gambar 6.

Pada pembacaan suhu air oleh sistem, sesuai data yang disajikan Gambar 7, menunjukkan pola linearitas yang sama dengan grafik sensor volume. Secara garis besar untuk setiap kenaikan suhu yang lebih dari 1 derajat, tingkat akurasi pembacaan juga semakin meningkat. Dari

data yang diperoleh ternyata terdapat eror pengukuran sekitar  $\pm 1,18$  °C terhadap suhu yang sesungguhnya. Rata-rata persentase eror pengukuran juga sangat rendah yaitu sekitar 1,95%. Ini dikarenakan sensor yang dipakai secara umum telah diteliti memiliki eror sangat rendah [11], [12]. Sehingga sistem ini memiliki tingkat akurasi pembacaan suhu sebesar 98,05%.

Jika ditinjau dari penelitian sebelumnya [6] dan pada penelitian lain [7], [13], yang masih menggunakan pengoperasian dengan cara manual dan bergantung pada panas matahari, sehingga membutuhkan waktu cukup lama (tergantung dengan cuaca) untuk menghasilkan air tawar. Selain itu untuk mengoperasikan dan memantaunya harus membutuhkan personal tambahan yang selalu mengawasi. Hal ini berbeda dengan perangkat desalinasi yang menggunakan sistem web ini, secara tidak langsung dapat mengurangi biaya operasional karena tidak perlu tambahan tenaga manusia untuk memonitoring dan mengendalikan perangkat desalinasi secara berkala, serta menghemat waktu karena dapat dioperasikan secara fleksibel dimanapun pengguna berada. Dari segi pengoperasian juga sangat mudah karena bentuk web sudah didesain dengan simpel dan mudah digunakan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem kontrol dan monitoring dari perangkat desalinasi berbasis web telah berhasil dikembangkan oleh peneliti. Sistem yang dibangun juga telah memenuhi desain yang dirancang yakni dengan dua fitur utama, yaitu kendali arus listrik serta monitoring suhu dan volume

air selama proses desalinasi berlangsung. Dengan adanya sistem yang telah dibuat ini dapat mempermudah pengguna dalam hal mengontrol serta memonitoring aktivitas perangkat dari jarak jauh secara *wireless*. Persentase akurasi pembacaan volume dan suhu perangkat berada pada 96,2% untuk pengukuran volume serta 98,05% untuk pengukuran suhu air. Selain dapat dikendalikan dengan komputer, perangkat juga dapat dikendalikan menggunakan *smartphone*, sehingga pengguna dapat lebih fleksibel dan menghemat waktu dalam mengoperasikan perangkat.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah memberikan dukungan secara finansial pada pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Teknologi Industri, kepala laboratorium Teknik Elektro, dan dosen-dosen Teknik Elektro yang telah memberikan fasilitas laboratorium dan juga masukan dalam penyelesaian penelitian ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. George, *The big necessity : the unmentionable world of human waste and why it matters.* .
- [2] L. Knight, G. Hartl, and World Health Organization., *The right to water*. World Health Organization, 2003.
- [3] E. Curry, "Water Scarcity and the Recognition of the Human Right to Safe Freshwater," *Northwest. J. Hum. Rights*, vol. 9, no. 1, Jan. 2010.
- [4] R. Das, M. E. Ali, S. B. A. Hamid, S. Ramakrishna, and Z. Z.



- Chowdhury, “Carbon nanotube membranes for water purification: A bright future in water desalination,” *Desalination*, vol. 336, pp. 97–109, Mar. 2014.
- [5] H. Zheng, *Solar energy desalination technology*. .
- [6] A. Sujiwa and Atmiasri, “Sistem Kontrol Efisiensi Daya Otomatis Pada Perangkat Prototipe Desalinasi Dual Output Bertenaga Sel Surya,” *Waktu*, vol. 17, p. 26, 2019.
- [7] I. G. Y. Dewantara, B. M. Suyitno, and I. G. E. Lesmana, “Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih,” *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, p. 1, Mar. 2018.
- [8] N. I. Said, “Aplikasi Teknologi Osmosis Balik Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum Di Kawasan Pesisir Atau Pulau Terpencil,” *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 4, pp. 16–35, 2003.
- [9] K. Sumada, R. Dewati, and Suprihatin, “Improvement of seawater salt quality by hydro-extraction and re-crystallization methods,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 953, no. 1, p. 012214, Jan. 2018.
- [10] D. Molloy, *Exploring Raspberry Pi : interfacing to the real world with embedded Linux*. .
- [11] Maxim Integrated Products Inc., *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*. California: Maxim Integrated Products, 2008.
- [12] I. A. Rozaq and N. Y. DS, “Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air,” *Pros. SNATIF*, vol. 0, no. 0, pp. 303–309, Aug. 2017.
- [13] B. P. Asmara, “Pelatihan Pembuatan Desalinasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Metode Sarang Laba-Laba Untuk Masyarakat Dipesisir Pantai Desa Olele Kecamatan Kabila Bone Kabupaten Bone Bolango,” *J. Sibermas*, vol. 6, p. 82, 2012.