

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Terdahulu

Kajian terhadap beberapa penelitian sebelumnya sangat penting sebagai landasan dalam pengembangan sistem akuisisi data pada Water heater berbasis Internet of Things (IoT).C

Penelitian oleh Pratama & Hidayat (2020) merancang sistem pengendalian suhu pada pemanas induksi menggunakan sensor suhu dan Arduino Uno. Sistem ini mampu menyesuaikan daya keluaran berdasarkan suhu benda kerja, namun belum dilengkapi dengan pemantauan jarak jauh. Hal ini menjadi dasar pemanfaatan mikrokontroler sebagai pengendali utama.

Susanto et al. (2021) mengembangkan sistem monitoring suhu berbasis IoT menggunakan ESP32 dan platform Blynk. ESP32 digunakan untuk akuisisi dan pengiriman data suhu secara real-time ke aplikasi, yang memungkinkan pemantauan dari jarak jauh.

Saputra & Nugroho (2019) merancang sistem pemanas induksi berbasis resonansi paralel yang menitikberatkan pada efisiensi daya dan kestabilan suhu. Sistem ini penting dalam optimalisasi teknis pemanas induksi.

Wulandari & Setiawan (2022) menerapkan metode fuzzy logic dalam pengaturan daya pada Induction heater berdasarkan suhu dan waktu. Pendekatan ini meningkatkan efisiensi energi dan kontrol suhu secara presisi, meskipun belum berbasis IoT.

Ardiansyah et al. (2021) membuat sistem monitoring konsumsi energi listrik rumah tangga dengan NodeMCU dan platform Thingspeak. Teknologi ini mendukung integrasi fitur pemantauan daya yang relevan dalam desain sistem pemanas induksi.

Rahmat & Lestari (2020) merancang sistem pemantauan suhu menggunakan ESP8266 dengan protokol MQTT. Protokol ini lebih efisien dalam komunikasi data suhu secara periodik, dibandingkan metode HTTP, dan cocok digunakan pada sistem pemantauan real-time.

Hasanah et al. (2022) membangun sistem kendali suhu berbasis ESP32 dan sensor DHT22 yang dapat diatur melalui Telegram Bot. Studi ini menunjukkan bahwa kontrol suhu otomatis dan pemantauan berbasis aplikasi sangat relevan untuk peningkatan fleksibilitas dalam sistem IoT.

Nuraini & Fadhillah (2021) mengkaji pemanfaatan sensor induktif untuk mendeteksi keberadaan logam. Sensor induktif bekerja secara non-kontak dan cocok digunakan dalam sistem monitoring kondisi logam dalam proses pemanasan.

Fauzan & Mulyadi (2020) mengembangkan sistem akuisisi data suhu menggunakan Raspberry Pi yang mencatat data ke dalam basis data MySQL. Sistem ini mendukung dokumentasi dan analisis jangka panjang terhadap performa mesin industri.

Iskandar et al. (2022) mengembangkan sistem smart heating berbasis web IoT. Sistem ini tidak hanya memantau suhu dan daya, tetapi juga menyediakan kontrol berbasis antarmuka web yang responsif.

Berdasarkan kajian di atas, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan platform IoT seperti Blynk dan Thingspeak terbukti efektif dalam sistem akuisisi data. Namun, sebagian besar penelitian masih memisahkan antara sistem akuisisi dan kontrol, atau belum sepenuhnya mengintegrasikan sensor suhu, tegangan, arus, serta sensor induktif dalam satu kesatuan sistem pemanas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan merancang dan mengembangkan sistem akuisisi data berbasis IoT yang menyatukan berbagai parameter penting, termasuk integrasi sensor induktif, visualisasi data real-time, serta sistem kontrol berbasis ESP32.

Platform IoT akan dimanfaatkan untuk menyimpan dan memantau data secara daring, sedangkan antarmuka pengguna akan dirancang agar informatif dan mudah diakses. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan efektivitas pemantauan Water heater, baik pada skala laboratorium maupun sebagai dasar pengembangan ke sistem industri.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Water Heater

Water heater (pemanas air) adalah perangkat yang menggunakan energi (listrik, gas, atau surya) untuk menaikkan suhu air, bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas konveksi. Komponen utamanya meliputi elemen pemanas/burner, termostat untuk kontrol suhu, dan tangki isolasi, yang berfungsi mengubah energi menjadi kalor untuk memanaskan air.

Konsep utama di mana panas dari elemen pemanas (listrik) atau pembakaran (gas) berpindah ke air, meningkatkan suhu air melalui proses konveksi. Pemanas air yang berada di pasaran memiliki berbagai jenis dan memiliki keunggulan serta kelebihan masing-masing. Beberapa jenis pemanas air yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pemanas Air Listrik

Tipe ini merupakan tipe pemanas air yang paling umum digunakan. Prinsip kerja pemanas air listrik adalah dengan cara mengalirkan air dalam sebuah tangki berisolasi yang dilengkapi dengan elemen pemanas yang akan memanaskan air karena adanya arus listrik. Pemanas air listrik dilengkapi dengan adanya termostat sehingga sistem dapat mati/hidup secara otomatis. Ketika air panas digunakan, supply air akan masuk ke dalam tangki yang menyebabkan turunnya temperatur air di tangki. Penurunan temperatur akan mengaktifkan sistem pemanas sampai temperatur air panas tercapai.

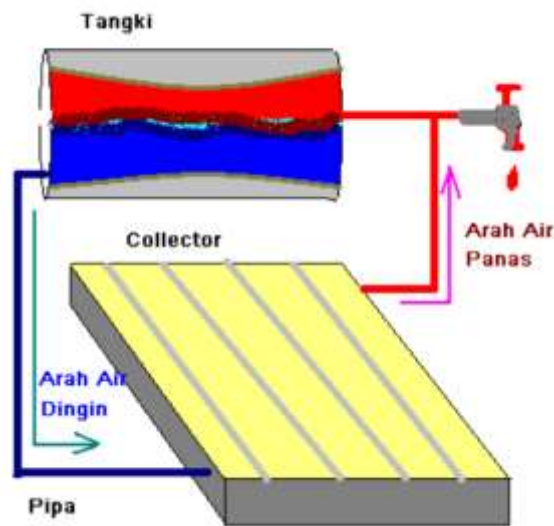


Gambar 2. 1 Pemanas Air Listrik

Sumber : Google Image, 2026

2. Pemanas Air Matahari

Tipe ini merupakan tipe yang ramah lingkungan karena menggunakan radiasi panas matahari sebagai sumber energinya, tetapi untuk harga alat ini jauh lebih mahal dibandingkan dengan tipe lainnya. Prinsip kerjanya adalah dengan memanfaatkan energi radiasi matahari yang diserap oleh absorber, kemudian air panas ditampung di dalam tangki yang diisolasi. Fluida mengalir dengan cara perbedaan massa jenis air di dalam tangki. Beberapa sistem pemanas telah dilengkapi dengan heater tambahan sehingga dapat memanaskan air walaupun tidak ada sinar matahari. Pemanas air tenaga surya yang paling umum adalah jenis pemanas air tenaga surya plat datar. Kekurangannya adalah pemasangan yang lebih rumit (diletakan di atas atap rumah) dan panas yang dihasilkan akan tergantung dari panas matahari yang ada. Apabila panas matahari yang dibutuhkan tidak cukup untuk memanaskan air yang ada, maka pemanas listrik yang ada bekerja untuk memanaskan air. Jadi dibutuhkan energi listrik tambahan lagi.

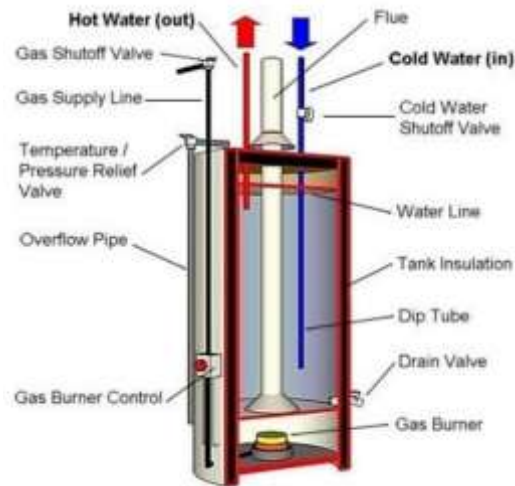


Gambar 2. 2 Pemanas Air Tenaga Matahari

Sumber : Spiderbeat.Com

3. Pemanas Air Berbahan Bakar Gas

Prinsip kerjanya adalah dengan melewati air melalui pipa-pipa kedalam sebuah tangki yang diisolasi sekelilingnya, kemudian pada bagian bawah tangki tersebut dibakar dengan menggunakan gas, untuk menghasilkan air panas. Untuk memperluas bidang perpindahan panas biasanya ditambahkan sirip-sirip. Perluasan bidang perpindahan panas diperlukan agar input energi lebih besar sehingga temperatur yang diperoleh lebih tinggi. Selain itu digunakan pula pipa-pipa tembaga untuk mempercepat perpindahan panas.



Gambar 2. 3 Pemanas Air Berbahan Bakar Gas
 Sumber : ejurnal.univ-tridinanti.ac.id

2.2.2 Akuisisi Data

Akuisisi Data Adalah Proses Pengumpulan, Pengukuran, Dan Konversi Data Fisik Atau Sinyal Analog Dari Lingkungan Nyata Menjadi Data Digital Yang Dapat Diolah Oleh Sistem Komputer Atau Mikrokontroler. Sistem Akuisisi Data Memainkan Peran Penting Dalam Memantau, Mengendalikan, Dan Menganalisis Proses-Proses Teknis Atau Industri Secara Real-Time.

Akuisisi Data Merupakan Teknik Pengambilan Data Dari Dunia Fisik Menggunakan Sensor, Yang Kemudian Diubah Menjadi Sinyal Digital Melalui Proses Pengkondisian Sinyal Dan Konversi Analog-Ke-Digital (ADC), Untuk Kemudian Dikirim Dan Diolah Oleh Sistem Komputer Atau Mikrokontroler. Sistem akuisisi data umumnya terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu:

1. Sensor berfungsi sebagai alat pengukur parameter fisik seperti suhu, tegangan, arus, atau frekuensi. Dalam konteks sistem Water heater, sensor suhu (seperti termokopel atau sensor suhu digital) dan sensor arus/tegangan digunakan untuk mengukur kondisi operasional perangkat.

2. Pengkondisi Sinyal (Signal Conditioning) Sinyal yang dihasilkan oleh sensor seringkali masih dalam bentuk analog dan memiliki level tegangan yang belum sesuai untuk dibaca oleh mikrokontroler. Oleh karena itu, diperlukan pengkondisi sinyal untuk memperkuat, menyaring, atau mengatur tegangan sinyal agar sesuai dengan input ADC.
3. Konverter Analog ke Digital (ADC) Konversi dari sinyal analog ke digital diperlukan agar data dapat diproses oleh sistem digital seperti mikrokontroler. ADC ini bisa berupa modul eksternal ataupun internal dalam mikrokontroler, misalnya pada ESP32 yang sudah memiliki ADC internal.
4. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pemrosesan data yang dikumpulkan dari sensor. Data yang telah dikonversi ke bentuk digital akan diolah dan diteruskan ke sistem pemantauan atau pengendali, seperti platform IoT.
5. Media Transmisi Data dalam sistem berbasis IoT, data hasil akuisisi dikirim melalui jaringan (misalnya Wi-Fi, MQTT, atau HTTP) ke server cloud atau platform IoT seperti ThingSpeak, Blynk, atau Firebase, untuk dianalisis lebih lanjut atau ditampilkan secara real-time.

2.2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang merujuk pada jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet dan mampu mengumpulkan, mengirimkan, serta bertukar data tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. IoT adalah paradigma baru dalam teknologi informasi yang memungkinkan objek fisik untuk berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan internet guna mencapai otomatisasi dan efisiensi.

Perangkat IoT umumnya terdiri dari sensor, aktuator, modul komunikasi, serta mikrokontroler atau komputer mini yang berfungsi sebagai otak pemrosesan data. Dengan mengintegrasikan perangkat tersebut, IoT dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti industri, kesehatan, rumah pintar, dan sistem monitoring.

1. Arsitektur dasar IoT terdiri dari beberapa lapisan utama, yaitu:

- Perception Layer (Lapisan Persepsi)

Lapisan ini terdiri dari sensor dan perangkat keras yang berfungsi mendeteksi kondisi fisik atau lingkungan (seperti suhu, arus, tegangan, kelembaban, dll). Pada sistem akuisisi data Water heater, lapisan ini mencakup sensor suhu, sensor tegangan, dan sensor arus

- Network Layer (Lapisan Jaringan)

Lapisan ini bertugas mengirimkan data dari lapisan persepsi ke server atau cloud melalui berbagai teknologi komunikasi seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau jaringan seluler. Pada sistem ini, modul komunikasi seperti ESP32 digunakan untuk mengirimkan data secara nirkabel.

- Application Layer (Lapisan Aplikasi)

Lapisan ini adalah antarmuka pengguna akhir yang menyediakan visualisasi dan pengolahan data. Contohnya adalah dashboard berbasis web atau aplikasi IoT seperti ThingSpeak, Blynk, atau custom web server yang menampilkan data suhu dan tegangan dari Water heater secara real-time.

