

Pengatur Suhu Otomatis Pada Solar Water Heater Berbasis IoT

Elfirza Rosiana*, Abdurahman, Dwi Anie Gunastuti, Sugeng Aditya

Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ^{1,*}dosen00689@unpam.ac.id, ²dosen00943@unpam.ac.id, ³dosen01653@unpam.ac.id, ⁴sugengaditya370@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: dosen00689@unpam.ac.id

Submitted: 02/12/2022; Accepted: 30/12/2022; Published: 30/12/2022

Abstrak—Manusia dalam kehidupan sehari-hari sangat membutuhkan energi. Penggunaan energi diharapkan bisa berkelanjutan, aman dan bersih. Surya adalah sumber energi terbarukan yang menopang kehidupan di bumi, pemanfaatannya bisa melalui fotovoltaik dan sistem panas matahari. Sistem panas matahari yang menangkap energi matahari dapat digunakan langsung untuk keperluan pemanasan air. Sehingga bisa tercipta pemanas air yang ramah lingkungan. Pemanas air ini adalah pemanas air tenaga surya atau solar water heater. Masalah lainnya ada pengaturan suhu pada air panas yang masih manual menyebabkan waktu tunggu dan energi yang terbuang ketika pencampuran air tidak sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Solusinya diperlukan pengatur suhu otomatis pada solar water heater. Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk membaca suhu air, mikrokontroler Wemos D1 R2 akan mempertimbangkan suhu yang terbaca sesuai atau tidak dengan keinginan pengguna. Jika tidak sesuai maka akan memerintahkan relay aktif dan menghidupkan pompa air untuk mensirkulasikan air ke kolektor pemanas. Pengaturan suhu yang diinginkan dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan teknologi Internet of Things. Dari hasil pengujian alat, solar water heater yang telah dibuat mampu menyediakan suhu air panas 50.25 °C, 46°C, 43.12 °C ketika tangki berisi 10 liter, 20 liter dan 30 liter air. Pengaturan set point berhasil dilakukan menggunakan platform blynk.

Kata Kunci: Solar Water Heater; Internet of Things; Sensor Suhu DS18B20; Wemos D1 R2; Set Point

Abstract—Humans in everyday life really need energy. Energy use is expected to be sustainable, safe and clean. Solar is a renewable energy source that sustains life on earth, it can be utilized through photovoltaic and solar thermal systems. Solar thermal systems that capture solar energy can be used directly for water heating purposes. So that an environmentally friendly water heater can be created. This water heater is a solar water heater. Another problem is that the temperature setting for hot water is still manual, causing waiting time and wasted energy when mixing water is not according to your wishes and needs. The solution requires an automatic temperature regulator is needed on a solar water heater. The DS18B20 temperature sensor is used to read the water temperature, the Wemos D1 R2 microcontroller will consider whether the temperature read is appropriate or not according to the user wishes. If it is not suitable, it will instruct the relay to be active and turn on the water pump to circulate water to the heating collector. Setting the desired temperature can be done remotely using Internet of Things technology. From the results of testing the tool, the solar water heater that has been made is capable of providing hot water temperatures of 50.25 °C, 46°C, 43.12 °C when the tank contains 10 liters, 20 liters and 30 liters of water. The set point setting was successfully done using the blynk platform.

Keywords: Solar Water Heater; Internet of Things; Sensor Suhu DS18B20; Wemos D1 R2; Set Point

1. PENDAHULUAN

Manusia dalam kehidupan sehari-hari sangat membutuhkan energi. Pemenuhan kebutuhan energi selama beberapa dekade masih tergantung pada bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil ini tidak dapat diperbaharui dan efek pembakarannya berdampak buruk bagi lingkungan seperti pemanasan global dan hujan asam [1]. Kunci dalam mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk menghasilkan listrik adalah penggunaan sumber energi terbarukan seperti panas matahari, sumber panas limbah industri, panas bumi dan biomassa [2]. Saat ini, energi terbarukan memainkan peran penting dalam ekonomi global karena keberlanjutan, keamanan, dan kebersihannya [3].

Surya adalah sumber utama energi terbarukan yang menopang kehidupan di bumi. Sekitar 1.75×10^5 TW, seluruh energi matahari diterima oleh bumi secara terus menerus dan telah melemah dua kali oleh kedua atmosfer (penyerapan 16%, refleksi 6%) dan awan (penyerapan 3%, pantulan 20%) [2]. Solar daya biasanya dihasilkan dari dua metode. Pertama adalah fotovoltaik (PV) yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Dan kedua adalah sistem panas matahari yang menangkap energi matahari dan langsung digunakan dalam aplikasi pemanasan murni. Panas matahari konsentrasi rendah umumnya paling baik untuk pemanasan air dan ruangan. Sedangkan PV lebih efektif untuk menghasilkan listrik [4]. Aspek lain yang paling penting dari sistem penyimpanan energi panas adalah menggunakan secara langsung radiasi matahari yang tak terbatas untuk mengubah panas menjadi bentuk keluaran yang diinginkan, termasuk menyediakan air panas melalui unit pemanas yang bersumber dari matahari.

