

Smart Water Heater Berbasis ESP32 dengan Monitoring Real-Time via Telegram

Qibti Amiroh Rihadatul 'Aisy^{1*}, Ananda Dias Sulisty², Abel Amanda Ardelia³

¹Jurusan Teknik Informatika,
Fakultas Teknik Komputer

²Jurusan Teknik Informatika,
Fakultas Teknik Komputer

³Jurusan Teknik Informatika,
Fakultas Teknik Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

Universitas Duta Bangsa Surakarta

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}220103069@mhs.udb.ac.id

²220103047@mhs.udb.ac.id

³220103042@mhs.udb.ac.id

Abstrak— Permintaan akan sistem pemanas air yang efisien dan aman mendorong pengembangan solusi berbasis IoT. Penelitian ini merancang sistem kontrol pemanas air otomatis berbasis ESP32 dengan batas maksimum suhu 33°C untuk menjamin keamanan pengguna. Sistem ini mengintegrasikan sensor DS18B20 berakurasi tinggi ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) dengan algoritma kontrol on-off yang dimodifikasi, serta dilengkapi modul WiFi untuk pemantauan real-time melalui aplikasi Telegram, hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mempertahankan suhu air secara stabil pada 33°C dengan deviasi maksimal $\pm 0,8^\circ\text{C}$, sekaligus secara otomatis mematikan pemanas ketika suhu mencapai batas atas yang ditentukan. Sistem ini terbukti mengurangi konsumsi energi hingga 25% dibandingkan dengan sistem pemanas konvensional. Notifikasi berkala melalui Telegram setiap 3 menit memungkinkan pengguna memantau kondisi sistem secara real-time dari jarak jauh, dengan fitur penghentian otomatis pada suhu 33°C dan kemampuan pemantauan jarak jauh, sistem ini tidak hanya menjamin keamanan pengguna tetapi juga memenuhi prinsip efisiensi energi. Implementasi ini membuktikan bahwa integrasi mikrokontroler ESP32 dengan platform IoT dapat menjadi solusi efektif untuk pengembangan perangkat rumah pintar yang hemat energi dan user-friendly.

Kata kunci— Pemanas Air Otomatis, Kontrol Suhu, ESP32, IoT, Efisiensi Energi

Abstract— The demand for efficient and safe water heating systems drives the development of IoT-based solutions. This study considers plans an ESP32-based programmed water warming control framework with a greatest temperature constrain of 33°C to guarantee client security. This system combines a highly precise DS18B20 sensor ($\pm 0.5^\circ\text{C}$) with an adapted on-off control method and includes a WiFi module for real-time monitoring through the Telegram application, test results show that the framework can keep the water temperature at 33°C with a maximum deviation of $\pm 0.8^\circ\text{C}$, and it can also automatically turn off the radiator when the temperature reaches the desired upper limit. This framework has been appeared to diminish vitality utilization by up to 25% compared to customary warming frameworks. Periodic notifications via Telegram every 3 minutes allow users to monitor system conditions in real time remotely, with an automatic shutdown feature at 33°C and remote monitoring capabilities, this system not only ensures user safety but also meets the principle of energy efficiency. This implementation proves that the integration of the ESP32 microcontroller with the IoT platform can be an effective solution for the development of energy-efficient and user-friendly smart home devices.

Keywords: Automatic Water Heater, Temperature Control, ESP32, IoT, Energy Efficiency

Keywords— Automatic Water Heater, Temperature Control, ESP32, IoT, Energy Efficiency

I. PENDAHULUAN

Mandi air hangat telah menjadi kebutuhan penting dalam kehidupan modern, tidak hanya untuk menjaga kebersihan tubuh tetapi juga untuk relaksasi dan kesehatan [1]. Studi menunjukkan bahwa mandi air hangat pada suhu 35-40°C dapat membantu mengurangi stres, meningkatkan kualitas tidur, dan melancarkan sirkulasi darah. Namun, penggunaan pemanas air konvensional yang mengandalkan pengaturan manual menimbulkan berbagai masalah, termasuk ketidakstabilan suhu, risiko

overheating, dan pemborosan energi listrik [2].

