

IMPLEMENTASI DATA LOGGER SEBAGAI PERANGKAT MONITORING PADA SISTEM DESALINASI HYBRID BERBASIS ENERGI TERBARUKAN

Kunto Aji¹⁾, Miftachul Ulum²⁾, Haryanto³⁾, Riza Alfita⁴⁾

^{1),2),3),4)} Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura
Jl Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan Madura
kunto.ajiw@trunojoyo.ac.id

Received: December 28, 2020. Accepted: August 27, 2021

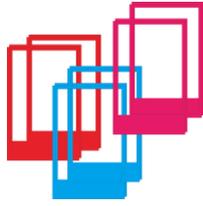
ABSTRAK

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok pada kehidupan sehari-hari, kebutuhan akan air sangat diperlukan oleh manusia. Namun pada saat musim kemarau banyak daerah di Indonesia, terutama daerah pesisir yang mengalami krisis air. Salah satu alternative dari penyelesaian masalah krisis air ini adalah dengan metode desalinasi. Desalinasi merupakan proses pemurnian air laut menjadi air tawar dengan cara pemanasan, sehingga menjadi solusi dalam kebutuhan air bersih bagi masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan sumber energi hybrid dari panel surya dan sumber energi konvensional dengan dilengkapi data logger sebagai perangkat monitoring. Pada penelitian ini didesain sistem desalinasi hybrid berbasis energi terbarukan. Sistem desalinasi memanfaatkan water evaporator sebagai komponen untuk mendukung proses evaporasi air laut dan penggunaan sistem hybrid dengan memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh panel surya dan energi konvensional dari listrik PLN. Penggunaan data logger dapat membantu memberikan gambaran performansi serta efisiensi dari sistem desalinasi air laut. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan sistem desalinasi water evaporator menghasilkan air desalinasi rata-rata 43 ml/jam.. Dari pengujian yang sudah dilakukan sistem desalinasi water evaporator memiliki persentase keberhasilan penurunan kadar Salinitas garam rata-rata sebesar 64.35 % atau sebesar 10 ppm setiap desalinasi.

Kata kunci: *Desalinasi, Water Evaporator, Hybrid System, Solar Panel, Data Logger*

ABSTRACT

Water is one of the basic needs in everyday life, the need for water is very much needed by humans. However, during the dry season, many areas in Indonesia, especially coastal areas, are experiencing a water crisis. One alternative to solving this water crisis problem is the desalination method. Desalination is the process of purifying sea water into fresh water by heating it, so that it becomes a solution to the needs of clean water for the community. The purpose of this research is to design and make a desalination system from seawater to fresh water using a hybrid energy source from solar panels and conventional energy sources equipped with a data logger as a monitoring device. In this research, a renewable energy-based hybrid desalination system is designed. The desalination system uses a water evaporator as a component to support the seawater evaporation process and the use of a hybrid system by utilizing energy generated by solar panels and conventional energy. The use of data loggers can help provide an overview of the performance and efficiency of the seawater desalination system. From the test results that have been carried out, the water evaporator desalination system produces an average of 43 ml / hour of desalination water. From the tests that have been carried out, the water evaporator desalination system has a successful percentage of reducing salt salinity levels by an average of 64.35% or 10 ppm per desalination.



Keyword: Desalination, Water Evaporator, Hybrid System, Solar Panel, Data Logger

PENDAHULUAN

Permukaan bumi secara umum terdiri atas daratan dan lautan. Adapun lautan mendominasi tiga perempat dari permukaan bumi secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan potensi yang terdapat pada lautan terutama dari sisi sumber daya air, tentunya hal ini akan dapat banyak membantu mengatasi permasalahan dalam pemenuhan konsumsi air. Hampir 97% dari total volume air yang terdapat di bumi berupa air asin yang terdapat pada samudera sedangkan 3% sisanya berada dalam bentuk salju, gletser atau air tanah [1]. Jika memungkinkan mengubah air asin ini menjadi air tawar, itu akan menyelesaikan semua masalah kelangkaan air itu banyak negara.

Desalinasi air laut atau air payau mungkin merupakan solusi untuk mengatasi kekurangan air tawar. Desalinasi dapat dilakukan dengan menggunakan banyak teknik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Samah Naciri, dkk (2019) disebutkan bahwa penggunaan teknologi desalinasi industri perubahan fasa, seperti flash multi-tahap dan distilasi multieffek atau melibatkan membran semi-permeabel untuk pelarut atau zat terlarut terpisah. Reverse osmosis merupakan salah satu metode yang paling populer karena efisiensi dari pembiayaan. Sistem desalinasi yang bekerja dengan penggunaan bahan bakar fosil dapat diselesaikan di bagian dengan menggunakan sumber daya terbarukan, seperti biomassa, energi matahari, energi angin dan energi panas bumi. Sumber daya tersebut dapat bermanfaat di pusat kota maupun di daerah terpencil dan daerah pelosok. Banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk dapat menggunakan energi matahari dengan cara yang efisien [2].

Memasangakan antara desalinasi dan energi terbarukan sumber adalah salah satu solusi paling menjanjikan untuk memecahkan masalah masalah

kekurangan air bersih terutama di daerah terpencil [3]. Desalinasi Reverse Osmosis adalah proses yang paling efisien dengan memanfaatkan penggunaan dari energi terbarukan mampu menghasilkan kualitas output mencapai 60%, yang kemudian dikombinasikan dengan proses desalinasi termal [4]. Photovoltaic merupakan sumber energi yang paling kompetibel apabila dikombinasikan dengan sistem desalinasi. Sistem ini mampu menghasilkan kualitas output yang mencapai sekitar 45% dari system yang terpasang [5]. Kombinasi system desalinasi ini juga dapat diimplementasikan dengan menggunakan sumber energi panas matahari dan energi angin [5]. Integrasi sumber energi terbarukan hybrid dengan system desalinasi dapat menjadi sebuah solusi untuk menghemat air dan energi [6]. Ada banyak faktor yang menentukan efisiensi dari sistem desalinasi dengan menggunakan energi terbarukan. Potensi energi matahari dan energi angin di area eksperimen, serta level salinitas air laut yang menjadi input proses akan menentukan optimasi dari kualitas air tawar keluaran [7].