Pemanas air banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Pemanas air yang ramah lingkungan adalah *Solar water heater* (SWH) atau pemanas air tenaga surya karena memanfaatkan panas matahari langsung. Prinsip kerja SWH menggunakan panas dari radiasi cahaya matahari yang mengenai plat kolektor kemudian air yang sudah panas masuk ke tangki penyimpanan air panas dan dialirkan ke kran pemakaian [5]. Kolektor surya dan penyimpanan termal adalah dua subsistem inti komponen dalam aplikasi panas matahari. Kolektor surya adalah komponen yang mengubah energi radiasi matahari menjadi energi panas melalui fluida kerja dalam aplikasi panas matahari. Kinerja optik yang bagus diperlukan untuk menyerap panas sebanyak mungkin. Panasnya dibawa oleh fluida kerja dapat mengisi penyimpanan energi panas atau menyediakan air panas domestik [6].

Sistem SWH terdiri dari beberapa inovasi dan teknologi energi terbarukan yang matang, dan telah diterima di sebagian besar negara selama bertahun-tahun. Pemanas air tenaga surya banyak digunakan pada sebagian besar negara di seluruh dunia. Saat ini, permintaan energi dunia telah meningkat, dan itu adalah proses alami, aman dan tanpa biaya

untuk mengumpulkan air panas dengan radiasi tenaga surya. Ada banyak aplikasi air panas yang dipanaskan oleh radiasi matahari. Air panas tenaga surya digunakan untuk keperluan rumah tangga dan digunakan dalam aplikasi industri. Desain yang cocok untuk iklim panas bisa jauh lebih sederhana dan lebih murah dan dapat dianggap teknologi tepat guna untuk tempat-tempat ini. Tangki penyimpanan sistem SWH *close-coupled*, dipasang secara horizontal di atas kolektor surya diatap. Karena kenaikan alami air panas melalui aliran *thermo siphon* ke dalam tangki, pemompaan tidak diperlukan. Penyimpanan tangki dalam sistem pompa sirkulasi dipasang ditanah atau lantai bawah tingkat kolektor, pompa sirkulasi digunakan untuk menggerakkan air atau cairan perpindahan panas di antara tangki dan kolektor. Sistem SWH dirancang untuk menghasilkan jumlah panas yang optimal air untuk sebagian besar tahun. Namun, terkadang mungkin ada perolehan panas matahari yang tidak mencukupi di musim dingin untuk menyediakan cukup air panas. Dimana, *booster* listrik atau gas dalam kasus seperti itu biasanya digunakan untuk memanaskan air [6]. Pada penelitian ini tangki penyimpanan akan dipasang ditanah.

Pengaturan suhu air panas secara otomatis pada SWH juga menjadi hal penting. Beberapa pemanas air tenaga surya yang digunakan saat ini masih menggunakan indera perasa untuk mengetahui seberapa besar suhu air hangat yang diinginkan dan penggunaannya pun masih dengan cara manual yaitu dengan mengkombinasikan keran air panas dengan keran air normal untuk mendapatkan suhu air hangat yang diinginkan. Temperatur yang keluar dari pemanas mulai dari dingin hingga panas semuanya fluktuatif tergantung dari personal atau pribadi pengguna. Akibatnya selama air belum panas pengguna akan cenderung menunggu sambil membuka keran air sampai air yang akan digunakan sesuai dengan suhu yang diinginkan. Akan tetapi jika suhu air sudah semakin memanaskan maka pengguna akan cenderung menunggu lagi atau mengecilkan keran sampai suhu air pada kondisi yang diinginkan. Upaya untuk mengurangi kelemahan tersebut, maka dibutuhkan sebuah alat yang mampu mengatur secara otomatis suhu air hangat yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan dengan menyesuaikan suhu air yang telah diatur dan diprogram dengan mikrokontroler.

Pada penelitian sebelumnya terkait SWH dan pengaturan suhu secara otomatis antara lain, Perancangan SWH jenis plat datar temperatur medium [7] belum dilengkapi dengan pengatur suhu otomatis. Simulator pengatur otomatis suhu air hangat pada *water heater* berbasis mikrokontroler Atmega 8535 [8]. Pengendalian suhu air pada bak mandi [9]. Kedua penelitian tersebut belum dilengkapi dengan pengaturan suhu secara jarak jauh. Perancangan alat pengatur suhu air melalui SMS [10]. Perancangan plant pencampur air menggunakan control PID untuk mengatur suhu cairan [11]. Sistem monitoring suhu pompa air [12], sudah menggunakan *Internet of Things* (IoT) aplikasinya ke pompa air, sistem ini juga bisa diaplikasikan ke dalam pengaturan suhu air. Pengaturan suhu pada SWH belum banyak dilakukan.

Mempertimbangkan permasalahan dan penelitian di atas, penelitian ini akan membuat rancangan sistem pengatur suhu otomatis pada solar water heater berbasis IoT. Pengguna dapat memanfaatkan panas matahari untuk memanaskan air dan suhu airnya dapat diatur secara jarak jauh.