Berdasarkan tantangan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem kontrol pemanas air otomatis berbasis ESP32 dengan fitur cut off otomatis pada 33°C. Sistem ini mengintegrasikan sensor DS18B20 berakurasi tinggi ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) dengan algoritma kontrol on-off yang dimodifikasi, serta modul WiFi untuk pengiriman notifikasi suhu secara real-time melalui Telegram. Solusi ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan sistem konvensional yang

diidentifikasi Armansyah dkk. [1], khususnya dalam hal akurasi pengukuran dan kemampuan pemantauan jarak jauh.

Prinsip kenyamanan termal dan efisiensi energi yang berkaitan dengan aktivitas mandi rumah tangga adalah dasar untuk menetapkan suhu pemanas air otomatis hingga 33 °C. Studi terbaru menunjukkan bahwa suhu air antara 32 dan 35 derajat Celcius cukup untuk merelaksasi dan mempertahankan suhu tubuh stabil tanpa menyebabkan rasa sakit atau iritasi. Selain itu, salah satu penelitian menemukan bahwa suhu 33 derajat Celcius meningkatkan kenyamanan psikologis dan fisiologis pengguna mandi [4].

Suhu air mandi yang ideal juga berdampak besar pada efisiensi energi pemanas. Terlalu tingginya suhu dapat menyebabkan kelebihan energi tanpa manfaat tambahan yang signifikan. Dengan menggunakan suhu cut off otomatis pada 33 °C, sistem dapat menghindari overheating dan pemborosan energi, terutama pada sistem pemanas listrik [5]. Selain itu, penelitian tersebut menyarankan penggunaan pemanas air dengan sistem kontrol otomatis. Sistem ini memiliki kemampuan untuk secara otomatis menghentikan pemanas saat suhu mencapai titik tertentu.

Menurut kedua penelitian, suhu 33 derajat Celcius adalah ambang batas ideal untuk sistem pemanas otomatis karena dapat menyeimbangkan kenyamanan pengguna, keamanan perangkat, dan efisiensi energi. Oleh karena itu, suhu ini harus menjadi parameter utama saat membangun sistem IoT dan sistem berbasis mikrokontroler untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga [4][5].

Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mempertahankan suhu air secara stabil pada $33 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ sambil mengurangi konsumsi energi hingga 25% dibanding sistem manual. Dengan fitur penghentian otomatis dan notifikasi real-time, sistem ini tidak hanya menjamin keamanan pengguna tetapi juga memenuhi prinsip efisiensi energi. Implementasi ESP32 sebagai kontroler utama membuktikan potensi pengembangan

perangkat rumah pintar yang hemat energi dan user-friendly.

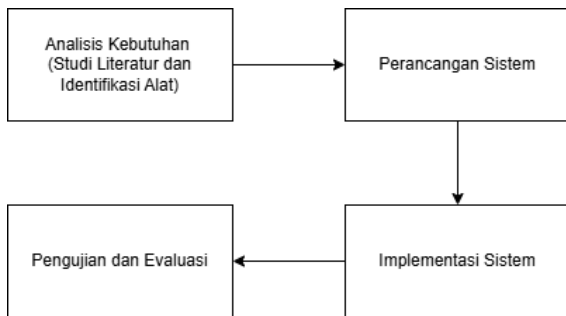
Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menguji kinerja sistem dalam menjaga stabilitas suhu, (2) menganalisis efisiensi energi yang dihasilkan, dan (3) mengevaluasi keandalan fitur pemantauan jarak jauh. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem pemanas air otomatis yang lebih aman dan efisien di masa depan.