Beberapa penelitian terkait dengan sistem desalinasi telah dilakukan diantaranya adalah Mulyanef, dkk. (2015). Pada penelitian tersebut dirancang sebuah sistem pengolahan air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan sinar matahari. Sistem terdiri dari plat penyerap untuk menyerap energi matahari menjadi energi panas untuk memanaskan air laut dan cover penutup terbuat dari kaca sebagai pengumpul sinar matahari yang mengarah langsung ke plat penyerap. Penelitian lain oleh Dixit Abhay (2017), yang mendesain sistem pengolahan air laut menjadi air bersih dengan memanfaatkan energi panas matahari serta proses pasangsurut air laut, air laut akan di pompa menuju ruang evoporasi untuk dipanaskan menggunakan sinar matahari yang telah diarahkan menggunakan cermin ke tabung penampung air

laut, uap air dari pemanasan akan menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik, sedangkan uap air akan mengalami proses kondensasi untuk kemudian berubah menjadi air tawar. Hasil dari penelitian ini yaitu energi listrik yang dihasilkan oleh pergerakan generator serta air bersih hasil uap air laut yang telah dipanaskan. Kekurangan dari penelitian ini adalah biaya yang mahal serta sistem tidak maksimal ketika musim hujan atau dalam keadaan mendung.

Sedangkan untuk implementasi data logger terdapat penelitian yang dilakukan oleh Jakkree Srinonchat (2009). Pada penelitian tersebut didefiniskan bahwa data logger merupakan sebuah perangkat pengukuran dan penyimpanan data. Perangkat ini diaplikasikan untuk energi terbarukan yang dilengkapi dengan battery back up.

Penggunaan data logger serta mode sistem supply energi dengan konfigurasi hybrid pada penelitian ini berperan untuk meningkatkan optimasi serta efisiensi sistem, merupakan suatu bentuk inovasi dalam pengembangan dan implementasi teknologi energi terbarukan, terutama di Pulau Madura. Hasil pengolahan data dapat digunakan sebagai bahan penelitian untuk menentukan bentuk pengembangan dari sistem desalinasi air laut hybrid berbasis energi terbarukan yang lebih optimal. Pada penelitian ini didesain sistem desalinasi hybrid berbasis energi terbarukan. Sistem desalinasi memanfaatkan *water evaporator* sebagai komponen untuk mendukung proses evaporasi air laut dan penggunaan sistem hybrid dengan memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh panel surya dan energi konvensional dari listrik PLN. Penggunaan data logger dapat membantu memberikan gambaran performansi serta efisiensi dari sistem desalinasi air laut. Pada penelitian ini didesain suatu perangkat monitoring dengan konsep data logger yang bekerja dengan menyimpan data hasil pembacaan sensor ke dalam data logger. Tujuan digunakannya data logger adalah sebagai instrumen perekam performansi dari sistem. Sehingga dengan adanya data performansi sistem yang terdapat pada data logger maka akan dapat diketahui efektifitas kinerja dari sistem. Kontrol panel surya dilengkapi dengan sistem tracking arah matahari menggunakan kontrol

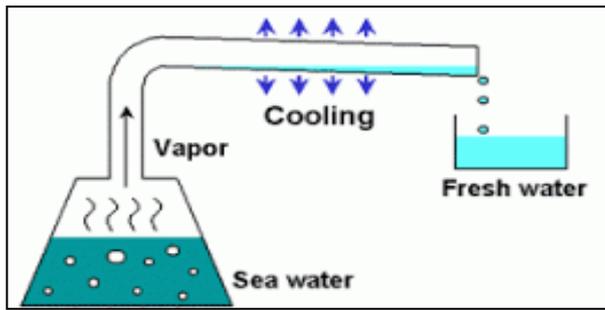
PID (Proportional Integral Diferensial) untuk meningkatkan efisiensi daya yang dihasilkan oleh panel surya. Sehingga dengan adanya mekanisme tracking maka akan dapat memaksimalkan potensi energi yang dihasilkan oleh panel surya yang berdampak pada optimalnya kinerja sistem desalinasi.

METODE PENELITIAN

1.1. Sistem Desalinasi

Desalinasi merupakan proses pengolahan air laut menjadi air tawar dengan cara menyulingkan yaitu dengan memisahkan kandungan garam dan air pada air laut. Pemisahan air laut menjadi air tawar melalui sebuah proses yang disebut distilasi. Mekanisme dari proses distilasi yaitu dengan memisahkan kandungan garam dan air pada air laut, pemisahan pada umumnya dilakukan dengan cara memanaskan air laut pada suhu 100°C pada tekanan 1 atmosfer sehingga senyawa air akan berubah menjadi uap yang dikenal dengan evaporasi. Uap air kemudian mengalami perubahan wujud dari uap menjadi air yang dikenal dengan kondensasi. Proses distilasi ini akan menghasilkan air tawar berkualitas tinggi dibandingkan dengan kualitas air tawar dengan proses lain.

Masalah yang umum timbul pada proses desalinasi air laut dengan metode distilasi adalah terjadinya pengerakan dan korosi pada bagian peralatan. Timbulnya lapisa kerak pada pipa – pipa penukar panas evaporator menyebabkan menurunnya kemampuan perpindahan panas yang menyebabkan berkurangnya jumlah produksi air tawar. Pada keadaan demikian instalasi perlu dibersihkan dengan menggunakan pembersihan kimia (chemical cleaning). Untuk mencegah atau menghambat proses timbulnya kerak, maka perlu dilakukan treatment temperatur yang tepat dan teratur [8].



Gambar 1. Proses Desalinasi

1.2. Karakteristik Energi Surya

Energi surya atau matahari adalah energi yang berupa panas dan cahaya yang dipancarkan dari matahari. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang juga potensial. Potensi energi surya di Indonesia sangat melimpah. Namun, melimpahnya sumber energi surya di Indonesia masih belum banyak dimanfaatkan secara optimal.

Matahari merupakan sumber energi yang memancarkan energi sangat besar ke permukaan bumi. Permeter persegi permukaan bumi menerima hingga 1.000W energi matahari. Sekitar 30% dari energi tersebut dipantulkan kembali ke luar angkasa dan sisanya diserap oleh awan, laut, dan daratan. Besarnya energi surya yang diterima bumi dalam waktu satu jam dapat disetarakan dengan jumlah energi yang digunakan dunia selama satu tahun lebih.

Sebagai negara yang berada di kawasan khatulistiwa, Indonesia khususnya pulau Madura mempunyai potensi energi surya yang sangat besar. Indonesia memiliki sekitar 4.8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp energi surya. Namun, energi surya ini belum mampu dimanfaatkan secara optimal oleh pemerintah. Saat ini Indonesia baru memanfaatkan energi surya sekitar 10 MWp.

Sensor yang digunakan untuk mengukur intensitas energi surya adalah panel surya photovoltaic (PV) dengan kekuatan 10WP. Tegangan dan arus digunakan untuk mengubah intensitas cahaya menjadi parameter listrik dalam bentuk tenaga panel surya [9]. Daya output photovoltaic panel surya (PV) akan dihubungkan ke beban tetap dalam bentuk beban dummy 33R / 150W. Ini bertujuan

untuk mengurangi fluktuasi daya yang terukur, sehingga data pengukuran tidak terpengaruh oleh perubahan tahanan beban. Tegangan yang diterima oleh beban dummy akan diukur menggunakan sirkuit pembagi tegangan. Output dari rangkaian ini menghasilkan sinyal analog yang ditransmisikan ke pin ADC pada Arduino UNO. Bentuk dari solar sensor ditunjukkan pada gambar 2.