2. Komponen IoT dalam Sistem Akuisisi Data

Dalam sistem akuisisi data Water heater berbasis IoT, komponen utama IoT yang digunakan meliputi :

- Sensor: Mengukur parameter seperti suhu, tegangan, dan arus.
- Mikrokontroler ESP32 bertugas mengolah data dari sensor dan mengirimkannya ke server/cloud.
- Modul Komunikasi Wi-Fi: Tersedia dalam ESP32, memungkinkan pengiriman data ke internet.
- Platform IoT: Blynk untuk menyimpan dan menampilkan data secara real-time.

3. Keunggulan IoT dalam Sistem Monitoring Industri

- Penerapan IoT dalam sistem monitoring seperti pada Water heater memberikan berbagai keuntungan:
- Monitoring Jarak Jauh: Pengguna dapat memantau kondisi sistem dari lokasi berbeda melalui internet.
- Pencatatan Data Otomatis: Semua data dicatat secara otomatis dan dapat digunakan untuk analisis performa.
- Peringatan Dini: Sistem dapat dikonfigurasi untuk memberikan notifikasi ketika parameter tertentu melebihi ambang batas.
- Efisiensi Energi dan Keamanan: Dengan pemantauan yang presisi, konsumsi daya dan resiko kerusakan alat dapat diminimalkan.

2.2.4 Mikrokontroler (Esp32)

Esp32 adalah sebuah mikrokontroler sistem-on-chip yang dikembangkan oleh espressif systems. Modul ini merupakan pengembangan dari pendahulunya, esp8266, dengan peningkatan performa, efisiensi daya, dan kemampuan konektivitas. Esp32 memiliki cpu dual-core tensilica lx6, dengan kecepatan hingga 240 mhz, serta dilengkapi dengan berbagai fitur seperti wi-fi, bluetooth. Esp32 dirancang untuk mendukung berbagai aplikasi internet of things (iot).

1. fitur utama dari ESP32 meliputi

- Konektivitas: Wi-Fi 802.11 B/G/N Dan Bluetooth V4.2 (BLE Dan Classic)
- Prosesor: Dual-Core Atau Single-Core Tensilica LX6 32-Bit, Hingga 240 Mhz
- Memori: SRAM Hingga 520 KB, Flash Eksternal Hingga 16 MB (Tergantung Modul)
- GPIO: Hingga 34 Pin Input/Output Digital
- ADC/DAC: ADC 12-Bit (Hingga 18 Channel), DAC 8-Bit (2 Channel)
- Komunikasi: SPI, I2C, UART, CAN, PWM, IR, Dan I2S
- Sensor Internal: Sensor Suhu Dan Hall-Effect

2. Arsitektur dan Sistem Kerja

- ESP32 menggunakan arsitektur Harvard dan mendukung sistem operasi RTOS (Real-Time Operating System), seperti FreeRTOS, yang memungkinkan eksekusi multitasking. Hal ini penting dalam aplikasi IoT yang membutuhkan respons waktu nyata dan pengelolaan sumber daya yang efisien.

3. Kelebihan ESP32

- Konektivitas nirkabel ganda (Wi-Fi dan Bluetooth) Performa tinggi dan hemat daya
- Banyak pilihan GPIO dan antarmuka komunikasi Kompatibel dengan berbagai bahasa pemrograman (Arduino, MicroPython, C/C++)

4. Kekurangan ESP32

- Konsumsi daya tetap lebih tinggi dibanding mikrokontroler tanpa konektivitas nirkabel Kompleksitas konfigurasi pada beberapa fitur



Gambar 2.2 Mikrokontroler Esp32

Sumber : Google Image, 2026

2.2.5 Sensor Pengukuran Listrik PZEM-004T V3.0

PZEM-004T V3.0 adalah sensor pengukur listrik yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter listrik, termasuk tegangan (voltage), arus (current), daya aktif (Active power), energi (energy), dan faktor daya (power factor). Sensor ini dilengkapi dengan komunikasi Modbus RTU melalui antarmuka RS-485, yang memungkinkan integrasi dengan sistem berbasis IoT. Dalam rancang bangun sistem akuisisi data Water heater, PZEM-004T V3.0 dapat digunakan untuk memantau parameter listrik secara real-time, memberikan data yang diperlukan untuk menganalisis efisiensi dan kinerja Water heater.

1. Fitur PZEM-004T V3.0

- Pengukuran Tegangan (Voltage): Sensor ini mampu mengukur tegangan listrik dalam rentang 80V hingga 260V AC, yang cocok untuk kebanyakan aplikasi industri.
- Pengukuran Arus (Current): Dapat mengukur arus listrik hingga 10A, yang sangat penting untuk memantau konsumsi energi dalam Water heater.
- Pengukuran Daya (Power): Mengukur daya aktif yang digunakan oleh sistem, yang sangat relevan untuk mengidentifikasi efisiensi pemanasan.

- Pengukuran Energi (Energy): Sensor ini juga dapat menghitung total energi yang digunakan selama periode tertentu, berguna untuk analisis jangka panjang.
- Komunikasi RS-485 (Modbus RTU): Memungkinkan integrasi dengan sistem berbasis IoT, di mana data dapat dipantau dan dianalisis menggunakan platform cloud atau aplikasi mobile

2. Modbus RTU untuk Komunikasi Data

Modbus RTU adalah protokol komunikasi yang banyak digunakan dalam sistem otomatisasi industri untuk pertukaran data antara perangkat seperti sensor, PLC (Programmable Logic Controller), dan komputer. PZEM-004T V3.0 memanfaatkan Modbus RTU untuk mengirimkan data pengukuran ke sistem pusat. Dengan menggunakan Modbus RTU, sistem dapat memantau berbagai parameter secara simultan dan melakukan analisis data secara real-time untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja Water heater.



Gambar 2.3 Pzem-004t V3.0

Sumber : Google Image, 2026

2.2.6 Power Supply

Power Supply adalah untuk mengubah daya listrik (*AC*) yang berasal dari stopkontak ke tipe yang sesuai dan tegangan (*DC*) sehingga setiap komponen komputer bekerja dengan baik. Keberuntungan pasokan tenaga yang tepat akan merusak sistem komputer. *Power Supply*

menerima 120 atau 230V dan mengkonversi menjadi 3.3V, 5.5V dan 12V. Berikut merupakan gambar power supply yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 *Power Supply*
Sumber : Google Image, 2026

2.2.7 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital yang memiliki kemampuan untuk mengukur suhu dalam rentang yang luas dan mengirimkan datanya secara digital menggunakan protokol 1-Wire. Sensor ini banyak digunakan dalam sistem monitoring suhu karena akurasi dan kemudahannya dalam integrasi dengan mikrokontroler seperti ESP32.

Sensor DS18B20 menggunakan termometer digital internal dan mengubah suhu menjadi data digital. Komunikasi antara mikrokontroler dan sensor terjadi melalui satu pin data (1-Wire), sehingga hanya membutuhkan satu pin input/output untuk menghubungkan beberapa sensor sekaligus

1. Karakteristik Sensor DS18B20

- Rentang suhu: -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$
- Akurasi: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$

- Komunikasi: Digital 1-Wire
- Tegangan kerja: 3.0V – 5.5V
- Dapat digunakan secara paralel (multiple sensors on 1 pin)

2. Keunggulan Sensor Suhu DS18B20

- Tidak memerlukan ADC (Analog to Digital Converter) karena output-nya sudah digital.
- Kemampuan pengalamatan unik memungkinkan beberapa sensor DS18B20 digunakan pada satu jalur data.
- Versi waterproof tersedia untuk penggunaan di lingkungan ekstrem atau cairan.



Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20

Sumber : Google Image, 2026

2.2.8 Platform IoT Blynk

Blynk adalah sebuah platform Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk membangun antarmuka grafis untuk mengontrol dan memantau perangkat keras seperti mikrokontroler melalui perangkat seluler secara real-time. Blynk mendukung berbagai perangkat seperti ESP8266, ESP32, Arduino, Raspberry Pi, dan lainnya. Pengguna dapat membuat aplikasi seluler berbasis drag-and-drop melalui Blynk App tanpa perlu keahlian pemrograman antarmuka secara kompleks.

1. Komponen Utama Blynk

Platform Blynk terdiri dari tiga komponen utama:

- **Blynk App**
Aplikasi seluler (tersedia untuk Android dan iOS) yang digunakan untuk merancang dashboard antarmuka pengguna (UI) dengan widget untuk mengontrol dan memonitor data dari perangkat IoT.
- **Blynk Server**
Server yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat pengguna dan aplikasi. Blynk menyediakan server cloud gratis, namun pengguna juga dapat menginstal server pribadi (local server) jika diperlukan untuk skalabilitas dan keamanan.
- **Blynk Library**
Perpustakaan perangkat lunak (library) yang digunakan untuk menghubungkan perangkat mikrokontroler dengan server Blynk melalui protokol komunikasi seperti HTTP, MQTT, dan lainnya.

2. Kelebihan Blynk dalam Sistem Akuisisi Data

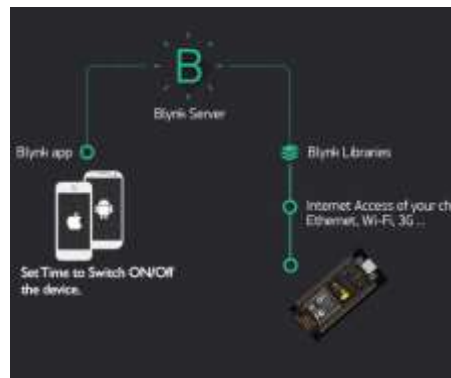
Dalam perancangan sistem akuisisi data Water heater berbasis IoT, Blynk memberikan berbagai kelebihan, antara lain:

- **Kemudahan Integrasi**
Integrasi dengan perangkat seperti ESP32 sangat mudah dilakukan melalui Blynk library, memungkinkan pengambilan dan pengiriman data secara efisien.
- **Visualisasi Data Real-time**
Widget seperti Gauge, Graph, dan LCD dapat digunakan untuk menampilkan data seperti suhu, tegangan, frekuensi, dan daya secara real-time.
- **Kontrol Jarak Jauh**
Blynk memungkinkan pengguna untuk melakukan kontrol terhadap sistem, seperti menghidupkan/mematikan pemanas

induksi dari jarak jauh.

- Notifikasi Otomatis

Blynk juga menyediakan fitur notifikasi untuk memberi peringatan kepada pengguna jika parameter tertentu melebihi ambang batas yang telah ditentukan, seperti suhu berlebih atau daya tidak stabil.



Gambar 2.6 Diagram Arsitektur Sistem Blynk

Sumber : Google Image, 2026

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang metode untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji alat Sistem Aquisisi Data Water Heater Berbasis Iot. Proses pembuatan sistem ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain: alat dan bahan penelitian, alur penelitian serta deskripsi sistem dan analisa.

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

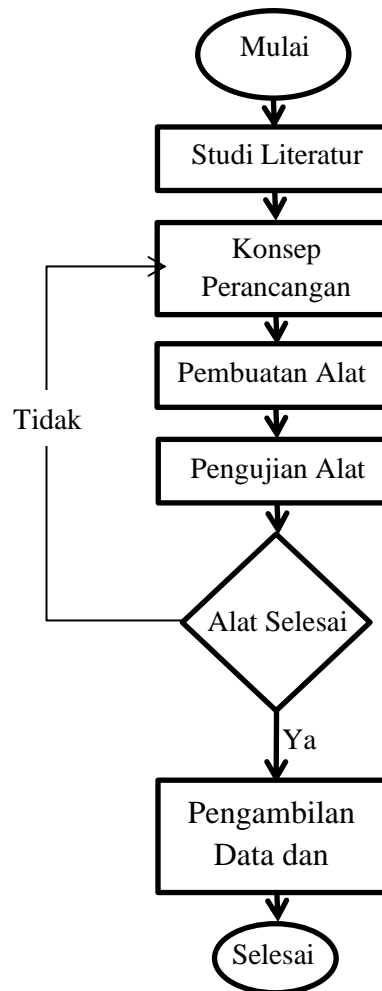
- a. Mikrokontroler ESP32
- b. Sensor suhu DS18B20
- c. Sensor PZEM-004T V3.0
- d. CT Sensor (Current Transformer
- e. Power Supply (Adaptor 5V / 9V / 12V
- f. Breadboard atau PCB
- g. Kabel jumper
- h. Resistor 4.7k Ω
- i. Laptop atau PC dengan Arduino IDE
- j. Smartphone berbasis Android atau iOS
- k. Multimeter atau avometer

2. Bahan Penelitian

- a. Kabel power AC
- b. Benda logam (objek kerja)
- c. Water heater mini
- d. Aplikasi Blynk,
- e. Kabel data USB.
- f. Solder dan timah

3.2 Alur Penelitian

Dalam penyusunan dan penulisan proposal ini penulis melakukan identifikasi masalah, pengumpulan bahan materi dari berbagai sumber, serta diskusi dan bimbingan sehingga menunjang proses perancangan.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

Sumber : Olahan penulis , 2026

1. Identifikasi masalah

Masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini berkaitan dengan keterbatasan sistem Water heater konvensional, yang belum mampu melakukan pemantauan parameter operasional seperti suhu, arus, tegangan, dan daya secara real-time. Sistem yang ada masih bersifat manual dan tidak mendukung pemantauan jarak jauh, sehingga menyulitkan operator dalam mengawasi kondisi perangkat, terutama jika berada di lokasi yang sulit dijangkau. Selain itu, sistem tersebut belum terintegrasi dengan platform Internet of Things (IoT), sehingga data tidak dapat diakses secara online maupun disimpan dalam cloud. Antarmuka pengguna yang digunakan juga kurang informatif dan tidak mendukung visualisasi data yang interaktif. Terakhir, tidak tersedianya pencatatan data historis menyebabkan kesulitan dalam proses analisis, perawatan, dan pengambilan keputusan berbasis data.