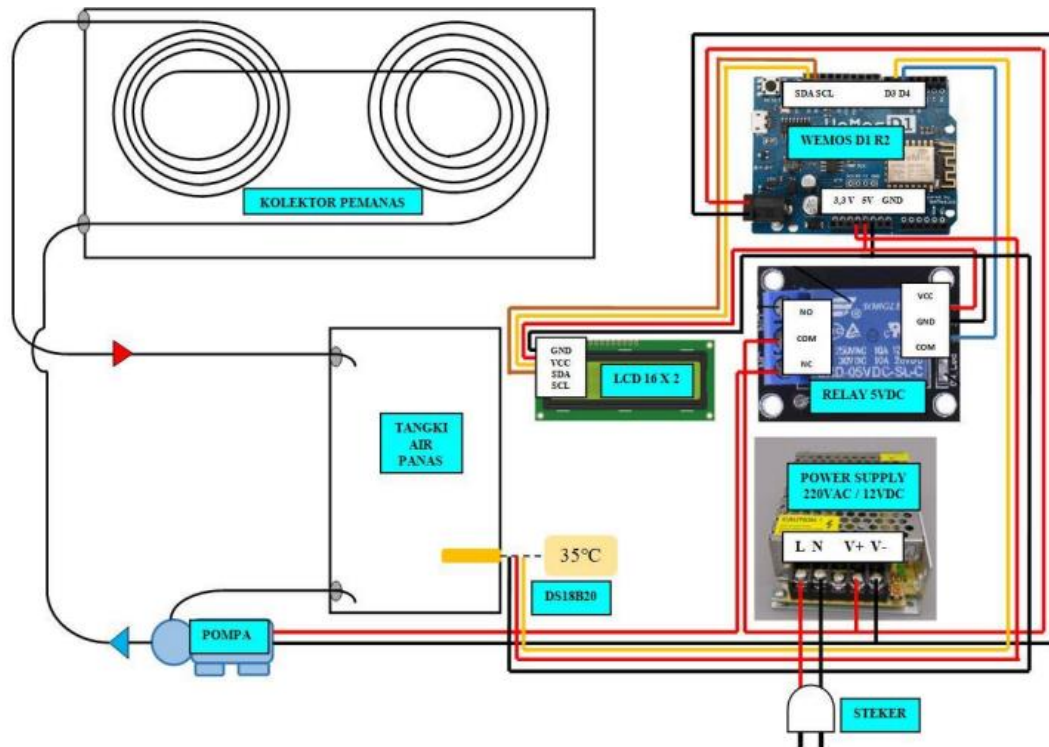
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian sistem pengatur suhu otomatis pada *solar water heater* (SWH) berbasis IoT antara lain, Studi *literature* yaitu mencari referensi yang berkaitan dengan pendukung tata cara pembuatan SWH, pengaturan suhu dan pengendalian jarak jauh melalui IoT. Dilanjutkan dengan identifikasi kebutuhan dalam pembuatan sistem. Desain skema alat dan penempatan komponen yang akan digunakan sebagai sistem pengatur suhu otomatis dan mengirimkan hasilnya secara *realtime*. Pemilihan alat dan bahan untuk pembuatan sistem. Perancangan *hardware*, perancangan *software*, lalu mengintegrasikan *software* dan *hardware*. Langkah selanjutnya adalah pengujian sistem, lalu hasilnya dianalisis, dilakukan evaluasi dan perbaikan sistem jika diperlukan.

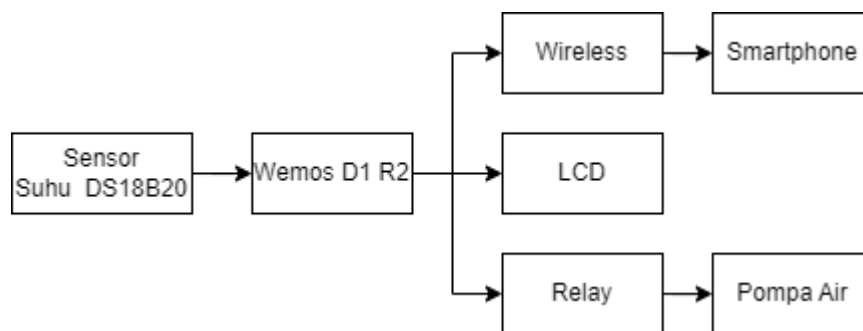
2.2 Perancangan Sistem

Pembuatan sistem dimulai dari pembuatan desain SWH. Desain merupakan pola rancangan yang menjadi dasar pembuatan suatu benda. Desain dilakukan sebagai langkah awal sebelum memulai pembuatan suatu sistem [13]. Desain SWH terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat Solar Water Heater Otomatis

Penjelasan gambar 1, pada bagian pertama adalah membuat *solat water heater*. Pembuatannya dengan cara membentuk pipa kapiler sepanjang 30 meter menjadi bentuk spiral dan dibuat instalasi pemipanya, lalu memasangnya diatas papan kayu yang sudah dilapisi plat alumunium. Kemudian pipa dan alumunium dicat berwarna hitam dop agar penyerapan panas lebih cepat, bagian atasnya ditutup dengan kaca. Bagian kedua membuat tangki penyimpanan air panas dan dipasangkan sensor suhu DS18B20 kemudian disambungkan dengan pipa *inlet* dari SWH dan pipa *outlet* tangki dihubungkan dengan pompa air. Setelah selesai kemudian tangki diberi isolator supaya panasnya lebih tahan lama. Bagian ketiga menghubungkan mikrokontroller dengan sensor suhu DS18B20, monitor LCD 16x2 dan *smartphone*. Bagian ke empat adalah menghubungkan semua rangkaian menjadi satu kesatuan.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Pada gambar 2 terdapat blok diagram sistem. Input sistem berasal dari hasil pembacaan suhu sensor DS18B20. Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu yang tahan air beroperasi dalam kisaran suhu -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan kesalahan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$ dan memiliki ketelitian $0,0625^{\circ}\text{C}$. Skala linier tegangan dan suhu sensor adalah $+10,0 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ [14]. Mikrokontroller Wemos D1 R2 digunakan sebagai prosesor yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Wemos D1 R2 dipilih karena didalamnya sudah ada *chip wifi* ESP8266 yang memungkinkan untuk terhubung ke internet [15]. Hasil Outputnya berupa tampilan suhu dan *set point* suhu yang ditampilkan pada *liquid crystal display* (LCD). Hasil pembacaan suhu dan *set point* dapat dikirimkan melalui internet menggunakan aplikasi blynk. Blynk merupakan aplikasi yang dapat diunduh secara bebas di pada Play Store, salah satu fungsinya untuk mengatur *hardware* secara jarak jauh dan memungkinkan untuk menyimpan data [16]. Kontrol *set point* suhu dan monitor suhu dapat dilakukan pada jarak jauh selama ada jaringan internet dengan memanfaatkan teknologi IoT. IoT adalah integrasi dari teknologi sensor, embedded, komputasi dan komunikasi. Tujuannya adalah menyediakan layanan tanpa batas untuk apa saja, kapan saja dan dimana saja [17]. Prinsip kerja IoT pada sistem ini adalah *smartphone* memberikan perintah melalui aplikasi android blynk, kemudian perintah tersebut diteruskan melalui internet dan akan masuk melalui router yang selanjutnya akan diproses oleh kontroler yaitu wemos D1 R2.