Array PV terdiri dari beberapa modul PV, dan modul PV itu sendiri terdiri dari sejumlah sel PV untuk memenuhi kebutuhan arus dan tegangan. Dua konverter daya digunakan untuk mengontrol ekstraksi daya pertama dari array PV, dan yang kedua adalah pengiriman daya ke jaringan AC dengan kualitas daya yang dapat diterima. Dari model ini, karakteristik sel PV juga dapat dijelaskan oleh persamaan (1) berikut:[10]

$$i_{PV} = i_{ph} - i_0 \left[\exp \frac{v_{pv} + i_{pv} R_s}{n k_B T / q} - 1 \right] - \frac{v_{pv} + i_{pv} R_s}{R_p} \quad (1)$$



Gambar 2. Sensor Panel Surya

Penjelasan dari persamaan (1) adalah i_{pv} dan V_{pv} adalah arus keluaran dan tegangan yang dihasilkan oleh sel PV. i_{ph} adalah foto yang dihasilkan saat ini yang terutama merupakan arus dari menyerap energi foton. Arus yang dihasilkan foto sebanding dengan tingkat radiasi matahari, i_0 adalah arus saturasi dioda, yang mewakili karakteristik dioda. q adalah muatan elektron, n adalah faktor idealitas, k_B adalah konstanta Boltzmann, T adalah suhu sel dalam derajat Kelvin [11]. R_p adalah hambatan shunt yang mengacu pada arus kebocoran sel di persimpangan dan di dalam sel [12].

Panel surya atau photovoltaic (PV) adalah sebuah perangkat yang terdiri dari sel surya dan dapat

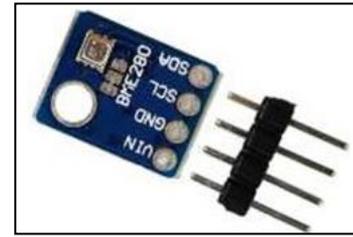
digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya bekerja menggunakan prinsip photovoltaic yang melakukan konversi pada tingkatan atom. Sel surya berupa sebuah komponen semikonduktor yang terdiri dari diode p-n junction. Arus listrik dihasilkan oleh adanya energi foton cahaya matahari yang melepaskan elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P agar dapat mengalir.

Foton merupakan partikel sangat kecil yang menyusun sinar matahari. Foton akan menabrak atom semikonduktor silikon sel surya sehingga dapat menghasilkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang berpisah mempunyai muatan negatif (-) akan bergerak bebas pada material tersebut. Atom yang melepas elektron disebut dengan hole yang mempunyai muatan positif (+).

Pada umumnya, setiap sel surya dapat menghasilkan tegangan DC sebesar 0,45-0,5 dengan arus sekitar 0,1A saat intensitas cahaya yang diterima tinggi. Pengukuran tegangan dan arus digunakan untuk mengetahui hasil konversi energi matahari menjadi energi listrik [13].

Selain itu, perangkat ini juga dilengkapi sensor tambahan, BME yang mampu membaca suhu udara, kelembaban dan ketinggian di atas permukaan laut. BME280 merupakan modul sensor yang berfungsi untuk mengukur altitude, suhu, kelembaban dan tekanan atmosfer sekaligus. Suhu dan kelembaban adalah 2 variabel pengukuran yang banyak digunakan, sedangkan altitude digunakan untuk mengetahui ketinggian suatu objek dari permukaan laut. Sementara tekanan atmosfer disebabkan oleh berat udara yang berada di atas titik pengukuran. Modul ini mempunyai ukuran yang sangat kecil namun dengan fungsi yang sangat kompleks. BME280 menggunakan standar komunikasi 2 arah I2C(Inter-Integrated Circuit) sebagai komunikasinya. Sehingga pengkabelannya mudah hanya dengan menggunakan 2 kabel data yang masing-masing adalah serial clock(SCK) dan serial data(SDA). Ditambah 2 kabel sebagai catu daya modul tersebut yang umumnya bekerja di tegangan 3,3V.

Konfigurasi IC BME280 ditunjukkan pada gambar 3 berikut [14].



Gambar 3. Sensor BME820:

1.3. Konsep Data Logger

Data logger merupakan suatu instrumen elektronik yang memiliki kemampuan untuk membaca besaran pada alam (misal temperatur, kecepatan angin, kadar gas, arus dan tegangan listrik, dsb) yang dibaca oleh sensor elektronik maupun elektromekanik, kemudian menuliskan nilai besaran yang terbaca tersebut ke dalam memori. Perekaman dapat dilakukan dalam rentang waktu tertentu, baik harian, bulanan, bahkan tahunan dengan waktu sampling yang dapat diatur [15]. Jumlah sensor yang digunakan akan bergantung terhadap kemampuan perangkat keras yang digunakan, jika data logger tersebut memiliki single-channel maka hanya dapat digunakan untuk satu jenis pengukuran, apabila multichannel maka dapat digunakan untuk membaca beberapa besaran secara bersamaan.

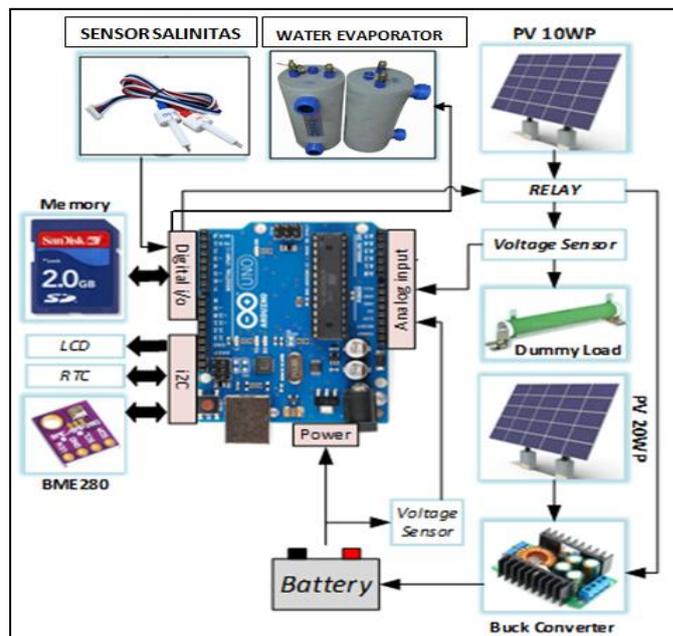
Dalam perkembangannya data logger terbagi menjadi dua jenis yaitu data logger konvensional dan data logger berbasis komputer [16]. Data logger konvensional merupakan suatu instrumen pengukuran dan perekaman yang dapat berdiri sendiri (stand-alone) serta menggunakan memori internal dari mikroprosesor yang digunakan. Visualisasi, analisis, maupun penyimpanan data secara permanen dapat dilakukan pada komputer dengan cara memindahkan data yang telah direkam terlebih dahulu. Data logger berbasis komputer (atau lebih dikenal dengan istilah data acquisition) merupakan data logger yang telah terintegrasi dengan komputer, kinerjanya dapat meningkat seiring perkembangan teknologi prosesor komputer.