2. Studi literatur dan Pengumpulan data

Studi literatur dilakukan sebagai langkah awal dalam memahami konsep, metode, dan teknologi yang berkaitan dengan sistem akuisisi data berbasis IoT pada Water heater. Kajian pustaka ini mencakup teori-teori dasar tentang Water heater, sistem akuisisi data, sensor suhu dan sensor listrik, mikrokontroler ESP32, serta platform Internet of Things seperti Blynk. Referensi yang digunakan berasal dari jurnal ilmiah, laporan penelitian terdahulu, buku teks, serta dokumentasi teknis dari komponen yang digunakan dalam sistem.

Selain studi literatur, pengumpulan data juga dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam perancangan dan pengujian sistem. Data yang dikumpulkan mencakup spesifikasi teknis komponen, hasil pengukuran suhu, arus, tegangan, dan daya pada Water heater, serta data historis dari sistem yang telah diuji. Data diperoleh melalui eksperimen langsung dengan prototipe, pengamatan visual, pencatatan dari platform Blynk, dan dokumentasi hasil pengujian secara periodik.

Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang sesuai dengan kebutuhan dan dapat dioperasikan secara efektif serta efisien dalam lingkungan nyata.

3. Diskusi dan bimbingan

Dalam perencanaan rancangan sistem ini penulis melakukan pemilihan komponen dan bahan pendukung lainnya dengan cara melakukan diskusi dengan dosen pembimbing.

4. Perancangan alat perangkat keras

Penulis melakukan perencanaan dimulai dari pemilihan komponen yang akan digunakan dan perancangan konstruksi serta rangkaian pendukung lainnya.

5. Pembuatan alat dan sistem

Dengan perencanaan dan konsep yang sudah dirancang, penulis mulai untuk melakukan perancangan alat.

6. Pengujian alat dan sistem

Pengujian alat dan sistem dilakukan sesuai dengan konsep dan tujuan dari pembuatan alat

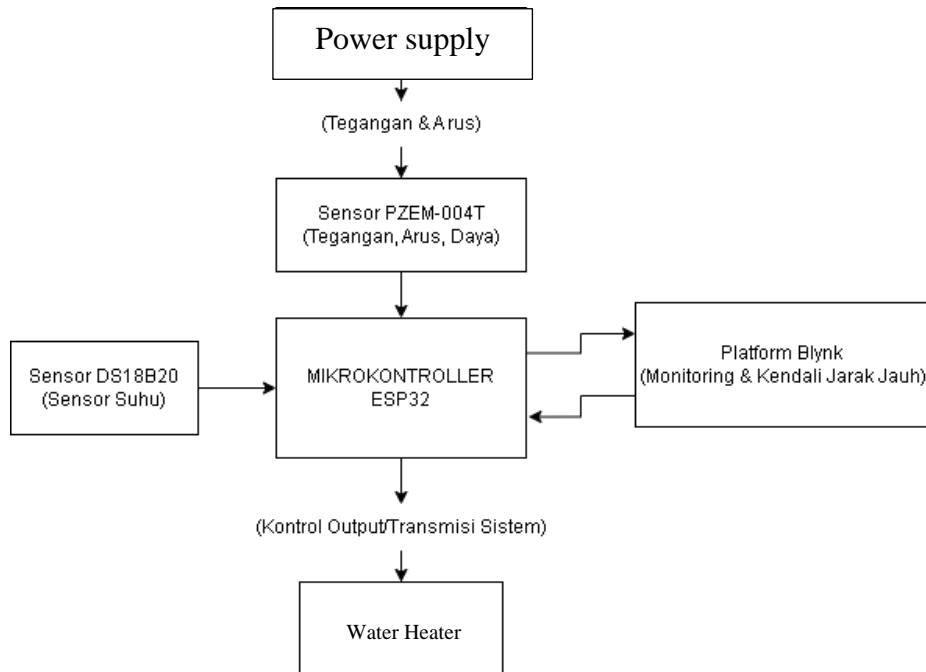
7. Penulisan laporan

Hasil pengujian sistem dari alat yang telah dibuat, kemudian akan dimasukkan kepada penulisan laporan

3.3 Diskripsi Sistem dan Analisa

3.3.1 Blok Diagram Penelitian

Dalam perancangan suatu sistem dibutuhkan suatu blok diagram yang dapat menjelaskan kerja sistem secara keseluruhan agar sistem yang dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Sumber : Olahan penulis , 2026

3.3.2 Penjelasan cara kerja sistem pada diagram blok

1. Power supply aktif

Sistem dimulai dengan pemberian daya dari Power Supply. Tegangan dan arus listrik dari power supply digunakan untuk mengaktifkan seluruh komponen seperti sensor, mikrokontroler ESP32, dan heater

2. Pengukuran Parameter Listrik (PZEM-004T)

Sensor PZEM-004T langsung mengukur: Tegangan (V), Arus (A), dan Daya (W). Sensor ini terhubung ke ESP32 untuk mengirimkan data listrik dari heater, sehingga sistem tahu berapa besar konsumsi energi secara real-time

3. Pengukuran Suhu (DS18B20)

Sensor DS18B20 membaca suhu dari objek atau lingkungan di sekitar pemanas induksi. Suhu ini menjadi parameter penting untuk menentukan kapan heater harus aktif atau nonaktif.

4. Pengolahan Data oleh Mikrokontroler ESP32

ESP32 menerima data suhu dari DS18B20 dan data daya/arus/tegangan dari PZEM-004T. Berdasarkan logika kontrol, ESP32 akan menghidupkan atau mematikan heater dan mengirimkan data ke platform Blynk untuk dipantau pengguna.

5. Kontrol Output: Water Heater

Berdasarkan hasil pengolahan data, jika suhu $<$ suhu target maka ESP32 mengaktifkan heater. Jika suhu \geq suhu target maka ESP32 mematikan heater. Ini membentuk sistem kontrol tertutup berbasis suhu

6. Monitoring & Kontrol Jarak Jauh via Blynk

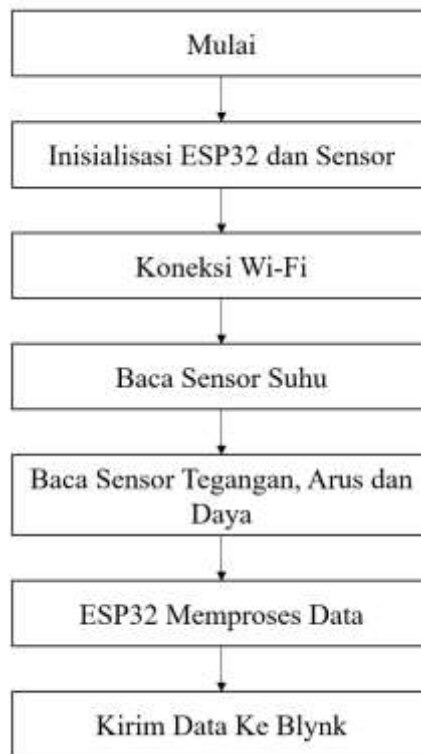
ESP32 terhubung ke internet melalui WiFi dan mengirimkan semua data ke aplikasi Blynk. Pengguna dapat memantau sistem dan juga mengendalikan heater dari jarak jauh.

3.3.3 Kesimpulan

Sistem ini bekerja secara otomatis dan juga dapat dikendalikan secara manual dari jarak jauh. Dengan integrasi sensor suhu dan sensor daya, mikrokontroler ESP32 bisa mengatur pemanas induksi dengan efisien dan aman, serta memberikan data real-time ke pengguna lewat Blynk.

3.3.4 Flowchart Diagram Alir

Dalam merancang alat Sistem *Water Heater* Berbasis Mikrokontroler ini akan dijelaskan menggunakan diagram alir (*flowchart*), sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Sumber : Olahan penulis , 2026

Sistem diawali dengan proses inisialisasi perangkat keras dan perangkat lunak pada mikrokontroler ESP32. Setelah sistem aktif, ESP32 melakukan inisialisasi koneksi Wi-Fi sebagai media transmisi data. Apabila koneksi Wi-Fi berhasil, sistem melanjutkan ke proses pembacaan data sensor.

Sensor suhu DS18B20 membaca suhu benda uji atau area sekitar pemanasan Water heater. Selanjutnya, sensor PZEM-004T V3.0 dan CT sensor membaca parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, dan energi listrik yang digunakan oleh Water heater.

Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh ESP32 dan dikirimkan secara nirkabel ke server atau platform IoT. Data tersebut ditampilkan pada antarmuka pengguna dalam bentuk nilai numerik pemantauan secara real-time. Proses ini berlangsung secara berulang selama sistem dalam kondisi aktif.

3.3.5 Konsep rancangan sistem akuisisi data pada Water heater

Sistem akuisisi data pada Water heater dirancang untuk mengumpulkan, memproses, dan mengirimkan data parameter kerja Water heater secara real-time berbasis Internet of Things (IoT). Parameter utama yang diakuisisi meliputi suhu sistem, status operasi heater, dan konsumsi daya listrik, yang selanjutnya ditampilkan pada antarmuka monitoring.

Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali (controller) karena memiliki kemampuan pemrosesan data, komunikasi nirkabel WiFi, serta kompatibilitas dengan berbagai sensor. Parameter yang diukur dalam sistem ini meliputi:

1. Suhu sistem Water heater menggunakan sensor suhu (DS18B20 / thermocouple sebagai sensor utama).
2. Status kerja Water heater (ON/OFF) melalui pembacaan logika kontrol.
3. Parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, dan daya listrik pada sisi input catu daya Water heater (menggunakan modul PZEM-004T).



Gambar 3. 3 Flowchart Sistem
Sumber : Olahan penulis , 2026

Alur kerja sistem akuisisi data dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sistem dinyalakan dan ESP32 melakukan inisialisasi sensor suhu, modul PZEM-004T, dan koneksi WiFi.
2. Sensor suhu mengukur temperatur pada bagian sistem Water heater.
3. Modul PZEM-004T mengukur parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, dan daya listrik input.
4. Data dari seluruh sensor diakuisisi dan diproses oleh ESP32.
5. Data hasil pengukuran dikirimkan ke platform IoT melalui jaringan WiFi untuk ditampilkan secara real-time.
6. Sistem dapat memberikan peringatan atau melakukan pemutusan kerja Water heater apabila suhu melebihi batas aman.

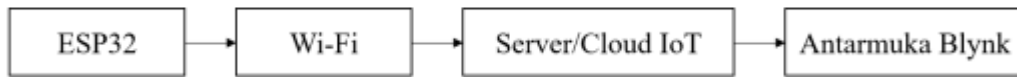
Perancangan sistem akuisisi data ini bertujuan untuk:

1. Memantau kinerja Water heater secara real-time.
2. Menyediakan data historis untuk analisis performa pemanasan.
3. Meningkatkan keamanan sistem melalui monitoring suhu dan daya.
4. Mendukung implementasi teknologi IoT pada sistem pemanas induksi.

Dengan rancangan ini, sistem Water heater tidak hanya berfungsi sebagai alat pemanas, tetapi juga sebagai sistem cerdas yang mampu melakukan pemantauan dan pengambilan data secara berkelanjutan.

3.3.6 Konsep rancangan Sistem control akuisisi data menggunakan mikrokontroler esp32.

Sistem kontrol akuisisi data dirancang untuk mengendalikan proses pengambilan data serta operasi Water heater secara terpusat menggunakan mikrokontroler ESP32. Selain berfungsi sebagai pengolah data sensor, ESP32 juga berperan sebagai media komunikasi nirkabel melalui jaringan Wi-Fi untuk mengirimkan data hasil akuisisi ke platform monitoring berbasis IoT.



Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem Kontrol Jarak Jauh

Sumber : Olahan penulis , 2026

Sistem ini memungkinkan proses monitoring dan kontrol dilakukan secara real-time, jarak jauh, dan berkelanjutan tanpa memerlukan koneksi kabel tambahan. ESP32 memiliki beberapa fungsi utama dalam sistem kontrol akuisisi data, yaitu:

1. Membaca data dari sensor suhu pada Water heater.
2. Membaca data parameter kelistrikan dari modul PZEM-004T.
3. Mengirimkan data hasil akuisisi ke server atau dashboard IoT melalui jaringan Wi-Fi.