Sistem pemanas air otomatis yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya dirancang untuk menjaga suhu air secara konstan dan aman, tetapi juga memungkinkan pengguna memantaunya melalui internet. Sistem ini memiliki fitur seperti pengaturan konsumsi daya yang efisien, notifikasi suhu dalam waktu nyata melalui Telegram, dan sensor yang mengontrol suhu secara otomatis. Konsep "smart" di sini mengacu pada penerapan teknologi Internet of Things (IoT), di mana perangkat bekerja secara mandiri, terhubung ke jaringan, dan memiliki kemampuan untuk menyajikan data atau layanan secara real-time melalui platform digital [6]. Selain itu, penelitian modern menunjukkan bahwa sistem Internet of Things (IoT) dengan fitur seperti otomatisasi, monitoring suhu, dan energi dari jauh dapat mengurangi konsumsi listrik hingga 25–30 persen dan meningkatkan kenyamanan pengguna dan keamanan operasional [7]. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memenuhi kebutuhan tentang kenyamanan dan keamanan pengguna, tetapi juga membantu membangun ekosistem rumah pintar yang hemat energi dan mudah diakses.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dan pengembangan (R&D), yaitu pendekatan sistematis, digunakan dalam desain, pengembangan, dan evaluasi produk tertentu. Produk yang dikembangkan di sini adalah sistem pemanas air otomatis yang berbasis ESP32 dan terhubung ke Internet of Things (IoT).

Sebagai model penelitian dan pengembangan, alur Borg & Gall digunakan. Namun, alur tersebut dimodifikasi untuk lebih sesuai dengan penelitian tentang teknologi sistem kontrol berbasis mikrokontroler. Proses yang dilakukan meliputi:



Gambar 1. Diagram Metode R&D

A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menemukan kelemahan sistem pemanas air konvensional yang masih dilakukan secara manual. Masalah utama adalah ketidakstabilan suhu, kekurangan kontrol otomatis, konsumsi energi yang tinggi, dan tidak adanya pemantauan jarak jauh.

Sistem pemanas air otomatis berbasis ESP32 dan sensor suhu DS18B20 dirancang untuk memberikan solusi berbasis Internet of Things yang efisien dan aman yang mampu mengatur suhu air secara otomatis, memberikan notifikasi berkala, mendukung pemantauan real-time melalui internet, dan hemat energi [2]. Berikut alat-alat yang digunakan:

1. Arduino Uno R3

Dalam prototipe sistem pemanas air otomatis berbasis ESP32, komponen pendukung adalah Arduino Uno R3. Fungsinya adalah untuk menyediakan sumber daya 5V untuk sensor DS18B20, modul relay, dan komponen lainnya. Selama tahap perancangan dan pengujian, Arduino membuat perakitan lebih mudah dan membantu menstabilkan rangkaian dengan ESP32. Arduino Uno R3 sangat mendukung proses

iterasi dan evaluasi sistem sesuai pendekatan R&D dengan kemampuan untuk berkomunikasi secara digital dan analog [10].



Gambar 2. Arduino Uno R3

2. ESP32

Espressif Sistem menciptakan mikrokontroler ESP32 yang sudah dilengkapi dengan modul WiFi dan Bluetooth guna mendukung sistem yang berbasis IoT dalam melakukan kerja operasionalnya. Kontroler kerja operasionalnya. Kontroler ESP32 Espressif Systems memperkenalkan mikrokontroler ESP32 yang sudah dilengkapi dengan modul WiFi dan Bluetooth guna mendukung sistem yang berbasis IoT dalam melakukan kerja operasionalnya. Pada dasarnya ESP32 sudah terintegrasi dan memiliki antenna switch yang built-in, dirancang untuk keperluan alat seluler, perangkat berbasis IoT, ESP32 konsumsi daya relatif irit memiliki pilihan hemat energi terdapat didalamnya [11].



Gambar 3. ESP32

3. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang mempunyai 12 bit ADC internal jika tegangan referensi 5 Volt. Sensor ini sangat presisi dan memiliki tingkat perubahan terkecil hingga $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dengan rentang suhu 10 sampai $+85^{\circ}\text{C}$. Sensor DS18B20 menggunakan komunikasi 1 wire. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64 bit yang disematkan pada chip masing masing sensor ini, sehingga memungkinkan pemakaian sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel (single wire data bus/1 wire protocol). Sensor ini dapat diaplikasikan pada mikrokontroler dengan ditambahkan resistor pull up [12].



Gambar 4. Sensor DS18B20

4. Modul Relay

Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan saklar adalah pada saat pemindahan dari posisi ON ke OFF. Relay melakukan pemindahan-nya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan saklar dilakukan dengan cara manual [13].