1.4. Desain Perangkat Data Logger

Data logger adalah perangkat yang berfungsi untuk memperoleh data dalam periode waktu tertentu dan disimpan dalam Secure Digital Card (SD Card). Perangkat ini terdiri dari 2 modul, yaitu modul RTC (Real Time Clock) dan modul SD Card. Modul RTC digunakan sebagai pengatur waktu yang mendukung proses pemantauan dan penyimpanan data secara terus menerus dan secara real time . Perangkat modul SD Card digunakan sebagai media penyimpanan data. Data logger banyak digunakan sebagai instrumen penelitian yang membutuhkan perekaman data dalam periode waktu tertentu untuk tujuan penelitian.

Sistem data logger yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sensor termal BME280, LCD dan RTC yang berkomunikasi dengan mode

Inter-Integrated Circuit (I2C). I2C adalah komunikasi 2 arah standar yang hanya menggunakan 2 kabel untuk mengirim dan menerima data. Salah satu kelebihan dari mode komunikasi I2C adalah dapat dihubungkan ke banyak perangkat yang dikonfigurasi dengan hanya 2 kabel, yang terdiri dari SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock). Bagian penyimpanan menggunakan kartu SD yang terhubung ke pin digital IO menggunakan komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface). Sensor anemometer dan relay juga menggunakan pin digital pada mikrokontroler. Untuk sensor tegangan dan arah angin yang terhubung ke pin ADC (Analog to Digital Converter). Implementasi sistem data logger sebagai perangkat monitoring pada sistem desalinasi sebagai alternative pemenuhan kebutuhan air di Madura ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Bentuk prototype implementasi Data Logger Sebagai Instrument Monitoring Pada Sistem Desalinasi Air Laut Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih

Terdapat beberapa perangkat yang terhubung pada dalam sistem data logger monitoring desalinasi diantaranya adalah :

1. BME820 merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi level energi

panas matahari yang diterima dan mengkovर्सinya ke dalam bentuk parameter elektrik.

2. Modul sensor salinitas digunakan untuk mengetahui tingkat salinitas (level kandungan garam) pada air hasil dari proses desalinasi.
3. Water evaporator berfungsi dalam proses evaporasi air laut yang merupakan rangkaian dalam proses desalinasi.
4. RTC berfungsi sebagai modul referensi waktu yang dapat memberikan data jam dan tanggal dengan akurasi yang baik.
5. Voltmeter terdiri dari rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi untuk membaca tegangan untuk selanjutnya diproses pada ADC(Analog to Digital Converter).
6. Wattmeter digunakan untuk mengukur daya energi listrik yang dihasilkan

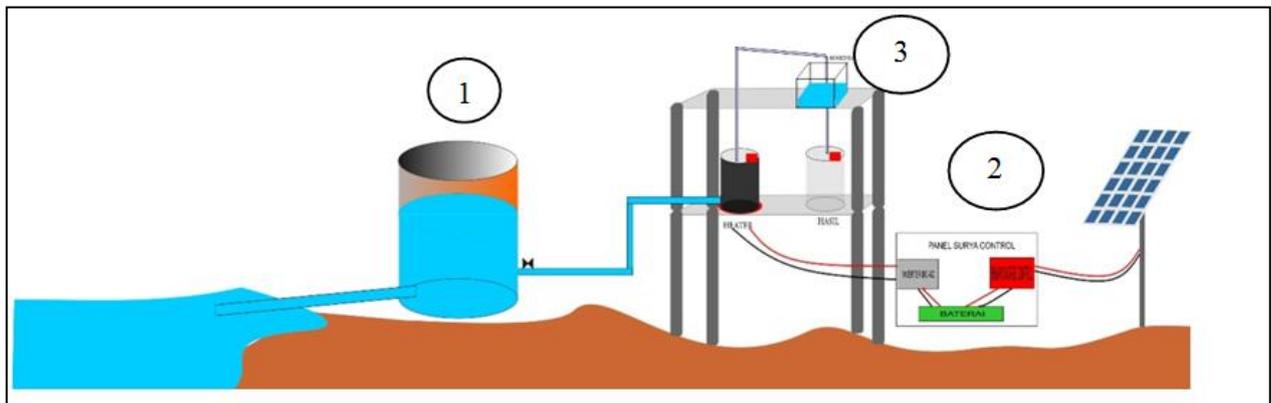
1.5. Proses Desalinasi

Dari gambar 5 berikut ditunjukkan mekanisme alur dari aliran air laut, masuk ke dalam sistem desalinasi hingga dikonversi menjadi air tawar. Secara umum terdapat 3 proses yang akan dilakukan pengujian pada sistem desalinasi diantaranya adalah:

Proses 1 adalah pengambilan air laut dan ditampung di tandon. Kemudian air laut dialirkan menuju tabung evaporasi, proses ini berjalan otomatis. Tabung evaporasi terdapat sensor ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian air, jika air mencapai ketinggian air yang telah ditetapkan maka pompa air akan mati, sebaliknya jika air pada tabung evaporasi habis maka pompa akan kembali hidup.

Proses 2 adalah proses konversi energi matahari menjadi listrik oleh sel surya, listrik yang dihasilkan disimpan didalam baterai dan dikonversi melalui inverter DC-AC untuk kemudian digunakan untuk menyalakan heater listrik.