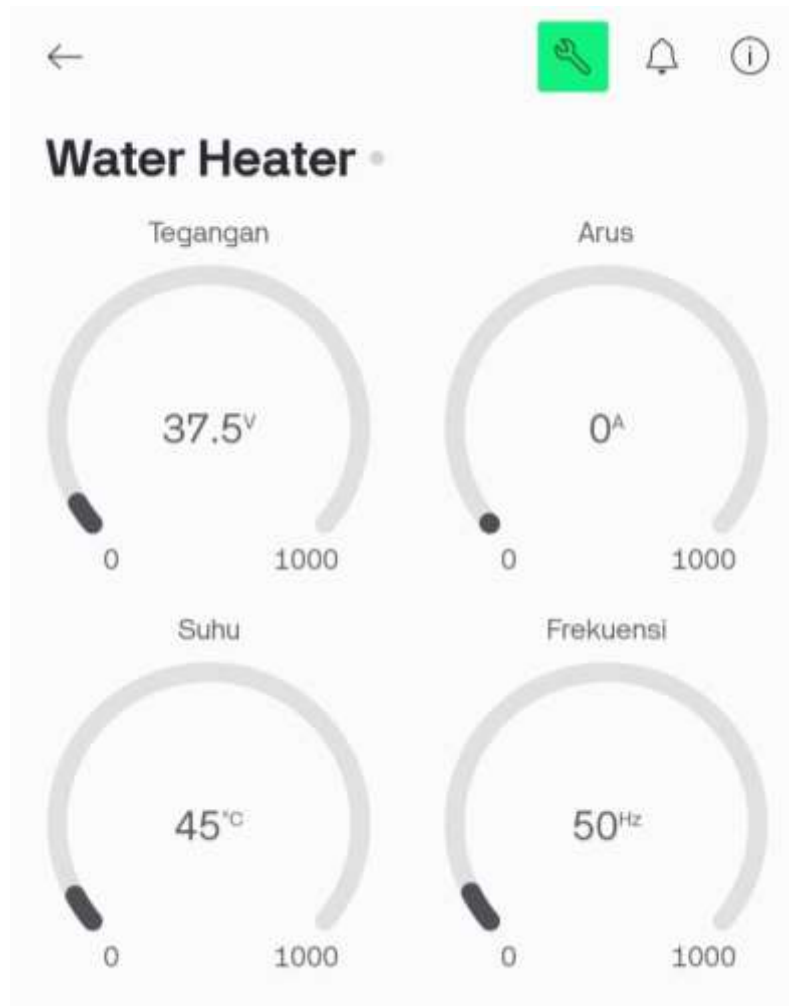
Media transmisi data yang digunakan pada sistem ini adalah Wi-Fi, yang terintegrasi langsung pada modul ESP32. Data hasil akuisisi dikirimkan ke platform IoT menggunakan protokol komunikasi Blynk, sehingga data dapat diakses melalui perangkat komputer maupun smartphone.

Penggunaan koneksi Wi-Fi bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas sistem, mengurangi ketergantungan pada koneksi kabel, serta mendukung konsep sistem pemanas induksi berbasis Internet of Things.

3.3.7 Konsep rancangan antarmuka pengguna (user interface)

Antarmuka pengguna (User Interface/UI) dirancang sebagai media interaksi antara pengguna dengan sistem akuisisi data Water heater berbasis IoT. UI ini berfungsi untuk menampilkan data hasil pengukuran secara real-time, memberikan informasi kondisi kerja Water heater, serta memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengendalian sistem. Perancangan antarmuka pengguna bertujuan untuk:

1. Menampilkan data suhu, tegangan, arus, dan daya Water heater secara real-time.
2. Menampilkan status koneksi Wi-Fi dan kondisi sistem.
3. Memberikan kemudahan dalam pemantauan jarak jauh melalui perangkat berbasis web atau smartphone.



Gambar 3. 5 Antarmuka Blynk

Sumber : Olahan penulis , 2026

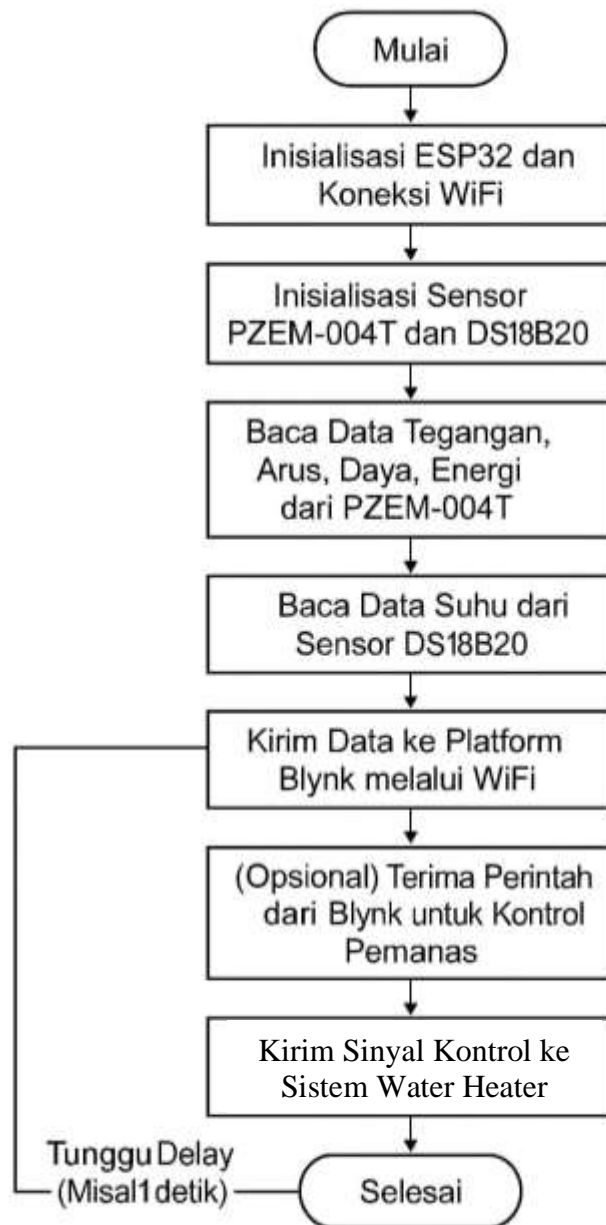
Antarmuka pengguna dirancang berbasis web/dashboard IoT yang dapat diakses melalui browser pada komputer atau smartphone. Data yang dikirim oleh ESP32 melalui koneksi Wi-Fi akan ditampilkan dalam bentuk nilai numerik dan grafik. Komponen utama pada antarmuka pengguna meliputi:

1. Header: Menampilkan judul sistem dan status koneksi.
2. Panel Monitoring: Menampilkan nilai suhu, tegangan, arus, dan daya secara real-time.

Diagram rancangan antarmuka pengguna ditunjukkan pada Gambar 3.10, yang menggambarkan hubungan antara ESP32, Blynk Cloud IoT, dan perangkat pengguna.

Dengan adanya antarmuka pengguna ini, sistem akuisisi data Water heater menjadi lebih informatif, mudah digunakan, dan mendukung pemantauan jarak jauh sesuai dengan konsep Internet of Things (IoT).

3.3.8 Konsep rancangan sistem Monitorin aquisisi data dengan Platform IoT menggunakan Blynk



Gambar 3. 6 Flowchart

Sumber : Olahan penulis , 2026

3.3.9 Penjelasan Flowchart

1. Mulai

Langkah awal dalam sistem. Ini menandai dimulainya eksekusi program pada mikrokontroler (ESP32).

2. Inisialisasi ESP32 dan Koneksi WiFi

ESP32 diaktifkan dan melakukan koneksi ke jaringan WiFi agar dapat berkomunikasi dengan platform IoT seperti Blynk.

3. Inisialisasi Sensor PZEM-004T dan DS18B20

Sensor-sensor mulai diaktifkan:

PZEM-004T: untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi.

DS18B20: untuk mengukur suhu pada objek atau media pemanas.

4. Baca Data Tegangan, Arus, Daya, dan Energi dari PZEM-004T

ESP32 membaca parameter kelistrikan dari sensor PZEM-004T yang dipasang pada sistem pemanas induksi.

5. Baca Data Suhu dari Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengetahui suhu aktual dari sistem induksi.

6. Kirim Data ke Platform Blynk melalui WiFi

Semua data yang telah dikumpulkan dikirim secara real-time ke platform Blynk melalui jaringan WiFi. Ini memungkinkan pemantauan jarak jauh oleh pengguna melalui aplikasi mobile Blynk.

7. (Opsional) Terima Perintah dari Blynk untuk Kontrol Pemanas

Sistem dapat menerima perintah dari pengguna melalui aplikasi Blynk, misalnya untuk menghidupkan atau mematikan pemanas, atau mengatur parameter lain.

8. Kirim Sinyal Kontrol ke Sistem Water Heater

Berdasarkan perintah yang diterima, sistem akan mengirimkan sinyal kontrol (misalnya via relay atau PWM) ke sistem pemanas induksi untuk mengatur operasinya.

9. Tunggu Delay (Misal 1 Detik)

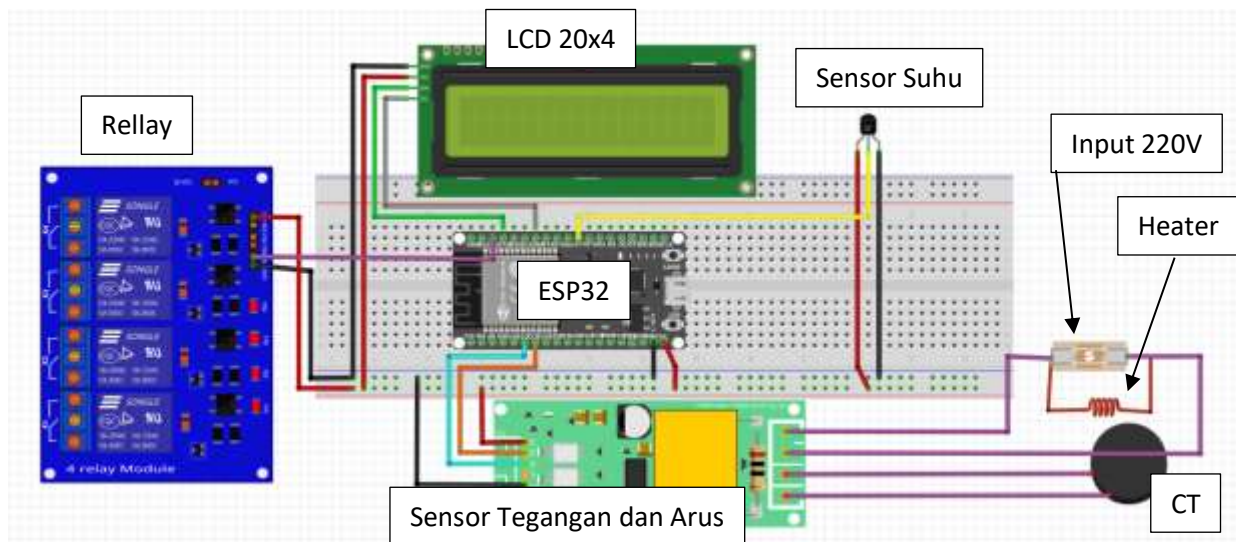
Sistem menunggu sejenak (delay sekitar 1 detik) sebelum mengulangi siklus. Delay ini bertujuan untuk mengurangi beban prosesor dan memberikan jeda antar pembacaan data.

10. Selesai (Looping Kembali ke Awal)

Proses berakhir untuk satu siklus dan akan kembali mengulang dari awal untuk pembacaan data selanjutnya. Ini terjadi terus-menerus selama sistem menyala.

3.4 Perancangan Kelistrikan Alat

Perangkat keras yang dimaksud adalah perangkat yang dibutuhkan dalam pembuatan aquisisi data water heater berbasis iot. Setiap perangkat tersebut mempunyai fungsi masing-masing. Perancangan aquisisi data water heater berbasis iot dapat dilihat, pada gambar berikut.



Gambar 3. 7 Rangkaian kelistrikan alat

Sumber : Olahan penulis , 2026

Pada Gambar Di Atas Menunjukkan Diagram Rangkaian Alat Menggunakan Microcontroller ESP 32 Untuk Menghubungkan Beberapa Komponen Elektronik Yaitu Sensor Suhu Ds18b20, Pzem-004t, Ct Sensor, Pull-Up Resistor, Power Supply Berikut Adalah Penjelasan Setiap Komponen Dan Koneksinya.

1. Esp32
Mikrokontroler Utama Yang Mendukung Wi-Fi Untuk Mengirim Data Ke Platform Iot (Misalnya Blynk).
2. Sensor Suhu Ds18b20
Sensor Digital Untuk Membaca Suhu.
3. Pzem-004t
Modul Sensor Listrik Untuk Membaca Tegangan (V), Arus (A), Daya (W), Dan Energi (Wh).
4. Ct Sensor (Current Transformer)
Sensor Arus Non-Invasif Yang Terhubung Ke Pzem-004t.
5. Pull-Up Resistor (4.7k ω)
Diperlukan Untuk Komunikasi 1-Wire Antara Ds18b20 Dan Esp32.
6. Power Supply
Catu Daya Eksternal Untuk Menghidupkan Sistem.

Penjelasan Koneksi:

1. Power Supply
Jalur Merah \rightarrow 5v Ke Vcc Esp32 Dan Vcc Pzem-004t.
Jalur Hitam \rightarrow Gnd Ke Semua Gnd Komponen (Esp32, Ds18b20, Pzem-004t).
2. Esp32
Terhubung Ke Wi-Fi (Digunakan Untuk Mengirim Data Blynk).Menghubungkan Gpio Ke Ds18b20 1-Wire Data Masuk Ke Salah Satu Gpio, Misal D4 Atau D5.Pzem-004t: Tx Dari Esp32 Ke Rx Pzem (Dengan Level Shifter Atau Pembagi Tegangan Jika Diperlukan Karena Esp32 = 3.3v, Sedangkan Pzem = 5v)
3. Sensor Ds18b20
Vcc \rightarrow 3.3v Atau 5v Dari Esp32.
Gnd \rightarrow Gnd Umum.
Data \rightarrow Salah Satu Pin Gpio Esp32.
Resistor 4.7k ω Terhubung Antara Vcc Dan Data Sebagai Pull-Up.
4. Pzem-004t

Vcc → 5v.

Gnd → Gnd.

Rx → Tx Esp32 (Untuk Komunikasi Data).