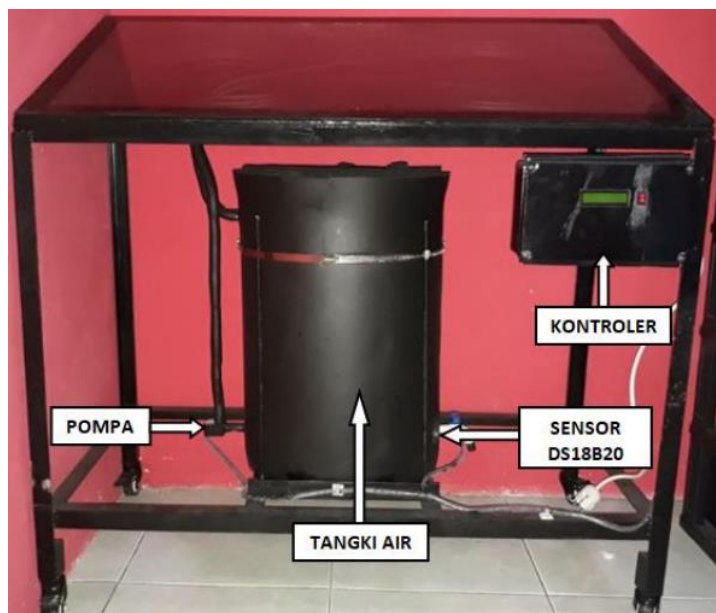
Relay berfungsi sebagai modul NO (*Normaly Open*) dan NC (*Normaly close*) untuk menghidupkan dan mematikan pompa air. Apabila sensor membaca suhu air dibawah setpoint maka relay akan aktif untuk menghidupkan pompa air. Pompa air bertugas mensirkulasikan air dari tangki ke kolektor pemanas kemudian kembali lagi ke tangki, proses ini akan terus berjalan selama suhu air masih ada dibawah *set point* yang ditentukan oleh pengguna. Ketika suhu sudah sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan maka relay akan non-aktif sehingga pompa mati. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini dengan cara membandingkan sensor suhu DS18B20 yang dipasang pada SWH, lalu membandingkannya dengan alat ukur suhu yang sudah terstandarisasi. Setelah itu merangkai sistem kontrol yang bisa mengaktifkan dan menonaktifkan relay sesuai masukan dari sensor dan membandingkannya dengan set point yang di masukkan oleh pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan alat berupa solar water heater ditunjukkan oleh gambar 3 dan gambar 4. Setelah pemasangan perangkat keras selesai, dilanjutkan dengan mengupload perangkat lunak ke dalam sistem. Pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk melihat unjuk kerja sistem. Pengujian telah dilakukan dengan variasi jumlah air dalam tangki penyimpanan sebanyak 10 liter, 20 liter, 30 liter dan 50 liter air. Pengujian dilakukan pada waktu pagi hari pukul 09.00 WIB sampai sore hari pukul 16.30 WIB. Pengujian dilakukan selama 4 hari dalam kondisi cuaca cerah.



Gambar 3. Solar Water Heater Tampak Atas



Gambar 4. Solar Water Heater Tampak Samping

3.1 Pengujian akurasi Sensor

Hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 dibandingkan dengan alat ukur suhu Hioki LR5011 untuk melihat seberapa besar error dan akurasi dari pembacaan sensor pada sistem *solar water heater*. Hasil pengukuran suhu menggunakan sensor suhu DS18B20 terlihat pada gambar 5. (a) nilainya terbaca pada layar LCD dan suhu alat ukur pembanding terlihat pada gambar 5.(b). Data hasil pengukurannya dituliskan pada tabel 1.