Proses 3 adalah proses desalinasi air laut menjadi air tawar, water evaporator akan memanaskan air laut sehingga akan masuk ke dalam fase evaporasi yang secara perlahan air akan berubah wujud menjadi uap. Uap air akan masuk kedalam pipa yang sudah tersambung untuk selanjutnya mengalami proses kondensasi yaitu proses uap menjadi air (mengembun). Hasil dari proses desalinasi ditampung pada tabung hasil



Gambar 5. Tahapan Proses Pada Sistem Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Terbarukan

1.6. Desain Perancangan Solar Panel

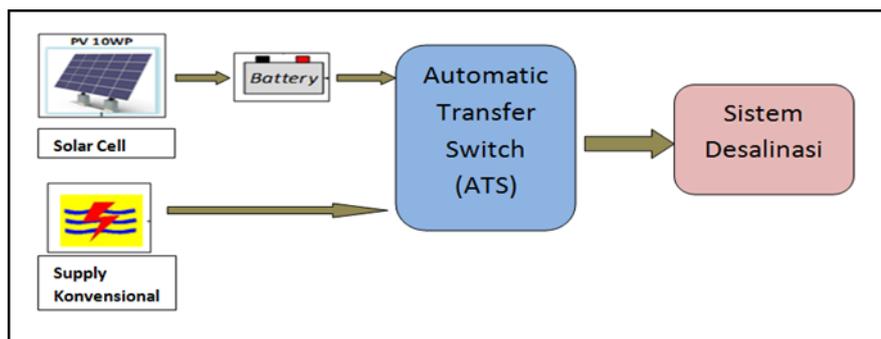


Gambar 6. Tahapan Desain Dan Implementasi Dari Sistem Solar Panel

Pada perancangan gambar 6 tinggi tiang 2.3 meter, panel surya pada label (1) yang digunakan polycrystalin 100wp sebanyak 2 yang digunakan sebagai pengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Pada bagian tiang terdapat label (2) merupakan panel box berukuran 20 cm x 35cm x 15cm. Pada dalam panel box terdapat : Rangkaian Step up, arduino nano dan sistem logger.

Pada sistem desalinasi air laut terdapat teknologi hybrid dengan tujuan supaya sistem masih dapat berjalan pada saat baterai dalam keadaan discharge

(mengisi daya baterai). Sistem hybrid disini akan mengkombinasikan energi listrik yang didapat dari panel surya dengan energi listrik konvensional dari energi listrik PLN. Hybrid support system akan otomatis aktif ketika kontroler mendeteksi daya baterai mulai habis, kontroler kemudian melakukan switch untuk mengambil supply dari energi listrik PLN, ketika daya baterai terisi penuh, maka kontroler akan otomatis mengambil supply dari baterai seperti yang ditunjukkan gambar 7.



Gambar 7. Implementasi Hybrid Support System

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Sensor Salinitas

Pengujian sensor salinitas dilakukan sebagai kalibrasi nilai pengukuran besaran salinitas pada hasil desalinasi. Kalibrasi dilakukan dengan

menggunakan persamaan regresi linear. Persamaan regresi linear merupakan persamaan yang berfungsi untuk mengetahui korelasi antara dua variabel saling linear terhadap satu sama lain. Pada kalibrasi sensor salinitas air laut sifat linearitas berfungsi untuk mengetahui perbandingan antara nilai yang

dibaca sensor memiliki nilai salinitas yang sama dengan alat uji salinitas yang sudah paten dari laboratorium.

Berikut merupakan persamaan (2) merupakan metode regresi linear yang digunakan dalam proses kalibrasi sensor :

$$y = 16.3 x v \quad (2)$$

Dimana :

y = nilai ppm pembacaan sensor

v = nilai tegangan sensor

16.3 = nilai konstanta kalibrasi sensor salinitas

Tabel 1 merupakan hasil pengujian kalibrasi nilai sensor. Berdasarkan kalkulasi dan Analisa yang telah dilakukan perhitungan untuk pengujian item 1 dengan jumlah sampel uji sejumlah 20 pada tabel didapatkan besaran nilai rata – rata ADC sebesar

437, 84 setelah dilakukan pembulatan maka didapatkan besar variable ADC adalah sebesar 437 yang selanjutnya dimasukkan dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} V &= \text{ADC} \times 5 / 1023 \\ &= 437 \times 5 / 1023 \\ &= 2.14 \end{aligned}$$

Nilai V pada sensor adalah 2.14 V maka untuk menentukan nilai salinitas berdasarkan sensor, dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2):

$$\text{Ppm} = 16.3 \times 2.14 = 34.88 \text{ ppm.}$$

Sehingga dihasilkan besaran kadar yang terukur sebesar 34.88 ppm

Hasil dari proses pengujian dan kalibrasi sensor salinitas ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Pengujian Salinitas

NO	Jumlah Sampel	Nilai Rata-Rata ADC	Nilai Rata-Rata Tegangan Sensor	Nilai Salinitas
1	20	437.84	2.14 V	34.88 ppm
2	20	450.46	2.20 V	35.86 ppm
3	20	320.50	1.57 V	25.53 ppm
4	20	160.22	0.78 V	12.75 ppm
5	20	210.25	1.03 V	16.73 ppm

3.2. Pengujian Karakteristik Solar Panel

Panel surya merupakan komponen yang digunakan sebagai sumber energi pada system desalinasi berbasis energi terbarukan ini. Pada perancangan sistem digunakan 2 buah panel surya dengan kapasitas masing – masing 100 WP serta baterai yang digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya memiliki kapasitas 150

Ah, artinya sistem panel surya mampu menyimpan energi maksimal sebesar 1500 Watt. Panel surya didesain mampu mentracking gerak matahari dengan tujuan untuk melakukan optimasi energi listrik yang dihasilkan . Adapun pengujian panel surya dilakukan pada pukul 08.00 Wib sampai pukul 14.30 Wib sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 2.

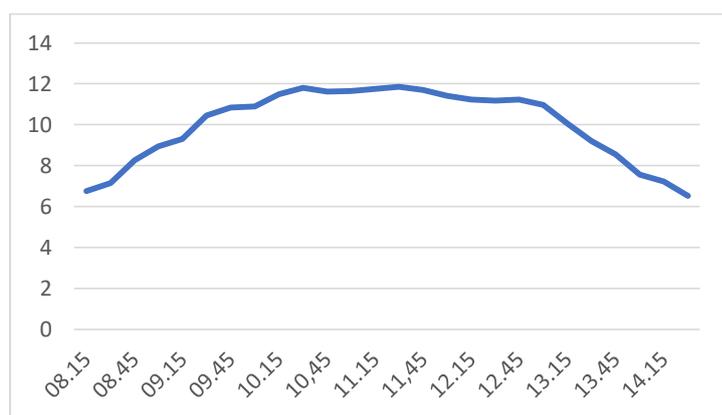
Tabel 2. Nilai Arus Dan Tegangan Pada Solar Panel

Pukul	Tegangan	Arus
08.15	12,25	6,76
08.30	12,5	7,15
08.45	12,5	8,27
09.00	12,5	8,95
09.15	12,5	9,3
09.30	12,4	10,45

09.45	12,5	10,83
10.00	12,5	10,9
10.15	12,6	11,48
10.30	12,6	11,79
10.45	12,6	11,62
11.00	12,7	11,64
11.15	12,7	11,74
11.30	12,7	11,85
11.45	12,7	11,7
12.00	12,7	11,4
12.15	12,8	11,24
12.30	12,8	11,19
12.45	12,9	11,24
13.00	12,9	10,98
13.15	12,8	10,07
13.30	12,8	9,21
13.45	12,7	8,55
14.00	12,6	7,57
14.15	12,6	7,23
14.30	12,6	6,51

Pada tabel 2 merupakan hasil data dari arus panel surya pada pukul 08:00 sampai 14:30 berlokasi dibelakang Prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura. Pada pengujian yang telah dilakukan tersebut diperoleh nilai rata-rata arus terbesar dari seluruh pengujian dengan rata-rata

pengecasan pada baterai sebesar 9,98 A puncak pengecasan pada pukul 09:15-13:15 dengan arus tertinggi 11,85 A pada pukul 11:30 dan terendah pukul 14:16 -14:30 dengan arus 6,51A. Perubahan besaran arus panel surya juga dapat diamati karakteristiknya pada gambar 8.