Terhubung Ke Ct Sensor Dan Jalur Listrik Yang Akan Diukur.

5. Ct Sensor

Terhubung Ke Input Arus Pada Pzem Untuk Mendeteksi Arus Listrik Induksi.

6. Wi-Fi

Modul Esp32 Menggunakan Wi-Fi Untuk Mengirim Data Real-Time Ke Platform Blynk.

3.5 Rancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada sistem akuisisi data Water heater dirancang untuk menjalankan proses pembacaan data sensor, pengolahan data, dan pengiriman data ke platform IoT secara real-time. Pada tahap awal, simulasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan bantuan compiler online untuk menguji logika dasar sistem sebelum diimplementasikan pada perangkat keras sesungguhnya.

3.5.1 Bahasa dan Alat Pengembangan

Perangkat lunak dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ serta platform Arduino IDE untuk implementasi langsung pada mikrokontroler ESP32. Untuk simulasi awal, digunakan compiler online seperti Programiz C++ Online Compiler guna menguji simulasi data acak.

3.5.2 Struktur Program

Program terdiri dari beberapa fungsi utama sebagai berikut

- bacaSuhu() : Simulasi pembacaan data suhu dalam satuan °C.
- bacaTegangan() : Simulasi pembacaan data tegangan dalam satuan Volt (V).

- `bacaArus()` : Simulasi pembacaan data arus dalam satuan Ampere (A).
- `hitungDaya()` : Fungsi untuk menghitung daya listrik dengan rumus:

$$\text{Daya} = \text{Tegangan} \times \text{Arus}$$
- `main()` : Fungsi utama yang menjalankan simulasi pembacaan dan menampilkan hasil ke terminal selama 5 iterasi.

3.5.3 Flowchart Program



Gambar 3. 8 Flowchart Program

Sumber : Olahan penulis , 2026

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari Rancang Bangun Sistem Aquisisi Data Water Heater Berbasis Iot Menggunakan Esp32, yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pembahasan difokuskan pada tahapan-tahapan hasil perancangan baik secara mekanik, perangkat lunak, maupun integrasi sistem secara keseluruhan.

Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap setiap komponen sistem, mulai dari sensor, pengiriman data, hingga tampilan akhir pada dashboard. Pengamatan operasional dilakukan untuk memastikan sistem mampu bekerja sesuai tujuan, termasuk dalam memberikan pengukuran. Di akhir bab, disampaikan pula evaluasi sistem berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan.

Hasil Rancang Bangun Sistem Aquisisi Data Water Heater Berbasis Iot Menggunakan Esp32 ini mencakup seluruh aspek mulai dari perancangan fisik perangkat, skematik rangkaian elektronik, algoritma pemrosesan data, hingga infrastruktur dan tampilan dashboard. Perancangan dilakukan secara terintegrasi agar seluruh komponen sistem dapat bekerja secara sinkron, dari pembacaan sensor hingga pengukuran yang ditampilkan kepada pengguna.

Setiap bagian dirancang untuk mendukung proses monitoring secara real-time, dengan memperhatikan akurasi data, keandalan komunikasi, serta kemudahan visualisasi di lapangan. Adapun rincian perancangan disajikan dalam subbab berikut.

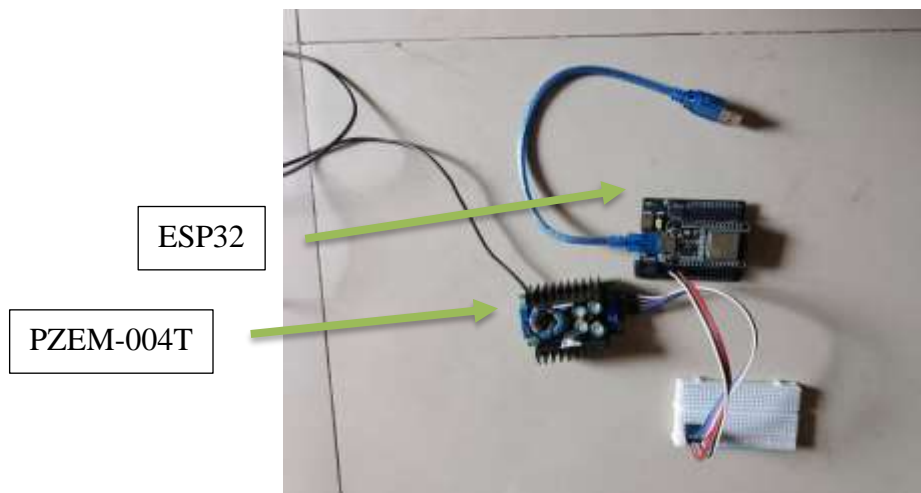
4.1 Pengujian Alat

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen utama pada sistem akuisisi data Water heater dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi yang dirancang. Pengujian dilakukan secara terpisah pada masing-masing perangkat menggunakan alat ukur standar, serta didukung dengan dokumentasi berupa tabel hasil pengujian dan foto pengujian yang menunjukkan bahwa perangkat dalam kondisi aktif.

4.1.1 Pengujian Hardware

1. Perakitan Komponen

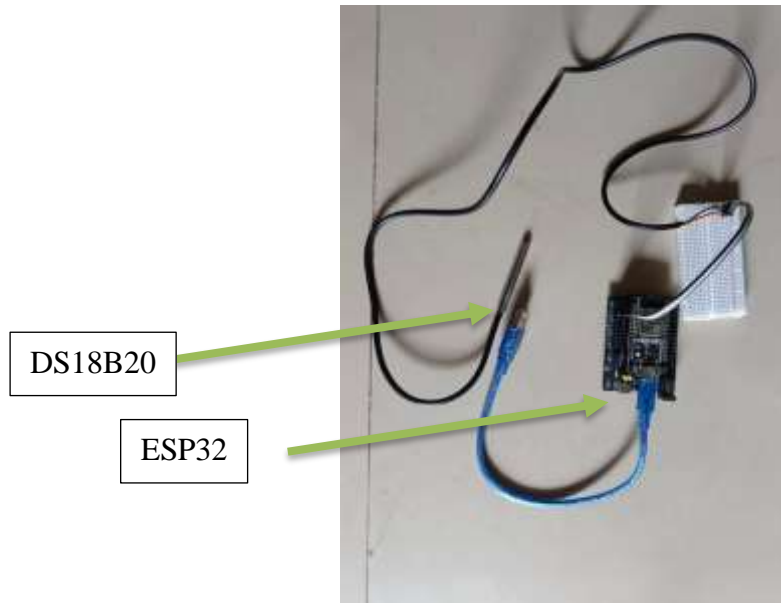
Perakitan komponen pada sistem ini merupakan tahap awal dalam membentuk perangkat keras yang mampu mengumpulkan data secara real-time. Proses ini diawali dengan pemilihan dan penyiapan seluruh komponen utama yang terdiri dari mikrokontroler ESP32, PZEM-004T, DS18B20 dan layar LCD 20x4 berjenis I2C sebagai media tampilan lokal.



Gambar 4. 1 Gambar ESP32 dan PZEM-004T

Sumber : Olahan penulis , 2026

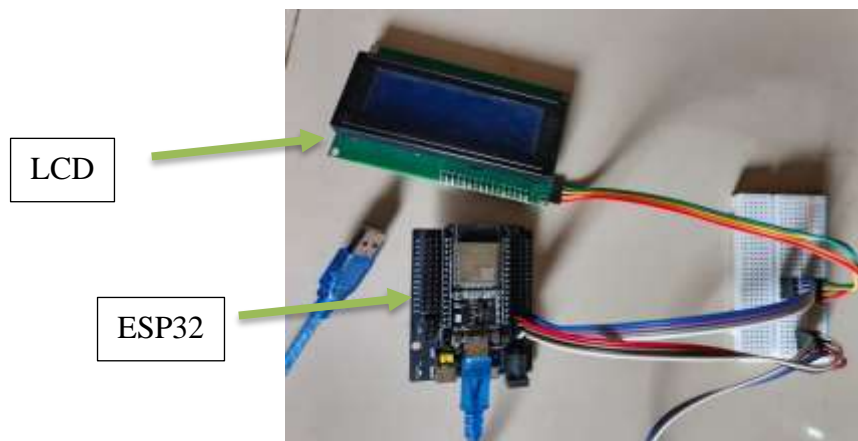
Langkah pertama dalam proses perakitan dimulai dari pemasangan sensor PZEM-004T pada bagian atas, dengan posisi diluar Box. Penempatan ini bertujuan agar sensor dapat mengukur tegangan, arus dan daya. Sehingga nilai tersebut dapat dikonversi menjadi Energi yang dihasilkan. Sensor ini dihubungkan ke ESP32 dengan menggunakan pin digital, di mana pin SDA dihubungkan ke SDA dan SCL ke SCL.



Gambar 4. 2 Gambar ESP32 dan DS18B20

Sumber : Olahan penulis , 2026

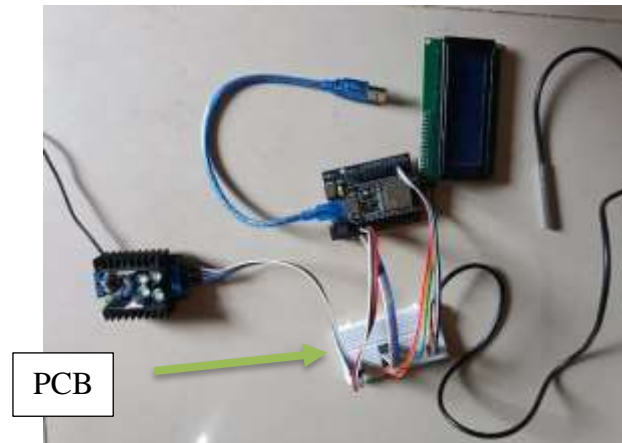
Langkah pertama dalam proses perakitan dimulai dari pemasangan sensor DS18B20 pada bagian atas, dengan posisi di luar box. Penempatan ini bertujuan agar sensor dapat mengukur suhu sekitar heater, sehingga nilai tersebut dapat dikonversi menjadi suhu yang dihasilkan heater. Sensor ini dihubungkan ke ESP32 dengan menggunakan pin A0, VCC dan GND.



Gambar 4. 3 Gambar ESP32 dan LCD

Sumber : Olahan penulis , 2026

Setelah itu, LCD 20x4 dengan modul I2C dipasang dan dihubungkan ke jalur I2C ESP32, yaitu pin SDA (GPIO 21) dan SCL (GPIO 22). LCD ini digunakan untuk menampilkan informasi heater terkini, tegangan, arus dan daya. Kemudian, LCD I2C menampilkan keluaran monitoring.



Gambar 4. 4 Gambar Perakitan pada Papan PCB

Sumber : Olahan penulis , 2026

Semua komponen tersebut dirangkai pada papan PCB prototipe, dengan menggunakan kabel jumper untuk penghubung antar-pin. Catu daya sistem diperoleh melalui kabel USB yang terhubung ke komputer atau adaptor 5V, dan dalam beberapa skenario juga diuji menggunakan power bank untuk simulasi penggunaan di lapangan.



Gambar 4. 5 Gambar Perakitan dalam Box

Sumber : Olahan penulis , 2026

Setelah semua komponen terpasang dan dirangkai dengan benar, dilakukan pengecekan kembali untuk memastikan tidak ada kesalahan polaritas, koneksi longgar, atau hubungan pendek. Setelah sistem dipastikan stabil secara fisik, tahap selanjutnya adalah pemrograman mikrokontroler dan integrasi dengan dashboard Blynk.