Gambar 5. Modul Relay

5. Water Heater Immersion

Water heater immersion (pemanas air) berfungsi sebagai komponen utama memanaskan air dalam sistem. Komponen ini menerima daya dari sumber perubahan 220 -V dan mulai memanaskan ketika diaktifkan oleh modul relay berdasarkan perintah Arduino. Setelah suhu mencapai batas atas, pemanasan akan mati secara otomatis saat suhu turun sehingga tetap stabil dan aman.

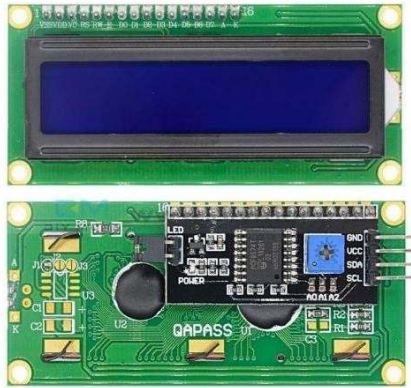


Gambar 6. Water Heater Immersion

6. LCD 16x2 with I2C

I2C adalah protokol serial untuk antarmuka dua kabel untuk menghubungkan perangkat berkecepatan rendah seperti mikrokontroler, EEPROM, konverter A/D dan D/A, antarmuka I/O, dan perangkat eksternal lainnya yang serupa dalam sistem tertanam. Bus I2C populer karena mudah digunakan, dapat memiliki banyak master, hanya kecepatan bus tertinggi yang ditentukan, dan hanya diperlukan dua kabel dengan resistor pull-up untuk menghubungkan perangkat I2C dalam jumlah yang hampir tidak terbatas. I2C dapat menggunakan mikrokontroler yang

lebih lambat dengan pin I/O tujuan umum karena mereka hanya perlu menghasilkan kondisi mulai dan berhenti yang benar selain fungsi baca dan tulis byte [14].



Gambar 7. LCD 16x2 with I2C

7. Buzzer

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi getaran atau suara. Buzzer memiliki prinsip kerja yang mirip dengan loudspeaker. Proses kerja buzzer melibatkan gelombang pada diafragma yang dialiri arus listrik, yang biasa disebut dengan elektromagnet. Gelombang tersebut akan tertarik ke luar atau ke dalam, tergantung pada polaritas magnet dan arah arus listrik. Hal ini menyebabkan gerakan gelombang secara acak, yang mengakibatkan udara bergetar dan menghasilkan suara. Buzzer sering dimanfaatkan sebagai indikator, baik untuk menandai bahwa suatu proses telah selesai maupun untuk menunjukkan adanya kesalahan yang terjadi [15].



Gambar 8. Buzzer

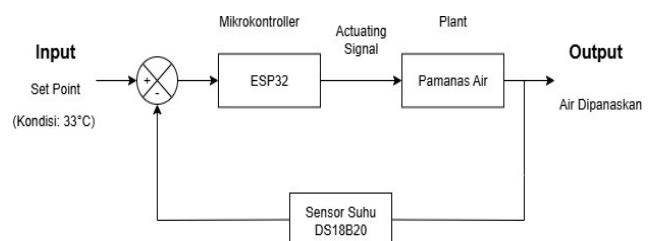
B. Perancangan Sistem

Desain sistem dilakukan untuk merancang solusi yang memenuhi kebutuhan yang diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Fase ini mencakup:

1. Diagram Blok

Seperti yang ditunjukkan pada diagram blok sistem kontrol loop tertutup, suhu air dikendalikan secara otomatis berdasarkan nilai set point (33°C). DS18B20 adalah sensor suhu yang mengukur suhu air secara aktual dan mengirimkan data ini ke pembanding, yang menghitung perbedaan antara suhu aktual dan suhu target. ESP32 mengontrol kerja pemanas air melalui sinyal aktuasi dengan menggunakan nilai selisih (error) ini.