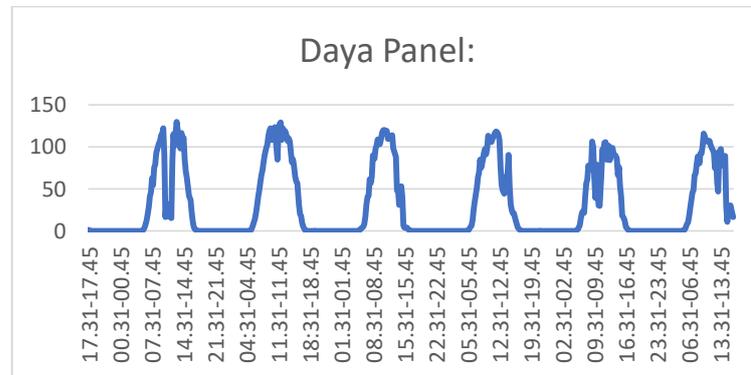
Gambar 8. Grafik Perubahan Nilai Arus Pada Panel Surya

Energi listrik hasil konversi dari energi matahari yang telah dihasilkan oleh solar panel selanjutnya disimpan dalam sebuah devais penyimpanan yang

dikenal dengan baterai sebelum dikoneksikan dengan beban. Perangkat penyimpanan ini juga berfungsi sebagai penstabil tegangan sehingga

supply daya pada beban bias menjadi lebih stabil. Grafik yang ditunjukkan pada gambar 9 menunjukkan besaran dari daya listrik yang

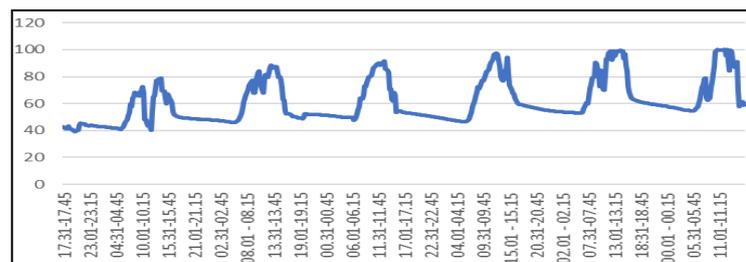
dihasilkan oleh panel surya dalam periode waktu pengamatan.



Gambar 9. Grafik Daya Yang Dihasilkan Oleh Panel Surya

Pada grafik yang terdapat pada gambar 9 menunjukkan daya pada panel surya, tegangan tertinggi pada pengujian panel terjadi pada tanggal 11-03-2020 pada pukul 13:01-13:15 dengan tegangan panel 12,92 Volt dan arus panel 10,04 A dengan daya 129,73 Watt. Daya panel ini selanjutnya disimpan dalam perangkat penyimpanan baterai. Besaran nilai daya listrik yang tersimpan pada baterai dapat diamati pada grafik yang terdapat pada gambar 10 berikut:

Dari grafik yang terdapat pada gambar 10 dapat diketahui presentase baterai dari pengujian mengalami kenaikan presentase baterai sebesar 17,44% besar pengecasan dipengaruhi oleh cuaca dan intensitas matahari. Sedangkan beban yang digunakan pada sistem antara lain pemanas air (water heater) dan perangkat data logger). Dapat diamati juga dari grafik bahwa pada gambar 10 bahwa proses pengisian dan penggunaan daya dapat terjadi dengan seimbang.



Gambar 10. Grafik Besaran Daya Pada Baterai.

3.3. Pengujian Solar Tracker Dengan PID Kontrol

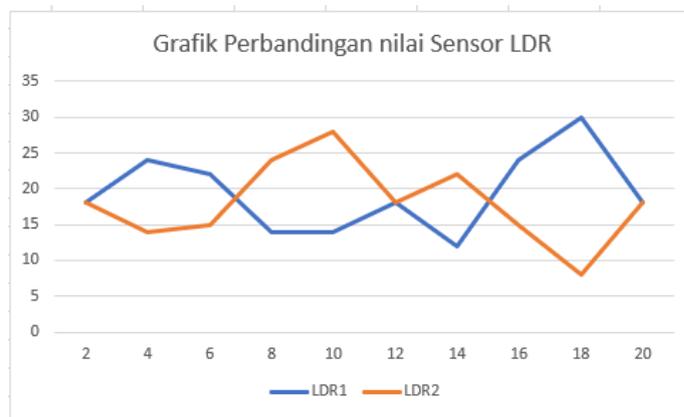
Kontrol PID merupakan metode kontrol yang digunakan dalam tracking solar panel mengikuti gerak matahari. Tujuan implementasi dari kontrol PID adalah agar daya yang dihasilkan oleh panel surya lebih optimal. Output dari kontrol PID

digunakan sebagai kontrol PWM dari motor yang menggerakkan panel surya sesuai dengan set point yang telah ditentukan.

Nilai input PID berdasarkan perbedaan nilai dua sensor LDR (Light Dependent Resistor). Sensor LDR bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang masuk pada sensor. Sensor LDR dirangkai

menggunakan rangkaian pembagi tegangan untuk mengubah nilai output sensor yang berupa hambatan menjadi nilai tegangan. Berikut

merupakan hasil uji coba kedua sensor LDR yang ditunjukkan pada gambar 11 berikut:



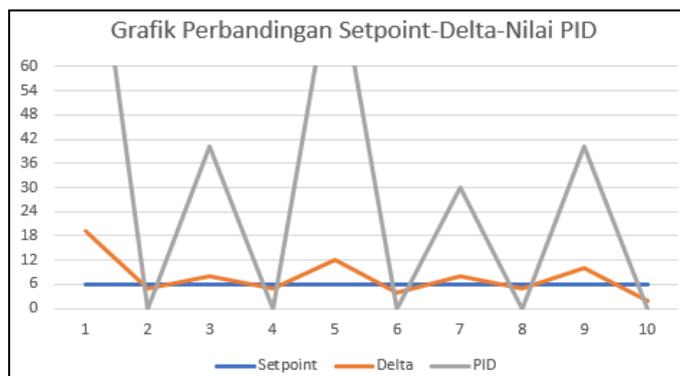
Gambar 11. Grafik Perbandingan Nilai Sensor LDR (Light Depend Resistor)

Perbedaan nilai LDR menjadi indikator dalam penentuan nilai dari kontrol PID terhadap respon tracking panel surya yang berjalan pada sistem nantinya. Nilai output dari kontrol PID dikonversi menjadi nilai pergerakan pada motor, sehingga system akan memerintahkan motor untuk terus bergerak hingga sesuai dengan setpoint yang telah ditentukan.