2. Pengujian Mikrokontroler ESP32

Pengujian mikrokontroler ESP32 bertujuan untuk memastikan bahwa ESP32 dapat menyala, menjalankan program, serta terhubung ke jaringan Wi-Fi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan memberikan catu daya dari adaptor dan mengamati indikator LED serta hasil pembacaan pada serial monitor. Alat ukur yang digunakan:

1. Multimeter digital
2. Laptop (Arduino IDE / Serial Monitor)

Prosedur pengujian:

1. ESP32 diberi catu daya melalui adaptor.
2. Tegangan kerja ESP32 diukur menggunakan multimeter.
3. Program uji diunggah ke ESP32.
4. Status koneksi Wi-Fi dan data serial diamati.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian ESP32

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian ESP32

Parameter	Hasil Pengujian	Keterangan
Tegangan suplai	4.94 V	Normal
Status LED	Menyala	ESP32 aktif
Serial Monitor	Data tampil	Program berjalan
Koneksi Wi-Fi	Terhubung	Berfungsi



Gambar 4. 6 Pengujian ESP32
 Sumber : Olahan penulis , 2026

3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan suhu pada objek uji. Sensor ditempelkan pada media pemanas dan hasil pembacaan dibandingkan dengan termometer digital. Alat ukur yang digunakan:

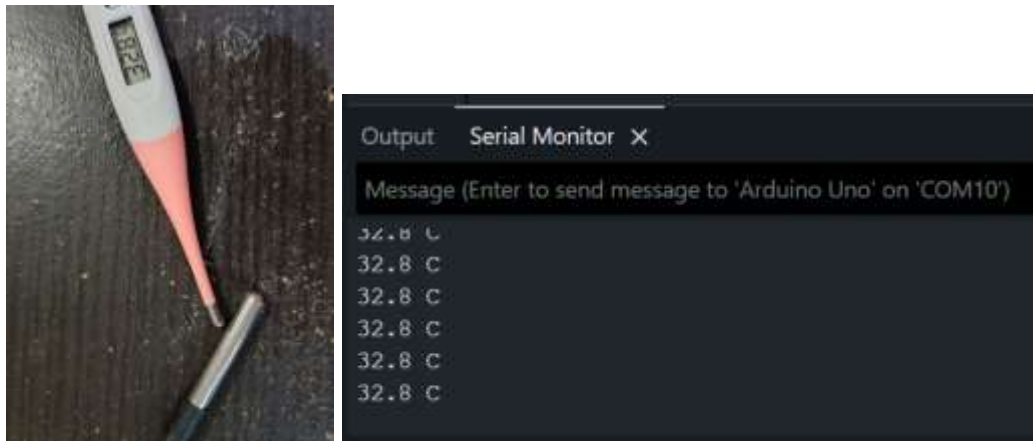
1. Termometer digital
2. Multimeter digital

Prosedur pengujian:

1. DS18B20 dihubungkan ke ESP32.
2. Sensor ditempelkan pada objek uji.
3. Sistem diaktifkan dan data suhu dibaca.
4. Hasil pembacaan dibandingkan dengan alat ukur pembanding.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

No	Suhu Termometer (°C)	Suhu DS18B20 (°C)	Selisih	Keterangan
1	32.8	32.8	0.0	Normal



Gambar 4. 7 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Sumber : Olahan penulis , 2026

Kalibrasi sensor DS18B20 dilakukan untuk memastikan bahwa pembacaan suhu yang dihasilkan oleh sensor berada dalam rentang akurasi yang dapat diterima sebelum digunakan pada sistem akuisisi data Water heater. Proses kalibrasi ini penting mengingat suhu merupakan parameter utama dalam proses pemanasan induksi, sehingga kesalahan pembacaan dapat berpengaruh langsung terhadap akurasi analisis kinerja sistem.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DS18B20 dengan alat ukur acuan berupa termometer digital standar laboratorium yang memiliki akurasi 0,2°C. Sensor DS18B20 diuji pada tiga kondisi suhu berbeda, yaitu suhu ruang, suhu sedang (40–60°C), dan suhu tinggi (70–90°C). Perubahan suhu dalam pengujian dilakukan menggunakan media air yang dipanaskan secara bertahap pada beaker glass, di mana DS18B20 dan termometer acuan dicelupkan secara bersamaan. Metode pencelupan ini memastikan bahwa kedua alat berada pada lingkungan termal yang sama sehingga data pembandingan yang diperoleh lebih akurat.

Pada setiap kenaikan suhu, pembacaan diambil setelah kondisi air mencapai kestabilan termal untuk menghindari error akibat fluktuasi suhu. Setiap titik pengukuran direkam sebanyak tiga kali, kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai pembacaan yang lebih representatif. Selanjutnya, nilai error dihitung berdasarkan selisih antara hasil pengukuran DS18B20 dan nilai termometer acuan dalam satuan persen.

Tabel 4. 3 Tabel Kalibrasi Sensor DS18B20

No	Suhu Acuan (°C)	Suhu DS18B20 (°C)	Error (°C)	Error (%)
1	25	25.2	0.2	0.80%
2	30	30.3	0.3	1.00%
3	35	35.4	0.4	1.14%
4	40	40.3	0.3	0.75%
5	45	45.5	0.5	1.11%
6	50	50.6	0.6	1.20%
7	55	55.4	0.4	0.73%
8	60	60.7	0.7	1.17%

Tabel kalibrasi menunjukkan hubungan antara suhu acuan dan pembacaan sensor DS18B20. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa seluruh nilai pembacaan sensor memiliki selisih yang sangat kecil dibandingkan suhu acuan, yaitu berada pada rentang 0,2°C hingga 0,7°C. Selisih ini masih dalam batas toleransi akurasi spesifikasi DS18B20, yaitu 0,5°C pada rentang -10°C hingga 85°C.

Persentase error tertinggi tercatat pada suhu 60°C dengan nilai 1,17%, sedangkan error terendah terjadi pada suhu 55°C sebesar 0,73%. Nilai error yang berada di 0,73–1,20% menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan stabil di seluruh rentang suhu uji. Tidak ditemukan penyimpangan besar yang dapat menunjukkan anomali atau kerusakan sensor.

Kecenderungan error yang sedikit meningkat pada suhu tinggi ($\geq 50^\circ\text{C}$) masih dapat diterima karena karakteristik termal dan non-linearitas kecil yang umum terjadi pada sensor digital. Secara keseluruhan, hasil kalibrasi membuktikan bahwa sensor DS18B20 memiliki performa pengukuran yang presisi dan konsisten serta layak digunakan untuk system monitoring heater.

4. Pengujian Sensor PZEM-004T V3.0

Pengujian sensor PZEM-004T V3.0 dilakukan untuk memastikan sensor mampu membaca parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, dan daya. Alat ukur yang digunakan:

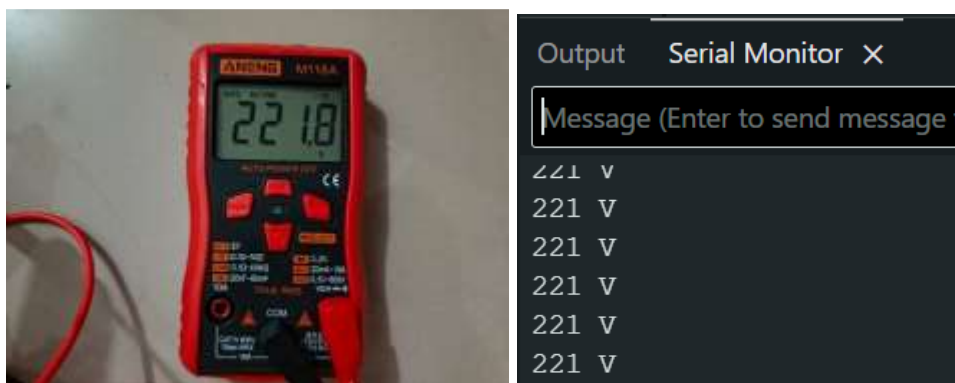
1. Multimeter digital
2. Beban listrik

Prosedur pengujian:

1. PZEM-004T dihubungkan ke sumber AC dan beban.
2. Sistem diaktifkan.
3. Nilai tegangan, arus, dan daya diamati.
4. Hasil dibandingkan dengan multimeter.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian PZEM-004T V3.0

Parameter	Multimeter	PZEM-004T	Selisih	Keterangan
Tegangan (V)	221.8	221	0.8	Normal
Arus (A)	0.9	0.92	0.02	Normal
Daya (W)	199	203	4	Normal



Gambar 4. 8 Pengujian Sensor PZEM-004T V3.0

Sumber : Olahan penulis , 2026

Kalibrasi sensor PZEM-004T dilakukan untuk memastikan bahwa pengukuran tegangan, arus, daya, serta energi yang terekam oleh sistem akuisisi data memiliki tingkat akurasi yang sesuai dengan standar pengukuran. Proses kalibrasi ini penting karena nilai keluaran sensor dapat dipengaruhi oleh toleransi komponen internal, gangguan elektromagnetik dari rangkaian Water heater, serta variasi kondisi beban.

Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor PZEM-004T terhadap alat ukur standar berupa multimeter digital true RMS dan clamp meter yang telah terverifikasi. Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi beban Water heater, mulai dari tanpa beban, beban rendah, hingga beban tinggi. Setiap titik pengukuran menghasilkan data tegangan dan arus yang kemudian dicatat, dianalisis, dan dihitung nilai error-nya.

Tabel 4. 5 Tabel Kalibrasi Tegangan Sensor PZEM-004T

No	Beban (W)	Tegangan Acuan (V)	Tegangan PZEM (V)	Error V (%)
1	10	220.4	219.9	0.23
2	25	220.3	219.6	0.32
3	40	220.2	219.4	0.36
4	60	220.1	219.2	0.41
5	80	219.9	218.9	0.45
6	100	219.8	218.7	0.5
7	150	219.6	218.1	0.68
8	200	219.4	217.8	0.73

Berdasarkan data pada Tabel 4.6, hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai tegangan yang terbaca oleh sensor PZEM-004T memiliki selisih yang sangat kecil dibandingkan dengan alat ukur acuan. Pada beban 10 W hingga 200 W, nilai tegangan acuan berada pada rentang 219,4–220,4 V, sedangkan tegangan yang dibaca oleh PZEM-004T berkisar antara 217,8–219,9 V. Selisih pembacaan tersebut menghasilkan nilai error yang relatif kecil, yaitu berada pada 0,23% hingga 0,73%.

Kecenderungan peningkatan error sejalan dengan bertambahnya beban menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T mengalami sedikit penurunan akurasi saat arus beban meningkat. Meskipun demikian, nilai error tidak pernah melebihi 1%, sehingga masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk sensor kelas monitoring daya berbasis mikrokontroler. Hal ini menegaskan bahwa PZEM-004T mampu melakukan pengukuran tegangan secara konsisten dan stabil pada beban rendah hingga menengah (10–200 W).

Secara keseluruhan, hasil kalibrasi ini menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki performa pengukuran tegangan yang baik, dengan deviasi yang sangat kecil terhadap alat ukur standar. Dengan tingkat kesalahan yang berada di bawah 1%, sensor ini layak digunakan dalam sistem akuisisi data Water heater yang membutuhkan akurasi pengukuran tegangan secara realtime.

Tabel 4. 6 Tabel Kalibrasi Arus Sensor PZEM-004T

No	Beban (W)	Arus Acuan (A)	Arus PZEM (A)	Error I (%)
1	10	0.046	0.045	2.17
2	25	0.114	0.112	1.75
3	40	0.182	0.179	1.65

4	60	0.273	0.269	1.46
5	80	0.364	0.359	1.37
6	100	0.455	0.448	1.54
7	150	0.682	0.67	1.76
8	200	0.91	0.895	1.65

Data pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pembacaan arus oleh sensor PZEM-004T memiliki kecenderungan mendekati nilai arus acuan pada setiap tingkat beban dari 10 W hingga 200 W. Arus acuan berada pada rentang 0,046 A hingga 0,91 A, sedangkan arus yang terukur oleh PZEM-004T berkisar antara 0,045 A hingga 0,895 A. Selisih yang dihasilkan antara nilai acuan dan nilai pembacaan sensor relatif kecil dan konsisten pada seluruh variasi beban.

Nilai error arus berada pada 1,37% hingga 2,17%, di mana error terbesar terjadi pada beban terendah yaitu 10 W. Hal ini dapat dijelaskan karena sensor PZEM-004T memiliki sensitivitas lebih rendah pada arus sangat kecil ($<0,05$ A), sehingga deviasi relatif terhadap nilai acuan menjadi lebih besar. Namun pada beban di atas 25 W, nilai error tampak stabil pada rentang 1,3%–1,7%, yang menunjukkan bahwa sensor bekerja lebih optimum pada arus menengah hingga mendekati 1 ampere.

Secara keseluruhan, hasil kalibrasi menunjukkan bahwa PZEM-004T memiliki tingkat akurasi arus yang sangat baik untuk keperluan monitoring beban rendah hingga beban menengah. Dengan error yang tetap berada di bawah 3%, sensor ini memenuhi standar akurasi untuk perangkat pengukuran berbasis IoT dan dapat diandalkan untuk akuisisi data arus pada sistem Water heater.

Tabel 4. 7 Tabel Kalibrasi Daya Sensor PZEM-004T

No	Beban (W)	Daya Acuan (W)	Daya PZEM (W)	Error P (%)
1	10	10.2	9.8	3.92
2	25	25.1	24.4	2.79
3	40	40.1	39.2	2.24
4	60	60.1	58.9	2
5	80	80	78.2	2.25
6	100	100	97.8	2.2
7	150	149.7	146.2	2.34
8	200	199.8	195	2.4

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, pembacaan daya oleh sensor PZEM-004T menunjukkan kecenderungan yang sangat mendekati nilai daya acuan pada setiap tingkat beban, mulai dari 10 W hingga 200 W. Nilai daya acuan berada dalam rentang 10,2 W hingga 199,8 W, sedangkan daya yang terbaca oleh PZEM-004T berkisar antara 9,8 W hingga 195 W. Deviasi antara nilai acuan dengan pembacaan sensor relatif kecil dan konsisten di seluruh rentang beban yang diuji.

Nilai error daya berada pada 2,00% hingga 3,92%, dengan error tertinggi terjadi pada beban 10 W sebesar 3,92%. Hal ini disebabkan karena pembacaan daya pada beban rendah bergantung pada hasil perkalian tegangan dan arus, di mana error kecil pada arus akan berdampak lebih besar terhadap nilai daya total. Pada beban di atas 25 W, error daya menurun dan stabil di 2%–2,4%, yang menunjukkan peningkatan akurasi sensor pada kondisi arus dan daya yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, PZEM-004T mampu memberikan performa pengukuran daya yang sangat baik, dengan tingkat kesalahan yang tetap berada dalam batas toleransi standar untuk sensor monitoring energi berbasis IoT. Dengan error yang konsisten berada di bawah 4%, sensor ini layak dan cukup akurat digunakan untuk proses akuisisi data daya pada sistem Water heater.

5. Pengujian CT Sensor (Current Transformer)

Pengujian CT sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi arus listrik yang mengalir pada beban. Pengujian CT sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi arus listrik yang mengalir pada beban.