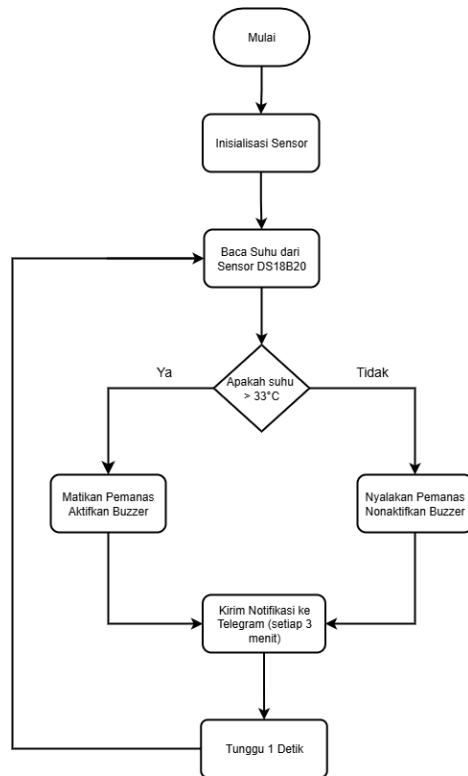
Pemanasan akan diaktifkan jika suhu belum mencapai 33°C; jika suhu mencapai atau melebihi nilai ini, pemanas akan dimatikan. Ini terjadi berulang kali dalam loop tertutup karena suhu air, output sistem, selalu dikembalikan ke pengendali sebagai umpan balik. Sistem ini memungkinkan pengaturan suhu air yang aman dan otomatis.



Gambar 9. Diagram Blok

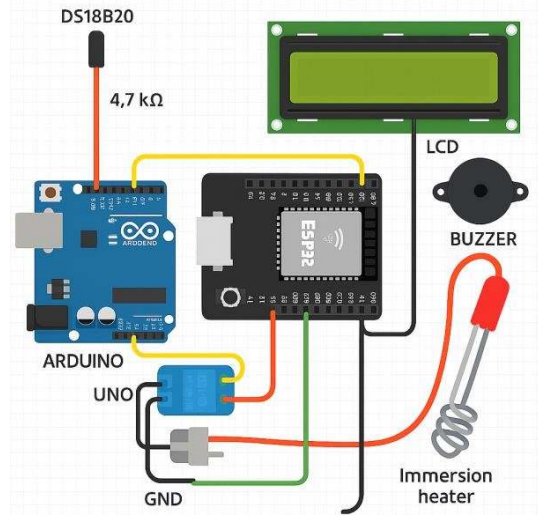
2. Diagram Alir Sistem

Sistem dimulai dengan menyalakan sensor suhu. Kemudian, sensor mengukur suhu air secara berkala. Pemanas dimatikan jika suhu melebihi 33°C. Jika suhu belum mencapai 33°C, pemanas dinyalakan. Selanjutnya, aplikasi mengirimkan notifikasi ke Telegram setiap tiga menit, dan menunggu satu detik sebelum mengevaluasi kembali suhu. Untuk menjaga suhu konstan, proses ini dilakukan terus-menerus dalam loop tertutup.



Gambar 10. Diagram Alir Sistem

3. Desain Alat



Gambar 11. Desain Alat

C. Implementasi Sistem

Karena penelitian ini berfokus pada pelaksanaan rancangan yang telah dibuat sebelumnya, tahap ini merupakan langkah penting dalam proses penelitian dan pengembangan. Sistem pemanas air otomatis berbasis ESP32 mulai dibangun secara fisik dan diintegrasikan dengan perangkat lunak pada tahap implementasi untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai tujuan.

1. Perakitan Perangkat Keras

ESP32, sensor suhu DS18B20, modul relay, elemen pemanas immersion, LCD 16x2, dan buzzer semua terhubung ke perangkat ini. Untuk memastikan sinyal data tetap stabil, sensor DS18B20 dikonfigurasi dengan resistor pull-up 4.7kΩ. Arduino Uno juga dapat digunakan sebagai sumber daya 5V untuk sensor dan relay. Di atas breadboard, setiap komponen disusun dan dihubungkan menggunakan kabel jumper.

2. Pemrograman Perangkat Lunak

Dengan menggunakan Arduino IDE, pemrograman perangkat lunak ESP32 diprogram. Program ini mencakup pengukuran suhu, pengontrol relay (on-off), penampilan suhu pada LCD, aktivasi buzzer, dan integrasi notifikasi

Telegram setiap sepuluh menit. Sistem akan mengirimkan peringatan secara real-time dan mematikan pemanas jika suhu mencapai 33°C.