Tabel 1.Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu

| No | Hasil Pengukuran sensor Suhu DS18B20 (°C) | Hasil Pengukuran Alat Ukur Suhu Hioki LR5011(°C) | Selisih(°C) | Error (%) |
|-----------------|---|--|-------------|-----------|
| 1 | 29.5 | 29.7 | 0.05 | 0.833 |
| 2 | 30.45 | 30.25 | 0.2 | 0.661 |
| 3 | 30.88 | 31.0 | 0.12 | 0.387 |
| 4 | 31.45 | 31.6 | 0.15 | 0.474 |
| 5 | 33.98 | 34.0 | 0.02 | 0.058 |
| 6 | 36.54 | 36.2 | 0.34 | 0.939 |
| 7 | 38.77 | 38.4 | 0.37 | 0.963 |
| 8 | 40.14 | 40.2 | 0.06 | 0.149 |
| 9 | 41.76 | 41.7 | 0.06 | 0.143 |
| 10 | 95.5 | 95.5 | 0 | 0 |
| Error rata-rata | | | | 4.611 |

Dari data yang didapatkan selama pengujian *error* rata-rata dari sensor suhu DS18B20 bila dibandingkan dengan alat ukur suhu Hioki LR5011 adalah sebesar 4.611%. Jadi akurasi sistem dalam pembacaan suhu adalah 95.38%. Sistem ini termasuk layak digunakan untuk keperluan *monitoring* suhu air panas.



Gambar 5. (a) Suhu Terbaca dari pada SWH, (b) Suhu Terbaca Pada Hioki

3.2 Pengujian Suhu Maksimal Solar Water Heater

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kemampuan *Solar Water Heater* yang telah dibuat untuk diaplikasikan pada pemanasan air. Pemanasan ini dengan memanfaatkan sistem panas matahari langsung. Alat diletakkan ditempat yang terkena sinar matahari. Kolektor yang memanaskan karena terkena panas matahari digunakan untuk menaikkan suhu air. Air disirkulasikan oleh pompa dari tangki ke kolektor pemanas kemudian kembali lagi ke tangki. Proses ini akan terus berlangsung sampai dengan suhu yang diinginkan oleh pengguna. Pada percobaan awal air akan terus disirkulasikan untuk melihat kenaikan suhu dan suhu maksimal air yang berhasil dinaikkan.

a. Pengujian solar water heater dengan jumlah air sebanyak 10 liter.

Hasil pengujian suhu maksimal yang bisa dicapai oleh SWH yang telah dibuat dengan tangki berisi 10 liter air ditunjukkan oleh tabel 2. Pengujian dilakukan pada waktu pagi hari pukul 09.00 WIB sampai sore hari pukul 16.30 WIB. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit.

Tabel 1. Hasil Pengujian Dengan 10 Liter Air

| No | Jam (WIB) | Hasil Pengukuran sensor Suhu DS18B20 (°C) |
|----|-----------|---|
| 1 | 09.00 | 29.50 |
| 2 | 09.30 | 30.86 |
| 3 | 10.00 | 31.44 |
| 4 | 10.30 | 33.56 |
| 5 | 11.00 | 35.03 |
| 6 | 11.30 | 37.71 |
| 7 | 12.00 | 39.66 |
| 8 | 12.30 | 41.87 |
| 9 | 13.00 | 44.12 |
| 10 | 13.30 | 45.45 |
| 11 | 14.00 | 46.98 |
| 12 | 14.30 | 48.02 |
| 13 | 15.00 | 48.76 |
| 14 | 15.30 | 49.55 |
| 15 | 16.00 | 50.30 |
| 16 | 16.30 | 50.25 |



Kemampuan SWH yang telah dibuat dalam menaikkan suhu air pada tangki dengan kapasitas air sebanyak 10 liter mencapai suhu 50.25 °C dari suhu awal 29.50°C pada kondisi cuaca cerah. Kenaikan suhu sangat dipengaruhi oleh panas matahari saat itu. Ketika pengguna ingin menggunakan air panas dibawah suhu 50°C SWH ini bisa menjadi solusi pemanas yang ramah lingkungan.

b. Pengujian solar water heater dengan jumlah air sebanyak 20 liter.

Ketika tangki berisi 20 liter air, suhu maksimal yang dapat dicapai oleh SWH dalam memanaskan air adalah sebesar 46.80°C. Kenaikan suhu yang paling banyak terjadi pada pukul 11.00 WIB – 12.00 WIB kenaikan suhu bisa mencapai 2°C pertiga puluh menit. Hasil pemanasan air ini sangat bergantung dengan panas matahari, hal ini dapat terlihat kenaikan suhu bukan ditentukan oleh lamanya waktu pemanasan air, tetapi ditentukan dengan ada atau tidaknya cahaya matahari. Data hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 3. SWH ini masih bisa digunakan jika keinginan *set point* pengguna dibawah 46°C.