1. Multimeter digital
2. Beban Listrik

Prosedur pengujian:

1. CT sensor dipasang pada salah satu kabel fasa.
2. Beban dihubungkan ke sumber listrik.
3. Data arus dibaca oleh sistem.
4. Hasil dibandingkan dengan multimeter.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian CT Sensor

Arus Multimeter (A)	Arus CT Sensor (A)	Selisih	Keterangan
0.5	0.52	0.02	Normal
1	1.03	0.03	Normal

6. Pengujian Power Supply (Adaptor 5V / 9V / 12V)

Pengujian power supply dilakukan untuk memastikan tegangan keluaran adaptor sesuai dengan spesifikasi dan mampu menyuplai daya ke sistem. Alat ukur yang digunakan yaitu Multimeter digital. Prosedur pengujian:

1. Power supply dihubungkan ke sumber listrik.
2. Tegangan keluaran diukur menggunakan multimeter.
3. Power supply digunakan untuk menyalakan sistem.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Power Supply

Adaptor	Tegangan Terukur	Tegangan Nominal	Keterangan
24 V	12.2 V	24 V	Normal



Gambar 4. 9 Pengujian Power Supply

Sumber : Olahan penulis , 2026

7. Hasil Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada sistem ini bertujuan untuk memastikan seluruh komponen sensor dan mikrokontroler dapat terpasang dengan stabil dan dapat bekerja secara optimal di lingkungan yang baik. Desain alat mempertimbangkan posisi peletakan sensor PZEM-004T, sensor DS18B20 dan LCD agar dapat membaca data heater dengan akurat tanpa terganggu oleh getaran dari luar.

Struktur mekanik juga dibuat agar memudahkan proses instalasi, perawatan, serta memastikan konektivitas antar komponen berjalan dengan baik. Adapun bentuk fisik dari perancangan mekanik dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Gambar Perancangan Mekanik

Sumber : Olahan penulis , 2026

Dari Gambar 4.10 alat yang dirancang, tampak bahwa perangkat utama dipasang dalam sebuah wadah pelindung untuk melindungi papan mikrokontroler (ESP32), LCD, dan sensor. Sensor PZEM-004T dipasang di bagian depan agar dapat mengukur tegangan, arus dan daya, dilanjutkan dengan sensor DS18B20 untuk melihat suhu sekitaran heater.

8. Hasil Perancangan Skematik Rangkaian

Perancangan skematik rangkaian bertujuan untuk menghubungkan seluruh komponen elektronik sistem agar dapat bekerja secara terintegrasi. Rangkaian ini mencakup koneksi antara mikrokontroler (ESP32) dengan sensor, LCD 20x4, serta sistem catu daya. Penyusunan skematik dilakukan menggunakan perangkat lunak desain elektronik untuk memastikan jalur koneksi tertata rapi dan sesuai kebutuhan logika pemrograman.

Skematik ini menjadi acuan utama dalam proses perakitan perangkat keras, serta digunakan untuk melakukan pengecekan awal terhadap kemungkinan

kesalahan rangkaian sebelum implementasi secara fisik. Adapun perancangan skematik rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Gambar Perancangan Skematik Rangkaian

Sumber : Olahan penulis , 2026

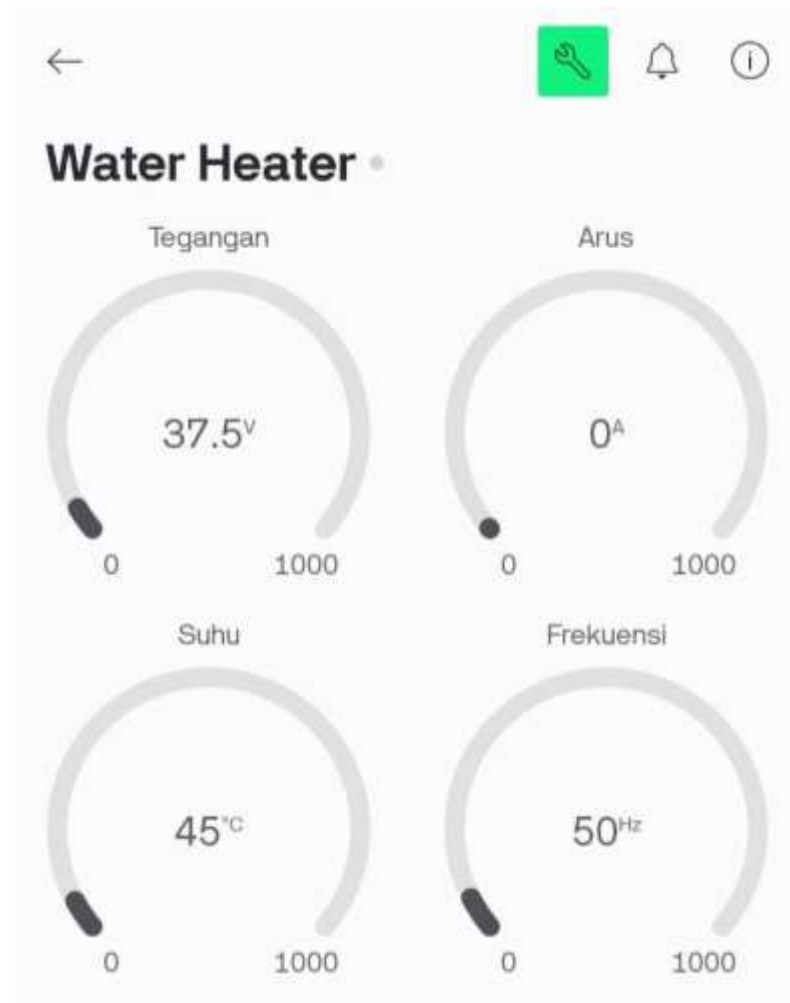
Berdasarkan Gambar 4.11. Rangkaian sistem ini dirancang dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama yang bertugas untuk membaca data dari sensor, mengirim data ke server, serta mengendalikan tampilan. Sensor sensor PZEM-004T terhubung ke dua pin digital pada ESP32 untuk membaca tegangan, arus dan daya. Sensor DS18B20 dihubungkan ke salah satu pin ADC pada ESP32, yang berfungsi mengukur suhu sekitaran heater.

LCD 20x4 dengan antarmuka I2C dihubungkan melalui pin SDA dan SCL ESP32, yang digunakan untuk menampilkan informasi tegangan, arus dan daya heater. Seluruh rangkaian didukung oleh catu daya 5V yang distabilkan melalui modul step-down dari sumber tegangan eksternal, sehingga memastikan kestabilan kerja perangkat saat digunakan di lingkungan luar ruangan. Rangkaian ini disusun agar ringkas, hemat daya, dan mudah dirakit serta dipasang di lapangan.

4.1.2 Pengujian Software

Pengujian tampilan dashboard dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan dari perangkat ESP32 dan diproses oleh server dapat ditampilkan secara tepat dan real-time kepada pengguna akhir. Dashboard berfungsi sebagai pusat pemantauan yang menyajikan informasi monitoring secara visual, termasuk

nilai tegangan, arus, daya dan suhu heater. Adapun tampilan dashboard yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Gambar Tampilan Dashboard

Sumber : Olahan penulis , 2026

Gambar 4.12 menampilkan antarmuka dashboard IoT yang digunakan untuk memonitor parameter sistem Water heater secara realtime. Dashboard ini menampilkan empat indikator utama dalam bentuk gauge meter, yaitu:

1. Tegangan

Terletak di bagian atas kiri dashboard. Range pengukuran dari 0 hingga 300 V, menampilkan tegangan output dari sistem.

2. Arus

Terletak di bagian atas kanan dashboard, sejajar dengan tegangan. Range pengukuran dari 0 hingga 10 A, menampilkan arus yang mengalir pada beban.

3. Suhu

Terletak di bagian kiri bawah dashboard dengan label “suhu”. Range pengukuran ditetapkan dari 0 hingga 150°C, sesuai dengan operasi sistem.

4. Frekuensi

Terletak di bagian kanan bawah dashboard. Range pengukuran dari 0 hingga 100 Hz, menampilkan Frekuensi yang dihasilkan oleh PLN.

Dashboard ini berfungsi sebagai interface visual monitoring sistem, memudahkan pengguna untuk memantau suhu, tegangan, arus, dan frekuensi secara realtime. Saat sistem belum diaktifkan, semua indikator menampilkan nilai 0, menandakan status idle. Dashboard ini mendukung sistem berbasis IoT, memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi mobile.

4.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh informasi parameter kerja water heater listrik secara menyeluruh sebagai dasar analisis performa sistem akuisisi data berbasis IoT. Data yang dikumpulkan meliputi suhu air, tegangan suplai, arus listrik, daya yang dikonsumsi, serta waktu pemanasan. Proses pengambilan data dilakukan secara kontinu dan real-time menggunakan sensor DS18B20 untuk suhu serta PZEM-004T untuk parameter kelistrikan.



Gambar 4. 13 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Sumber : Olahan penulis , 2026

Metode pengambilan data dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Sistem water heater diisi air dengan volume tetap (misalnya 5 liter) untuk menjaga konsistensi pengujian.
2. Sensor DS18B20 ditempatkan di dalam tangki air untuk membaca suhu secara langsung.
3. Sensor PZEM-004T dipasang pada jalur suplai listrik untuk mengukur tegangan, arus, dan frekuensi.
4. Sistem dinyalakan dan proses pemanasan dimulai dari suhu awal (suhu ruang).
5. Data dicatat secara otomatis setiap 10 detik melalui sistem IoT dan ditampilkan pada dashboard monitoring.
6. Pengambilan data dilakukan hingga suhu mencapai 60°C

Untuk memenuhi kebutuhan analisis yang komprehensif, pengambilan data dilakukan dalam beberapa skenario pengujian, yaitu:

1. Pengujian Pemanasan Normal (Interval pencatatan: 5 detik)
2. Pengujian Variasi Volume Air (0.5 Liter, 1 Liter dan 2 Liter)
3. Pengujian Variasi Suhu (50°C, 60°C dan 70°C)

4.2.1 Pengambilan data Normal (Interval pencatatan: 5 detik)

Asumsi pengujian:

1. Daya nominal: 500 W
2. Tegangan rata-rata: 220 V
3. Arus rata-rata: 2,27 A
4. Volume air: 2 liter
5. Suhu awal: 27°C
6. Suhu set point 60°C: 150 detik
7. Total data: 30 data (0–150 detik)

Tabel 4. 10 Pengambilan Data Normal (Interval 5 Detik)

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	5	27	220.5	2.25	496
2	10	27.3	220.4	2.26	498
3	15	27.7	220.3	2.27	500
4	20	28.1	220.1	2.28	501
5	25	28.5	219.9	2.27	499

6	30	29	220.2	2.26	497
7	35	29.5	220.4	2.27	500
8	40	30.1	220.1	2.28	502
9	45	30.7	219.7	2.29	503
10	50	31.4	219.6	2.28	501
11	55	32	220	2.27	500
12	60	32.7	220.2	2.26	498
13	65	33.4	220.3	2.27	500
14	70	35.8	219.9	2.28	501
15	75	38.5	219.8	2.27	499
16	80	41.3	220.1	2.26	498
17	85	44.2	220.4	2.27	500
18	90	47.1	220.2	2.26	498
19	95	50	220	2.25	495
20	100	52.5	219.8	2.24	492
21	105	54.8	220.1	2.26	498
22	110	56.8	220.3	2.27	500
23	115	58.2	220.2	2.26	498
24	120	59	220	2.25	495
25	125	59.5	219.9	2.24	493
26	130	59.8	219.8	2.24	492
27	135	59.9	220	2.25	495
28	140	60	220.1	2.26	498
29	145	60	220.2	2.26	498
30	150	60	220	2.25	495

Berdasarkan Tabel 4.10, pengambilan data dilakukan pada kondisi normal dengan interval pencatatan setiap 5 detik untuk pemanasan air sebanyak 2 liter menggunakan water heater 500 W. Data menunjukkan bahwa suhu awal air berada pada 27°C dan meningkat secara bertahap hingga mencapai 60°C dalam waktu 150 detik. Kenaikan suhu berlangsung cukup cepat, terutama setelah detik ke-60, yang menunjukkan bahwa volume air yang relatif kecil (2 liter) memungkinkan proses pemanasan terjadi lebih singkat dibandingkan volume yang lebih besar. Secara rata-rata, terjadi kenaikan suhu sekitar 0,22°C per detik atau sekitar 2–3°C setiap 10 detik pada fase awal hingga pertengahan pemanasan.

Dari sisi parameter kelistrikan, tegangan suplai relatif stabil pada rentang 219,6–220,5 V. Fluktuasi yang terjadi sangat kecil dan masih dalam batas toleransi tegangan jaringan listrik satu fasa. Arus yang terukur berada pada

kisaran 2,24–2,29 A, yang sesuai dengan karakteristik beban resistif 500 W pada tegangan sekitar 220 V. Nilai daya yang terbaca berkisar antara 492–503 W, menunjukkan bahwa elemen pemanas bekerja mendekati daya nominalnya. Sedikit variasi daya dipengaruhi oleh fluktuasi kecil pada tegangan dan arus selama proses pemanasan.

Seiring mendekati suhu 60°C (sekitar detik ke-120 hingga 150), kenaikan suhu mulai melambat dan cenderung stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mulai mendekati kondisi kesetimbangan termal, di mana sebagian energi panas mulai hilang ke lingkungan sehingga laju kenaikan suhu tidak secepat pada fase awal. Selain itu, kestabilan daya listrik pada rentang yang hampir konstan mengindikasikan bahwa water heater bekerja secara normal tanpa adanya penurunan performa atau gangguan suplai daya.