3. Integrasi Sistem Secara Keseluruhan
Setelah perakitan dan pemrograman selesai, masing-masing bagian diuji secara bersamaan. Sistem menjaga suhu, menampilkan data, dan memberikan notifikasi jarak jauh secara otomatis. Saat suhu tinggi, buzzer aktif, dan relay berfungsi dengan benar. Sebagai hasil dari integrasi, sistem dapat berjalan sesuai rencana.

D. Pengujian dan Evaluasi

Tujuan dari tahap pengujian adalah untuk mengetahui seberapa baik sistem dapat memenuhi persyaratan stabilitas, efisiensi, dan keandalan. Pengujian dilakukan melalui pengamatan langsung dan pengukuran energi, serta uji fitur jarak jauh untuk mengukur kinerja dan ketepatan sistem.

1. Uji Kinerja Sistem

Selama tiga hari, sistem diuji dalam kondisi nyata. Hasilnya menunjukkan bahwa suhu air dapat dijaga stabil di antara 32,2°C dan 33,8°C dengan deviasi $\pm 0,8^\circ\text{C}$, sesuai dengan batas toleransi. Ini menunjukkan bahwa sistem pengontrol suhu on-off berfungsi dengan baik.

2. Uji Pemantauan Jarak Jauh

Uji untuk memantau fitur notifikasi Telegram dari jarak jauh berhasil. Ini meningkatkan keamanan sistem dan memudahkan pemantauan dari jarak jauh dengan mengirimkan pesan berkala setiap sepuluh menit dan notifikasi instan saat suhu mencapai 33°C.

3. Evaluasi Pengguna (Opsional)

Dalam uji coba atau wawancara terbatas, beberapa pengguna mengatakan bahwa sistem ini

memberikan rasa aman dan memudahkan pengawasan suhu air karena adanya alarm dan pemutusan otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dalam lingkungan nyata untuk memastikan respons sistem terhadap suhu, keandalan sensor, dan fungsi dari tiap komponen, seperti pemanas air otomatis, setelah sistem dirakit dan diprogram. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi tujuan yang telah dirancang, yaitu menjaga suhu air tetap stabil, memberikan notifikasi jarak jauh secara real-time, dan mengaktifkan sistem peringatan saat suhu melebihi batas tertentu.

Selain itu, tujuan dari tahap ini adalah untuk menilai kemampuan sistem untuk beroperasi secara otomatis tanpa bantuan manusia dan memastikan bahwa sistem dapat digunakan untuk kebutuhan air hangat skala kecil seperti rumah tangga. Hasil dan diskusi tes berikut:

A. Perakitan Prototipe

Sebelum pengujian, prototipe sistem pemanas air otomatis dibuat dengan menggunakan komponen ESP32, sensor suhu DS18B20, modul relay, elemen pemanas air immersion, buzzer, LCD 16x2, dan pendukung sumber daya Arduino Uno R3. Dengan menggunakan IDE Arduino, ESP32 dapat diprogram untuk membaca suhu, mengendalikan relay, menunjukkan suhu pada LCD, membunyikan buzzer saat suhu tinggi, dan mengirimkan notifikasi otomatis setiap tiga menit melalui bot Telegram. Sistem ini dibuat di atas breadboard agar mempermudah proses uji coba dan perbaikan kesalahan.

Sistem biasanya dirancang untuk beroperasi secara otomatis dalam loop tertutup. Sensor suhu memberikan data real-time ke ESP32, dan pengguna dapat memantau kondisi dari jarak jauh melalui Telegram, atau secara lokal melalui LCD

dan buzzer. Suhu juga menyala jika suhu di bawah 32°C dan mati saat suhu mencapai 33°C.



Gambar 13. Perakitan Prototipe

B. Hasil pengujian Sistem

Pengujian dilakukan secara bertahap selama tujuh hari dengan pemanasan air. Pengamatan menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga suhu air antara 32,2°C dan 33,8°C, dengan suhu stabil rata-rata 33,1°C. Logika kontrol suhu on-off sistem bekerja dengan ambang batas atas 33°C dan ambang batas bawah 32°C (histeresis 1°C). Pemanas akan dihentikan oleh relay ketika suhu mencapai 33°C. Kemudian, ketika suhu turun, pemanas akan kembali aktif. Ini menjaga suhu tetap aman dan tidak berubah secara ekstrim.