Tabel 2. Hasil Pengujian Dengan 20 Liter Air

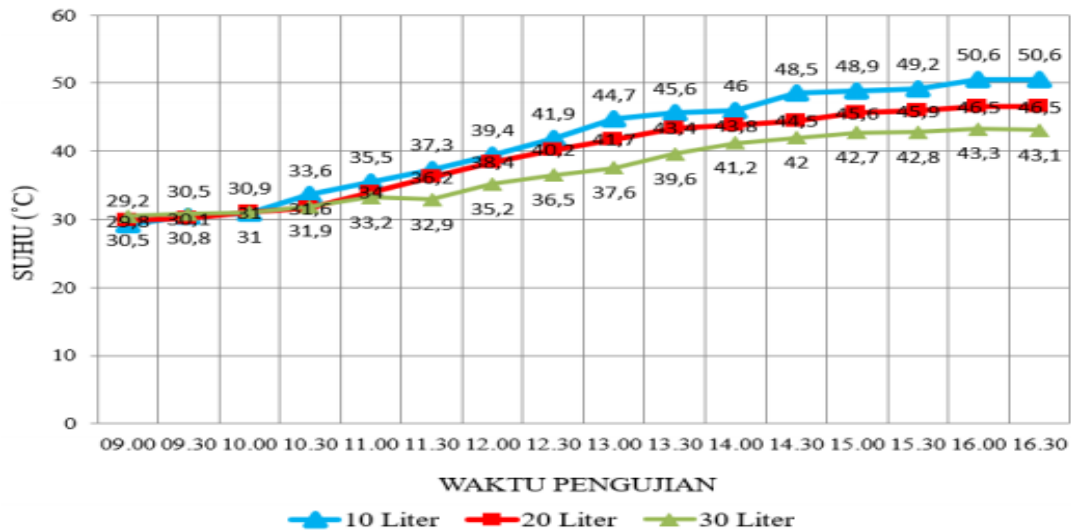
| No | Jam (WIB) | Hasil Pengukuran sensor Suhu DS18B20 (°C) |
|----|-----------|---|
| 1 | 09.00 | 29.50 |
| 2 | 09.30 | 30.45 |
| 3 | 10.00 | 30.88 |
| 4 | 10.30 | 31.45 |
| 5 | 11.00 | 33.98 |
| 6 | 11.30 | 36.54 |
| 7 | 12.00 | 38.77 |
| 8 | 12.30 | 40.14 |
| 9 | 13.00 | 41.76 |
| 10 | 13.30 | 43.34 |
| 11 | 14.00 | 43.98 |
| 12 | 14.30 | 44.71 |
| 13 | 15.00 | 45.21 |
| 14 | 15.30 | 45.76 |
| 15 | 16.00 | 46.80 |
| 16 | 16.30 | 46.50 |

c. Pengujian solar water heater dengan jumlah air sebanyak 30 liter dan 50 liter

Semakin besar jumlah air dalam tangki maka suhu maksimal yang dapat dinaikkan oleh SWH yang telah dibuat akan semakin menurun. Hal ini karena panjang pipa yang digunakan sebagai kolektor masih kurang panjang dan hanya dapat memanaskan air dengan kapasitas tangki sebesar 30 liter sebesar 43.12 °C. Apabila tangki diisi dengan kapasitas penuh yaitu 50 liter ternyata suhu maksimal dari SWH adalah 40 °C.

Tabel 3. Hasil Pengujian Dengan 30 dan 50 Liter Air

| No | Jam (WIB) | Hasil Pengukuran sensor Suhu DS18B20 (°C) | |
|----|-----------|---|---------------------|
| | | Berisi 30 liter air | Berisi 50 liter air |
| 1 | 09.00 | 29.75 | 29.87 |
| 2 | 09.30 | 30.21 | 30.12 |
| 3 | 10.00 | 30.78 | 30.53 |
| 4 | 10.30 | 31.24 | 31.01 |
| 5 | 11.00 | 32.74 | 31.21 |
| 6 | 11.30 | 32.87 | 32.54 |
| 7 | 12.00 | 35.06 | 34.05 |
| 8 | 12.30 | 35.74 | 34.66 |
| 9 | 13.00 | 37.44 | 35.97 |
| 10 | 13.30 | 39.54 | 36.83 |
| 11 | 14.00 | 41.11 | 37.31 |
| 12 | 14.30 | 41.88 | 38.68 |
| 13 | 15.00 | 42.55 | 38.87 |
| 14 | 15.30 | 42.87 | 39.05 |
| 15 | 16.00 | 43.12 | 40.00 |
| 16 | 16.30 | 43.00 | 39.25 |



Gambar 6. Grafik Perbandingan Suhu

Hasil pengujian perbandingan penujian suhu pada SWH ditunjukkan oleh gambar 6, pemanasan air sangat bergantung pada panas matahari. Kenaikan suhu yang cukup signifikan berkisar pukul 10.30 – 13.00 WIB pada keseluruhan percobaan. Sistem yang telah dibuat bisa menjadi alternatif pemanas air ramah lingkungan, ketika kebutuhan air hangat pengguna dibawah suhu 43.12 °C untuk tangki terisi 30 liter air.

3.3 Implementasi Pengaturan Set Point dan Pengiriman data melalui sistem IoT

Setelah mengetahui kemampuan SWH yang telah dibuat. Pengujian selanjutnya untuk mengimplementasikan pengaturan suhu secara otomatis melalui penentuan set point atau suhu yang diinginkan oleh pengguna. Tabel 5 menunjukkan hasil pengaturan *set point* dan status pompa. Ketika suhu air dibawah *set point* maka *relay* akan aktif dan pompa akan menyala untuk mensirkulasikan air ke kolektor pemanas. Sensor akan membaca suhu terkini, lalu mengirimkannya kepada prosessor untuk dibandingkan apakah sudah sesuai dengan *set point* yang diinginkan, jika belum pompa akan kembali mensirkulasikan air kembali. Proses ini akan terus berlanjut sampai ketika nilai suhu yang terbaca oleh sensor suhu sesuai dengan nilai *set point* yang diinginkan. Dari sepuluh kali percobaan terdapat satu kali kegagalan dimana *relay* masih tetap ON padahal suhu sudah melebihi *set point* yang ditentukan, dikarenakan terdapat *delay* pengiriman pembacaan dari sensor ke prosessor. Sistem SWH ini masih layak untuk keperluan pengadaan air hangat untuk mandi dimana pergeseran suhu dan waktu yang sangat kecil tidak terlalu menjadi perhatian.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pompa Air masukan Set Point