Pada perancangan sistem tracking panel surya digunakan nilai $K_p = 2$, $K_i = 2$, $K_d = 1$, sedangkan output PID secara keseluruhan merupakan akumulasi dari besaran K_p , K_i dan K_d yang akan menghasilkan besaran pergerakan motor. Pergerakan motor kemudian merubah posisi dari sensor LDR, sehingga secara otomatis intensitas cahaya yang didapatkan oleh kedua sensor LDR berubah sesuai dengan tracking yang berjalan. Jika nilai perbedaan sensor LDR sama atau dibawah

setpoint, maka motor akan menahan posisi dari panel surya tersebut. Perbandingan posisi solar panel terhadap setpoint dapat ditunjukkan oleh grafik yang terdapat pada gambar 12 berikut:

Gambar 12 merupakan gambaran respon nilai PID terhadap perubahan selisih nilai dari kedua sensor LDR (nilai delta). Pada grafik yang terdapat pada gambar 12 dapat diamati bahwa, jika semakin tinggi selisih nilai kedua sensor LDR maka nilai PID juga semakin besar. Hal tersebut merupakan respon dari kontrol PID terhadap perubahan selisih nilai sensor LDR terhadap nilai setpoint yang telah ditentukan. Sehingga sistem akan menggerakkan solar panel hingga mencapai kondisi steady state, yaitu posisi dimana selisih nilai sensor LDR telah sesuai dengan setpoint yang sudah ditentukan.



Gambar 12. Grafik Nilai Respon Kontrol PID

3.4. Pengujian Proses Desalinasi

Pengujian alat desalisator dilakukan untuk mengetahui jumlah hasil desalinasi, kandungan hasil desalinasi serta waktu dan daya yang dibutuhkan untuk setiap pengujian. Percobaan dilakukan sebanyak 7 kali, dengan waktu yang diperlukan untuk setiap percobaan adalah 1 jam, kemudian sisa air desalinasi pada percobaan

pertama dilanjutkan pada percobaan kedua. Adapun variabel yang disimpan yaitu, jumlah volume air laut, hasil desalinasi, waktu percobaan, sisa air laut pada proses desalinasi, besaran tegangan, arus dan daya yang dibutuhkan untuk perangkat desalinator. Percobaan dilakukan pada kondisi ruang tertutup serta dengan terkena sinar matahari. Hasil dari pengujian dapat diamati pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Proses Desalinasi Air Laut

Percobaan ke	Volume air laut	Waktu percobaan	Daya	Hasil
1	1000 mL	1 jam	120 W	110 ml
2	890 mL	1 jam	120 W	108 ml
3	782 mL	1 jam	120 W	110 ml
4	672 mL	1 jam	120 W	115 ml
5	557 mL	1 jam	120 W	115 ml
6	442 mL	1 jam	120 W	115 ml
7	334 mL	1 jam	120 W	108 ml
Total				781 ml

Berdasarkan tabel 3 dapat diamati bahwa air laut diawal pengujian memiliki volume sebesar 1000 ml yang kemudian diproses dengan perangkat desalinator dan menghasilkan 781 ml air hasil proses desalinasi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat pemanas air (water heater)

yang kemudian uap air akan dikondensasi untuk mendapatkan hasil output desalinasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 13. Total jumlah daya yang dikeluarkan selama 7 jam pengujian adalah sebesar 840 W yang sebagian besar digunakan untuk pemanasan air.



Gambar 13. Proses desalinasi dengan pemanas

Pengujian nilai Salinitas pada hasil desalinasi bertujuan untuk mengetahui kandungan garam pada air dari proses desalinasi. Percobaan dilakukan dengan melihat respon sensor Salinitas pada setiap hasil percobaan yang telah dilakukan. Pengujian nilai Salinitas dilakukan dengan beberapa sampel

air laut yang diambil dari berbagai daerah yaitu : pantai Labuhan, pantai Tengket Sepulu, dan pantai Tunjung Piring Socah. Adapun kondisi pengujian adalah sebagai berikut:

Jumlah Volume Air Laut : 1 Liter
Lama Waktu Desalinas : 4 Jam

Hasil Air Desalinasi : 440 mL
Jumlah Daya : 120 w x 4 = 480 w

kemudian mengalami kondensasi, dan mengalami perubahan wujud dari uap ke air. Hasil pengujian yang sudah dilakukan ditunjukkan pada table 4.

Pengujian dilakukan dengan memanaskan air laut menggunakan heater, uap dari hasil pemanasan ini

Tabel 4. Hasil Pengujian Sampel Air Pantai Tengket

No	Jumlah Volume	Nilai Salinitas Awal	Nilai Salinitas Akhir
1	90 mL	34.62 ppm	12.38 ppm
2	100 mL	34.62 ppm	12.22 ppm
3	110 mL	34.62 ppm	12.38 ppm
4	110 mL	34.62 ppm	12.24 ppm
5	115 mL	34.62 ppm	12.20 ppm

Tabel 5. Hasil Pengujian Sampel Air Pantai Labuhan

No	Jumlah Volume	Nilai Salinitas Awal	Nilai Salinitas Akhir
1	92 mL	34.82 ppm	12.40 ppm
2	100 mL	34.82 ppm	12.40 ppm
3	110 mL	34.82 ppm	12.48 ppm
4	115 mL	34.82 ppm	12.40 ppm
5	115 mL	34.82 ppm	12.40 ppm

Tabel 6. Hasil Pengujian Sampel Air Pantai Socah

No	Jumlah Volume	Nilai Salinitas Awal	Nilai Salinitas Akhir
1	95 mL	35.35 ppm	12.34 ppm
2	102 mL	35.35 ppm	12.34 ppm
3	110 mL	35.35 ppm	12.26 ppm
4	115 mL	35.35 ppm	12.34 ppm
5	115 mL	35.35 ppm	12.34 ppm

Hasil Pengujian diatas menunjukkan jika desalinasi dilakukan dengan memanaskan air laut maka air laut dapat dikonversi menjadi air tawar. Air dipanaskan menggunakan heater dengan suhu heater 60⁰C, ketika air mencapai titik didihnya, amak air akan menguap, semakin lama pemanasan, maka volume uap air yang dihasilkan akan bertambah. Penggunaan heater menghabiskan daya perjamnya sebesar 120 W.