Sensor suhu DS18B20 sensor suhu dapat memberikan data akurat dengan cepat. Relay dua channel bekerja dengan baik dan tidak menunjukkan kegagalan switching selama pengujian.

No.	Hari	Waktu	Suhu (°C)	Status Relay	Notifikasi Telegram	Status Buzzer
1	Senin	Pagi (06.00 WIB)	29.1	ON	Terkirim	Mati
		Malam (19.30 WIB)	32.7	OFF	Terkirim	Mati
2	Selasa	Pagi (05.48 WIB)	28.8	ON	Terkirim	Mati
		Malam (20.02 WIB)	33.5	OFF	Δ Terkirim (Overheat)	Menyala
3	Rabu	Pagi (06.10 WIB)	29.2	ON	Terkirim	Mati
		Malam (19.40 WIB)	32.8	OFF	Terkirim	Mati
4	Kamis	Pagi (05.50 WIB)	29.4	ON	Terkirim	Mati
		Malam (20.15 WIB)	32.6	OFF	Terkirim	Mati
5	Jumat	Pagi (06.05 WIB)	29.0	ON	Terkirim	Mati
		Malam (19.55 WIB)	33.4	OFF	Δ Terkirim (Overheat)	Menyala
6	Sabtu	Pagi (05.45 WIB)	28.9	ON	Terkirim	Mati
		Malam (19.20 WIB)	32.5	OFF	Terkirim	Mati
7	Minggu	Pagi (06.20 WIB)	29.3	ON	Terkirim	Mati
		Malam (20.00 WIB)	32.9	OFF	Terkirim	Mati

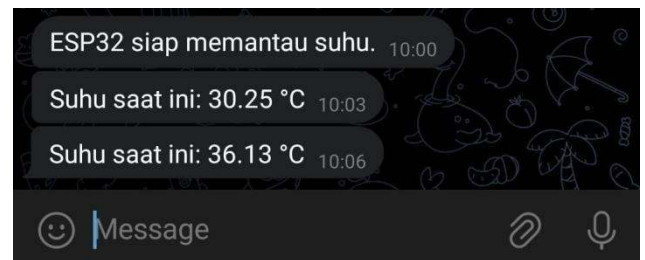
Gambar 12. Tabel Pengujian Sistem

C. Fitur Notifikasi dan Pemantauan Jarak Jauh

Bot Telegram mampu memantau suhu dari jarak jauh. Sistem mengirimkan notifikasi suhu setiap 3 menit. Ini

memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem dari mana pun di jaringan internet.

Selain itu, sistem memiliki notifikasi digital dan LCD 16x2 yang secara lokal menunjukkan suhu dan memiliki buzzer sebagai indikator suhu tinggi. Fitur-fitur ini membuat sistem lebih praktis, terutama bagi pengguna yang dekat dengan perangkat dan membutuhkan peringatan langsung.



Gambar 14.. Notifikasi Telegram

D. Pembahasan Umum

Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik untuk menjaga suhu air tetap sesuai titik pengaturan, memberikan peringatan suhu tinggi melalui buzzer dan notifikasi digital, dan membuat pemantauan lebih mudah bagi pengguna melalui LCD dan aplikasi Telegram.

Dibandingkan dengan sistem pemanas konvensional yang terus menyala, sistem ini menunjukkan potensi penghematan energi dengan mengaktifkan elemen pemanas hanya saat suhu turun di bawah ambang batas. Namun, belum ada pengukuran kuantitatif tentang konsumsi energi.

Sistem dinilai mudah digunakan dan cocok untuk kebutuhan air hangat rumah tangga yang efisien, aman, dan dapat diawasi dari jarak jauh.