| No | Set point | Suhu terbaca pada LCD (°C) | Suhu terbaca pada Blynk (°C) | Status Relay | Status Pompa | Keterangan |
|----|-----------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------|
| 1 | 35 | 29.25 | 29.250 | ON | ON | Berhasil |
| 2 | 28 | 29.25 | 29.250 | OFF | OFF | Berhasil |
| 3 | 35 | 32.20 | 32.200 | ON | ON | Berhasil |
| 4 | 35 | 35.02 | 35.020 | OFF | OFF | Berhasil |
| 5 | 40 | 40.02 | 40.020 | OFF | OFF | Berhasil |
| 6 | 41 | 41.00 | 41.000 | OFF | OFF | Berhasil |
| 7 | 30 | 30.15 | 30.150 | ON | ON | Gagal |
| 8 | 31 | 31.00 | 31.000 | OFF | OFF | Berhasil |
| 9 | 34 | 31.05 | 31.050 | ON | ON | Berhasil |
| 10 | 34 | 33.25 | 33.250 | ON | ON | Berhasil |

Pengaturan set point dapat dilakukan melalui aplikasi blynk dengan memanfaatkan sistem IoT. Pengaturan *set point* suhu melalui blynk berhasil dilakukan terlihat pada tabel 6 dan gambar 7. Nilai *set point* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tanda minus untuk menurunkan dan tanda plus untuk menaikkan nilai *set point*. Status pompa juga dapat dipantau, jika dalam kondisi ON tombol akan berwarna hijau dan akan berwarna merah jika pompa dalam kondisi OFF. Nilai suhu yang terbaca dapat ditampilkan dengan baik pada *platform* blynk. Ketika suhu yang terbaca oleh sensor lebih kecil dari nilai set point maka pompa akan terus menyala dan mensirkulasikan air ke kolektor pemanas sampai suhu sesuai dengan set point yang diberikan. Hasil pembacaan data dikirimkan ke IoT *platform* blynk, data suhu terbaca, *set point*, kondisi pompa dapat terkirim dengan baik tanpa ada kecacatan. Meskipun ada *delay* pada pengiriman data dari perangkat ke aplikasi blynk, *delay* ini masih dapat ditoleransi dalam hal kebutuhan air panas. Hal ini dikarenakan adanya jaringan provider yang kurang bagus, tipe perangkat yang digunakan dan cuaca. Sistem ini dapat mengatur suhu otomatis melalui *platform* blynk.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pompa Air masukan Set Point

| No | Set Point dari Blynk (°C) | Set point pada LCD | Keterangan | Delay |
|----|---------------------------|--------------------|------------|-------|
| 1 | 25 | 25 | Berhasil | 0.5 |
| 2 | 30 | 30 | Berhasil | 1 |
| 3 | 35 | 35 | Berhasil | 0.5 |
| 4 | 38 | 38 | Berhasil | 1.5 |
| 5 | 40 | 40 | Berhasil | 2 |



Gambar 7. (a) Tampilan Aplikasi Blynk dalam Konsisi pompa OFF dan (b) Tampilan Aplikasi Blynk dalam Konsisi Pompa ON

3.4 Pengujian Kestabilan Suhu Air Dalam Tangki.

Selain suhu otomatis yang dapat diatur sesuai dengan keinginan pengguna dan dapat diatur secara jarak jauh. Pada SWH yang telah dibuat perlu diuji coba seberapa lama suhu air bisa bertahan. Agar pengguna bisa mengetahui berapa lama waktu air menjadi dingin ketika tidak ada matahari. Hal ini juga bisa menjadikan perbaikan isolasi tangki pada pembuatan selanjutnya. Hasil Pengujian untuk mengetahui kestabilan suhu air dalam tangki penyimpanan sebanyak 30 liter air panas ditunjukkan oleh tabel 7.

Tabel 6. Pengujian Kestabilan Suhu Air Didalam tangki

| No | Nilai Set Point (°C) | Sensor DS18B20 (°C) | Status Pompa | Lama Suhu Air Stabil |
|----|----------------------|---------------------|--------------|----------------------------|
| 1. | 35 | 34.75 | ON | 1 Jam , 19 Menit, 51 Detik |
| 2. | 35 | 35.00 | OFF | |
| 3. | 43 | 42.85 | ON | 2 Jam , 5 Menit, 20 Detik |
| 4. | 43 | 43 | OFF | |

Dari tabel 7 dapat diketahui ketahanan suhu air stabil didalam tangki pada pengaturan set point 35°C adalah selama 1 Jam, 19 Menit, 51 Detik. Jika set point 43°C kestabilannya selama 2 Jam, 5 Menit, 20 Detik. Dalam hal isolasi tangki masih harus diperbaiki, mengingat kebutuhan air hangat terka dang lebih banyak dimalam hari.