Nilai ppm air hasil desalinasi menggunakan pemanas berkisar 12 ppm, hal ini menunjukkan jika air desalinasi sudah bersifat tawar, karena berdasarkan kalibrasi sensor air tawar pada air sumur menunjukkan nilai ppm sebesar 12 ppm yang menunjukkan jika nilai zat garam sangat rendah.

Sebagai contoh persentase penurunan kadar salinitas desalinasi menggunakan pemanas yaitu :

- Sampel pantai Sepulu: $(34.62-12.28)/34.62 \times 100\%=64.53\%$
- Sampel pantai Labuhan $(34.82-12.42)/34.82 \times 100\%=64.33\%$
- Sampel Socah $(35.35-12.32)/35.35 \times 100\%=65.15\%$

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah didesain sebuah perangkat sistem desalinator air laut yang dlengkapi dengan data logger dan sistem supply daya yang berbasis kepada energi terbarukan. Tujuan dari sistem

desalinator ini adalah sebagai penghasil air bersih yang sesuai dengan standard kesehatan yang didapatkan dengan mengolah sumber air laut. Untuk dapat memastikan kualitas air hasil olahan dari sistem desalinator maka digunakan sensor salinitas yang telah dilakukan pengujian dan kalibrasi untuk mengetahui karakteristik dari sensor salinitas tersebut. Hasil pengujian terhadap sensor salinitas telah mampu mendeteksi kadar garam dengan tingkat resolusi sebesar 1,63ppm/mv. Sedangkan sistem solar panel berfungsi sebagai supply daya pada sistem desalinator air laut. Dalam proses kerjanya energi listrik yang dihasilkan oleh solar panel disimpan dalam perangkat penyimpanan daya (baterai) yang memiliki kapasitas 150 AH. Pada pengujian yang telah dilakukan tersebut diperoleh nilai rata-rata arus terbesar dari seluruh

pengujian dengan rata-rata pengecasan pada baterai sebesar 9,98 A puncak pengecasan pada pukul 09:15-13:15 dengan arus tertinggi 11,85 A pada pukul 11:30 dan terendah pukul 14:16 -14:30 dengan arus 6,51A. Untuk kualitas air hasil proses desalinasi menghasilkan nilai penurunan kadar garam rata – rata sebesar 64,67 % berada di level 12 ppm untuk pemanasan pada suhu 60⁰C selama 4 jam dengan jumlah volume air sebesar 440 ml. Parameter kualitas air ini telah menunjukkan bahwa hasil dari sistem desalinator telah bekerja efektif. Untuk dapat menghasilkan nilai efisiensi yang lebih optimal maka sebaiknya digunakan Teknik desalinasi dengan konfigurasi sistem heater dan proses kondensasi yang lebih efektif.

REFERENCES

- [1] J. Royer, T. Djiako, E. Schiller, B.S. Sy "Pompage Photovoltaïque", Manuel de cours à l'intention Des Ingenieurs Et Des Technicien , (1998).
- [2] Samah Naciri, Naima Nafiri, Sirine Saidi, Brahim Benhamou, Sadok Ben Jabrallah, "Numerical Study of Small-Scale Solar Humidification Dehumidification Desalination Unit", ICCSRE 2019, pp 1 – 6, Sept 22 – 24, 2019.
- [3] Mehdi Turki, Jamel Belhadj and Xavier Roboam, "Water/energy Management Approaches Of An Autonomous Water Desalination Unit Fed By A Hybrid (Photovoltaic-Wind) System," 2014 Electrical Sciences and Technologies CISTEM Conf., Maghreb
- [4] N. M. Khattab, M. A. Badr and K. Y. Maalawi, "Hybrid Renewable Energy System For Water Desalination: A Case Study For Small Green House Hydroponic Cultivation In Egypt," ARPN Journal Of Engineering And Applies Sciences, vol. 11, no. 21, November 2016
- [5] G. Bekele and B. Palm, "Feasibility Study For A Standalone Solar-Wind Based Hybrid Energy System For Application In Ethiopia," Applied Energy Journal, Vol. 87, no. 2, February 2010
- [6] D. Saheb-Koussa, M. Koussa and M. Haddadi, "Hybrid Options Analysis For Power Systems For Rural Electrification In Algeria," Energy Procedia Journal, vol. 6, pp.750-758, 2011
- [7] Z. Hassiba, L. Cherif and M. Ali, "Optimal Operational Strategy Of Hybrid Renewable Energy System For Rural Electrification Of A Remote Algeria," Energy Procedia Journal, Vol. 36, pp.1060-1069, 2013
- [8] Faurizal, B. P. Lapanporo dan Y. Arman, "Rancang Bangun Sistem Data Logger Alat Ukur Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya yang Terintegrasi Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Pada Rumah Kaca," PRISMA FISIKA, vol. II, p. 79 – 84, 2014.
- [9] A. Kadam, T. Kasar, S. Sonje dan S. Tavse, "Digital Control and Data Logging for Solar Power Plant Using Raspberry-Pi," International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, vol. VII, no. 5, pp. 2329-2334, 2018.
- [10] A. Sangwongwanich, "A New Power Control Strategy for Grid-Friendly Single-Phase Photovoltaic Systems," 2014.

- [11] B. Nkom and H. Musa, "Development of a Novel Microcontroller-based data logger," *Adaptive Science & Technology*, 2009. ICAST 2009. 2nd International Conference on Low Power Electronics and Design, pp.314-324, 14-16, Jan. 2009.
- [12] W. L. Bircher, M. Valluri, J. Law, and L. K. John, "Run time identification of microprocessor energy saving opportunities, 2005. Proceedings of the 2005 International Symposium on, vol., no., pp.275-280, 8-10 Aug. 2005.
- [13] S. S. Panahi, Ventosa, J. Cadena, A. Manuel-Lazaro, A. Bermudez, V. Sallares, and J. Piera, "A Low-Power Datalogger Based on CompactFlash Memory for Ocean Bottom Seismometers," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 57, no.10, pp. 2297-2303, Oct. 2008.
- [14] *Konservasi Energi Dalam Penyediaan Energi Nasional* (View Des. 2013). [Online]. Available: [http://ugm.ac.id/en/berita/1057-konservasi Energi dalam penyediaan energi nasional](http://ugm.ac.id/en/berita/1057-konservasi-Energi-dalam-penyediaan-energi-nasional)
- [15] N. Kashyap and U. C. Pati, "Multi Channel Data Acquisition and Data Logging System for Meteorology Application, "Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM), 2015 International Conference on", pp. 6-8, 2015.
- [16] Hady Bassil, Habib Moubarak, Abdallah Kasem, Mustapha Hamad, Chady El Moucary, "A Smart Real Time Portable Multichannel Data Logger System", 29th International Conference On Microelectronics (ICM), 2017