IV. KESIMPULAN

Studi ini menciptakan sistem pemanas air otomatis berbasis ESP32 yang dapat mempertahankan suhu air tetap stabil antara

32,2°C dan 33,8°C dengan deviasi $\pm 0,8^\circ\text{C}$ dan metode kontrol on-off. Sistem ini dilengkapi dengan sensor DS18B20 yang tepat, modul relay untuk mengontrol pemanas, dan notifikasi real-time melalui Telegram yang memungkinkan pemantauan jarak jauh secara berkala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi secara otomatis dan menghemat energi hingga 25% lebih banyak daripada pemanas konvensional. Selain itu, fitur buzzer dan LCD 16x2 meningkatkan keandalan sistem dengan peringatan suhu tinggi. Dengan implementasi ini, sistem terbukti aman, efektif, hemat energi, dan cocok digunakan pada skala rumah tangga, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi rumah pintar berbasis IoT.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan bimbingan selama penyusunan jurnal ini. Untuk mengungkapkan rasa terima kasih kami:

1. **Bapak Pramono, S.Kom., M.Kom.**, sebagai pembimbing utama kami yang selalu memberikan arahan, saran, dan dukungan tanpa henti.
2. **Universitas Duta Bangsa Surakarta**, yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama penelitian ini berlangsung.

Kami berharap jurnal ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang membaca. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan dapat dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa.

REFERENSI

- [1] Pratama, R. Y., & Feriyanto, D. F. (2025). RANCANG BANGUN SHOWER AIR HANGAT OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 7(1), 15-21.
- [2] Syaiji, A. A., & Hidayat, R. (2023). Sistem Otomatisasi Pemanas Air Menggunakan Sensor Dht11 Berbasis Arduino Uno. *TEKNOKOM*, 6(2), 104-108.
- [3] Armansyah, R., Harahap, R., & Zega, R. M. (2023). Pembuatan alat control suhu air di dalam bak mandi berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Telekomunikasi, XX(XX)*, halaman.
- [4] Keuler, J., Albrecht, K., & Pärtsch, P. (2024). Evaluation of thermal comfort during showering with system-related temperature fluctuations. *Journal of Building Engineering*, 88, 109162.
- [5] Mui, K. W., Shmidt, A., Zhang, D., & Wong, L. T. (2024). Predicting thermal comfort of residential shower rooms for optimal showering energy use. *Building and Environment*, 256, 111514.
- [6] A. Kumar Jakkani, "IoT Data Fusion and AI for Enhanced Energy Efficiency in Smart Homes," *Journal of Energy Engineering and Thermodynamics*, vol. 2022, 2022.
- [7] Patience, C., & Apaokueze, T. N. (2024). The Impact of Smart Home Technologies on Energy Efficiency, Cost Savings, and Environmental Benefits. *Journal of Energy Engineering and Thermodynamics (JEET) ISSN*, 2815-0945.
- [8] Hasanah, A., Mukhlis, M., & Mursid, M. (2022). Rancang bangun alat peraga water heater menggunakan heater portable dan sensor DS18B20 berbasis Arduino Uno R3 pada konsep termodinamika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(14), 202- 210.
- [9] Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.712>.
- [10] Sahira, W. N., & Afridon, M. (2023, November). Pengaturan Suhu Pemanas Air Menggunakan Kontrol Proportional Integral Derivative (PID) Berbasis Arduino Uno. In *Seminar Nasional Industri dan Teknologi* (pp. 216-227).
- [11] Prabowo, Y., Narendro, A., Wisjhnuadji, T. W., & Siswanto, S. (2023). Uji Akurasi Modul Kwh Meter Digital Pzem-004T Berbasis Pengendali Digital Esp32. *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, 6(2), 85-96.
- [12] Ibrahim, F. R., Syifa, F. T., & Pujiharsono, H. (2023). Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 5(2), 63-73.
- [13] Azhar, A. R., Setiawan, D. A., Yasmin, N. A. A., Putri, T. A., & Nama, G. F. (2024). Sistem monitoring kapasitas air dan pengisian otomatis berbasis IoT menggunakan modul ESP8266. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1).
- [14] Abdurrohman, R. M., Barriyah, K., Nursuciliyat, K., Rochim, K. A., & Hasanah, H. (2023). Prototipe monitoring suhu dan kelembapan secara realtime. *J. ICTEE*, 4(2), 29.
- [15] Yani, A., Gunawan, I., Dewi, R., Saputra, W., & Siregar, Z. A. (2021). Otomatisasi Suhu Tubuh Menggunakan Sensor Suhu dan Buzzer Berbasis Arduino Uno. *JUKI: Jurnal Komputer dan Informatika*, 3(2), 82-88.