4. KESIMPULAN

Solar water heater yang telah dibuat mampu memperoleh suhu sebesar 50.25 °C ketika tangki berisi 10 liter air, suhu sebesar 46°C ketika tangki berisi 20 liter air dan suhu sebesar 43.12 °C ketika tangki berisi 30 liter air. Pengambilan data disaat cuaca cerah. Panas matahari sangat mempengaruhi tingkat kenaikan suhu air. Panjang pipa kolektor perlu ditambahkan untuk keperluan mempercepat dan memperoleh suhu air yang lebih tinggi. Kestabilan air dalam tangki



ketika air berisi 30 liter pada suhu 35 °C adalah selama 1 Jam, 19 Menit, 51 Detik. Penambahan isolasi pada tangki perlu ditambahkan untuk menyimpan panas lebih lama. Alat ini bisa menjadi solusi kebutuhan air panas dibawah dari 43.12 °C yang ramah lingkungan. Akurasi sensor suhu pada sistem ini sebesar 95.38%. Pengaturan suhu secara otomatis pada *solar water heater* telah berhasil dilakukan dengan baik, hal ini terlihat pada kinerja sistem ketika suhu yang ditentukan dibawah nilai *set point* maka *relay* akan aktif untuk menghidupkan pompa, pompa akan mensirkulasikan air ke kolektor pemanas secara terus menerus sampai sensor membaca suhu terkini yang sesuai dengan *set point* yang diinginkan, lalu *relay* akan kembali non-aktif dan pompa akan mati. Pengaturan *set point* melalui *platform* blynk telah berhasil dilakukan walaupun masih terdapat delay. Penambahan tangki air dingin untuk pencampuran air dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya, guna mempercepat penurunan air ketika *set point* yang diinginkan lebih kecil dari pada suhu air pada tangki dalam waktu singkat.

REFERENCES

- [1] O. Aboelwafa, S. E. K. Fateen, A. Soliman, and I. M. Ismail, "A review on solar Rankine cycles: Working fluids, applications, and cycle modifications," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, no. September 2017, pp. 868–885, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.09.097.
- [2] D. I. Permana, D. Rusirawan, and I. Farkas, "A bibliometric analysis of the application of solar energy to the organic Rankine cycle," *Heliyon*, vol. 8, no. 4, p. e09220, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09220.
- [3] M. Nazari, S. Jafarmadar, and S. Khalilarya, "Exergy and thermoeconomic analyses of serpentine tube flat-plate solar water heaters coated with CuO nanostructures," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 35, no. January, p. 102072, 2022, doi: 10.1016/j.csite.2022.102072.
- [4] B. Twomey, P. A. Jacobs, and H. Gurgenci, "Dynamic performance estimation of small-scale solar cogeneration with an organic Rankine cycle using a scroll expander," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 51, no. 1–2, pp. 1307–1316, 2013, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2012.06.054.
- [5] L. G. Swan and P. L. Allen, "Integrated solar pump design incorporating a brushless DC motor for use in a solar heating system," *Renew. Energy*, vol. 35, no. 9, pp. 2015–2026, 2015, doi: 10.1016/j.renene.2010.02.002.
- [6] M. S. Hossain et al., "Review on solar water heater collector and thermal energy performance of circulating pipe," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 8, pp. 3801–3812, 2011, doi: 10.1016/j.rser.2011.06.008.
- [7] S. E. Sudrajat, I. Santosa, F. Teknik, P. Studi, T. Mesin, and U. Pancasakti, "PERANCANGAN SOLAR WATER HEATER JENIS PLAT DATAR TEMPERATUR MEDIUM UNTUK APLIKASI PENGHANGAT AIR MANDI," pp. 118–127, 2002.
- [8] Z. Rokhandi, B. Yulianti, B. Pangaribuan, and N. KN, "SIMULATOR PENGATUR OTOMATIS SUHU AIR HANGAT 37 °C - 55 °C PADA WATER HEATER BERBASIS MICROKONTROLLER ATMEGA 8535 Zaki Rokhandi Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta Pr," *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 8, no. 3, pp. 176–180, 2017.
- [9] A. Alfith, "Perancangan Pengendali Suhu Air Pada Bak Mandi Menggunakan Fuzzy Logic Controller," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 109–115, 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133819.
- [10] E. Syamsuddin, "Perancangan Alat Pengatur Suhu Air Dan Pengisian Bak Air Secara Otomatis Melalui," vol. 9, no. 1, pp. 11–22, 2007.
- [11] R. Sakti Ruzianto and B. Setiyono, "Perancangan Plant Pencampur Air Menggunakan Kontrol Pid Untuk Pengaturan Suhu Cairan Berbasis Atmega16," *Peranc. Plant Pencampur Air Menggunakan Kontrol Pid Untuk Pengaturan Suhu Cairan Berbas. Atmega16*, vol. 19, no. 2, pp. 65–71, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/view/15391>
- [12] Y. A. K. Utama, D. T. Hidayat, and N. Juniarto, "Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Monitoring Suhu Pompa Air," *J. Inform. Kaputama (JIK)*, vol. 5, no. 1, pp. 154–163, 2021.
- [13] F. Saifudin, "Pemahaman Publik Terhadap Desain Visual Sebagai Alat Komunikasi Yang Efektif," *J. SINTEKS*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [14] R. A. Koestoer, Y. A. Saleh, I. Roihan, and Harinaldi, "A simple method for calibration of temperature sensor DS18B20 waterproof in oil bath based on Arduino data acquisition system," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2062, 2019, doi: 10.1063/1.5086553.
- [15] S. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Surabaya, P. W. Rusimamto, and M. S. Zuhrie, "Sistem Pengaturan Kelembaban Pada Prototype Budidaya Cacing Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Wemos D1 R2 Akhmad Muchlis Musyafa," pp. 424–432, 2015.
- [16] J. E. Prasetyo and J. Jamaaluddin, "Prototype Automation of Air Conditioning Treatment in the Grinding Area Aneka Cocoa Based on IoT," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 45–51, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12736.
- [17] S. N. Swamy and S. R. Kota, "An empirical study on system level aspects of Internet of Things (IoT)," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 188082–188134, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3029847.