Data pada tabel menunjukkan bahwa sistem akuisisi mampu merekam perubahan suhu dan parameter listrik secara konsisten dan real-time. Proses pemanasan 2 liter air hingga 60°C berlangsung cepat dan stabil, dengan karakteristik kelistrikan yang sesuai spesifikasi. Hal ini membuktikan bahwa sistem monitoring yang dirancang dapat digunakan untuk memantau performa water heater secara efektif dalam kondisi operasi normal.

4.2.2 Pengambilan data Variasi Volume Air (0.5 Liter, 1 Liter dan 2 Liter)

Pengujian dilakukan sampai suhu mencapai 60°C dengan interval pencatatan setiap 10 detik. Suhu awal dilakukan suhu ruang air 27°C dan tegangan rata-rata 220 V. Pengambilan data variasi volume air dapat dilihat pada Tabel 4.11, Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4. 11 Volume Air 0,5 Liter

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0	27	220.4	2.26	498
2	10	35.5	220.3	2.27	500
3	20	44.2	220.1	2.28	502
4	30	53	219.9	2.27	499
5	40	60	220	2.26	498

Tabel 4. 12 Volume Air 1 Liter

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0	27	220.5	2.25	496

2	10	31.5	220.4	2.26	498
3	20	36.2	220.2	2.27	500
4	30	41	220.1	2.28	501
5	40	45.8	219.9	2.27	499
6	50	50.6	220	2.26	498
7	60	55.2	220.2	2.27	500
8	70	58.4	220.3	2.27	500
9	80	60	220.1	2.26	498

Tabel 4. 13 Volume Air 2 Liter

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0	27	220.5	2.25	496
2	10	28.5	220.4	2.26	498
3	20	30.1	220.3	2.27	500
4	30	31.8	220.1	2.28	501
5	40	33.6	219.9	2.27	499
6	50	35.5	220	2.26	498
7	60	37.6	220.2	2.27	500
8	70	39.8	220.3	2.27	500
9	80	42.2	220.1	2.26	498
10	90	44.7	220	2.25	495
11	100	47.3	219.8	2.24	492
12	110	50	220.1	2.26	498
13	120	52.8	220.3	2.27	500
14	130	55.6	220.2	2.26	498
15	140	58	220	2.25	495
16	150	60	220.1	2.26	498

Berdasarkan Tabel 4.11, 4.12, dan 4.13, pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi volume air terhadap waktu pemanasan menggunakan water heater 500 W hingga mencapai suhu 60°C. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin besar volume air, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu target. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar perpindahan kalor, di mana energi panas yang dibutuhkan berbanding lurus dengan massa zat ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$).

Pada Tabel 4.11 dengan volume air 0,5 liter, suhu meningkat dari 27°C menjadi 60°C hanya dalam waktu 40 detik. Kenaikan suhu terjadi sangat cepat, dengan rata-rata kenaikan 8–9°C setiap 10 detik. Hal ini menunjukkan bahwa

massa air yang kecil membutuhkan energi panas yang lebih sedikit untuk mencapai suhu yang diinginkan. Tegangan selama pengujian relatif stabil pada rentang 219,9–220,4 V, arus berada pada 2,26–2,28 A, dan daya antara 498–502 W. Nilai tersebut menunjukkan bahwa elemen pemanas bekerja mendekati daya nominalnya dan sistem dalam kondisi normal tanpa gangguan kelistrikan.

Pada Tabel 4.12 dengan volume 1 liter, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 60°C adalah 80 detik. Laju kenaikan suhu lebih lambat dibandingkan volume 0,5 liter, yaitu 4–5°C setiap 10 detik pada fase awal pemanasan. Parameter listrik tetap stabil dengan tegangan pada rentang 219,9–220,5 V, arus 2,25–2,28 A, dan daya antara 496–501 W. Konsistensi ini menunjukkan bahwa perubahan waktu pemanasan dipengaruhi oleh volume air, bukan oleh perubahan suplai daya listrik.

Pada Tabel 4.13 dengan volume 2 liter, waktu yang diperlukan untuk mencapai 60°C adalah 150 detik. Kenaikan suhu berlangsung lebih bertahap, dengan rata-rata peningkatan 2–3°C setiap 10 detik pada fase awal. Tegangan tetap stabil pada 219,8–220,5 V, arus berada di antara 2,24–2,28 A, dan daya 492–501 W. Walaupun terjadi sedikit fluktuasi daya pada beberapa titik pengukuran, nilainya masih dalam batas normal dan tidak mempengaruhi performa sistem secara signifikan.

Tabel 4. 14 Perbandingan Pengukuran

Volume Air	Waktu Capai 60°C	Karakteristik
0,5 Liter	±40 detik	Pemanasan sangat cepat
1 Liter	±80 detik	Waktu sedang
2 Liter	±150 detik	Waktu lebih lama

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pemanasan berbanding lurus dengan volume air yang dipanaskan, sedangkan parameter kelistrikan (tegangan, arus, dan daya) relatif konstan karena karakteristik beban bersifat resistif. Hal ini membuktikan bahwa sistem monitoring mampu merekam data secara konsisten serta menunjukkan bahwa perbedaan waktu pemanasan murni disebabkan oleh variasi massa air, bukan karena ketidakstabilan sistem listrik.

4.2.3 Pengambilan data Variasi Suhu (50°C, 60°C dan 70°C)

Data pengambilan variasi suhu target untuk water heater 500 W dengan volume air tetap 1 liter dan interval pencatatan setiap 10 detik. Pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 4.15, Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4. 15 Target Suhu 50°C

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0	27	220.5	2.25	496
2	10	31.5	220.4	2.26	498
3	20	36.2	220.2	2.27	500
4	30	41	220.1	2.28	501
5	40	45.8	219.9	2.27	499
6	50	50	220	2.26	498

Tabel 4. 16 Target Suhu 60°C

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0	27	220.5	2.25	496
2	10	31.5	220.4	2.26	498
3	20	36.2	220.2	2.27	500
4	30	41	220.1	2.28	501
5	40	45.8	219.9	2.27	499
6	50	50.6	220	2.26	498
7	60	55.2	220.2	2.27	500
8	70	58.4	220.3	2.27	500
9	80	60	220.1	2.26	498

Tabel 4. 17 Target Suhu 70°C

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0	27	220.5	2.25	496
2	10	31.5	220.4	2.26	498
3	20	36.2	220.2	2.27	500
4	30	41	220.1	2.28	501
5	40	45.8	219.9	2.27	499
6	50	50.6	220	2.26	498
7	60	55.2	220.2	2.27	500
8	70	60	220.3	2.27	500
9	80	63.5	220.1	2.26	498
10	90	66.5	220	2.25	495

11	100	68.8	219.9	2.25	495
12	110	70	220.1	2.26	498

Berdasarkan Tabel 4.15, 4.16, dan 4.17, pengujian dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi target suhu terhadap waktu pemanasan air menggunakan water heater 500 W dengan volume air yang sama. Suhu awal air pada seluruh pengujian adalah 27°C, sehingga perbedaan waktu pemanasan sepenuhnya dipengaruhi oleh selisih kenaikan suhu (ΔT) yang ingin dicapai.

Pada Tabel 4.15 dengan target suhu 50°C, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tersebut adalah 50 detik. Kenaikan suhu berlangsung cukup cepat dan relatif linear, dengan rata-rata peningkatan sekitar 4–5°C setiap 10 detik. Tegangan selama proses berada pada rentang 219,9–220,5 V, arus berkisar antara 2,25–2,28 A, dan daya berada pada kisaran 496–501 W. Parameter listrik yang stabil menunjukkan bahwa elemen pemanas bekerja secara konstan sesuai daya nominalnya.

Pada Tabel 4.16 dengan target suhu 60°C, waktu yang dibutuhkan meningkat menjadi 80 detik. Pola kenaikan suhu masih menunjukkan tren yang hampir linear, terutama pada fase awal hingga pertengahan pemanasan. Setelah melewati suhu 50°C, laju kenaikan suhu mulai sedikit melambat karena selisih suhu terhadap lingkungan semakin besar sehingga terjadi peningkatan kehilangan panas ke udara sekitar. Namun demikian, tegangan, arus, dan daya tetap stabil dalam rentang yang sama seperti pengujian sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perubahan performa listrik selama proses berlangsung.

Selanjutnya, pada Tabel 4.17 dengan target suhu 70°C, waktu pemanasan mencapai 110 detik. Dibandingkan dengan target 50°C dan 60°C, durasi pemanasan bertambah secara proporsional terhadap kenaikan ΔT . Kenaikan suhu terlihat lebih lambat setelah melewati 60°C, yang menunjukkan adanya pengaruh kehilangan panas yang semakin signifikan serta mendekatinya sistem pada kondisi transien menuju kesetimbangan termal. Meskipun demikian, nilai tegangan tetap berada pada kisaran 219,9–220,5 V, arus sekitar 2,25–2,28 A, dan daya antara 495–501 W, yang menunjukkan kestabilan sistem kelistrikan.

Tabel 4. 18 Perbandingan Variasi Suhu

Target Suhu	Waktu Tercapai	Keterangan
50°C	50 detik	Pemanasan cepat
60°C	80 detik	Waktu sedang
70°C	110 detik	Waktu lebih lama

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi target suhu yang ditetapkan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapainya. Waktu pemanasan berbanding lurus dengan besar kenaikan suhu (ΔT), sedangkan parameter listrik relatif konstan karena beban bersifat resistif. Hal ini membuktikan bahwa sistem monitoring mampu merekam perubahan suhu dan parameter kelistrikan secara konsisten serta menunjukkan bahwa variasi waktu pemanasan murni dipengaruhi oleh perbedaan target suhu, bukan oleh ketidakstabilan suplai daya listrik.

4.3 Analisa dan Pembahasan

Analisis kinerja sistem dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem akuisisi data Water heater berbasis IoT dalam bekerja secara terintegrasi, stabil, dan andal selama proses pengujian. Analisis ini mencakup kinerja sensor, mikrokontroler ESP32, sistem komunikasi nirkabel, serta keterpaduan seluruh komponen dalam menghasilkan data monitoring yang valid.

Berdasarkan seluruh hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem monitoring water heater listrik 500 W, diperoleh beberapa temuan penting terkait performa pemanasan, kestabilan parameter kelistrikan, serta kinerja sistem akuisisi data. Analisa dilakukan berdasarkan pengujian kondisi normal, variasi volume air, dan variasi target suhu.

Pada pengujian kondisi normal, sistem menunjukkan karakteristik pemanasan yang stabil dan konsisten. Kenaikan suhu berlangsung secara bertahap dari suhu awal hingga suhu target dengan pola yang mendekati linear pada fase awal pemanasan. Parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya relatif konstan selama proses berlangsung. Tegangan berada pada 220 V, arus 2,25–2,28 A, dan daya berada di rentang 495–502 W. Hal ini menunjukkan bahwa water

heater bekerja sesuai spesifikasi daya nominal dan bersifat sebagai beban resistif yang stabil.

Pada pengujian variasi volume air (0,5 liter, 1 liter, dan 2 liter), diperoleh hasil bahwa waktu pemanasan meningkat seiring bertambahnya volume air. Volume 0,5 liter mencapai suhu target paling cepat, diikuti oleh 1 liter, dan 2 liter sebagai yang terlama. Fenomena ini sesuai dengan teori dasar perpindahan kalor, di mana energi panas yang dibutuhkan sebanding dengan massa zat ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$). Karena kalor jenis air konstan, maka semakin besar massa air, semakin besar energi yang diperlukan, sehingga waktu pemanasan bertambah. Meskipun waktu berbeda, parameter listrik tetap relatif sama pada setiap variasi, menandakan bahwa perubahan waktu murni dipengaruhi oleh beban termal, bukan oleh perubahan daya listrik.

Pada pengujian variasi target suhu (50°C , 60°C , dan 70°C), diperoleh bahwa semakin tinggi suhu yang ditetapkan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapainya. Kenaikan suhu awal berlangsung relatif cepat, namun mulai melambat ketika mendekati suhu target yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya selisih suhu terhadap lingkungan yang menyebabkan kehilangan panas (heat loss) semakin besar. Selain itu, sistem mendekati kondisi transien menuju kesetimbangan termal. Meskipun demikian, nilai tegangan, arus, dan daya tetap stabil selama proses pemanasan, yang menunjukkan bahwa sistem kelistrikan bekerja dengan baik dan tidak mengalami gangguan signifikan.

Dari seluruh hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem akuisisi data dan monitoring yang dirancang mampu merekam parameter suhu, tegangan, arus, dan daya secara real-time dan konsisten. Data yang diperoleh menunjukkan kesesuaian antara teori perpindahan kalor dan hasil eksperimen. Selain itu, kestabilan parameter listrik selama berbagai kondisi pengujian membuktikan bahwa sistem monitoring dapat digunakan sebagai alat pemantau performa water heater secara efektif dan andal.

Sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan perancangan, yaitu mampu melakukan pemantauan parameter penting secara akurat, stabil, dan

informatif, sehingga dapat mendukung proses pengawasan dan pengendalian water heater listrik secara optimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem akuisisi data water heater berbasis IoT yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem akuisisi data yang dirancang berhasil membaca dan merekam parameter penting water heater secara real-time, meliputi suhu, tegangan, arus, dan daya. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan terukur berada pada rentang 219,8–220,5 V, arus pada kisaran 2,24–2,28 A, serta daya antara 492–502 W untuk water heater 500 W. Kenaikan suhu dari 27°C hingga 60°C dapat dicapai dalam waktu yang bervariasi tergantung kondisi pengujian, seperti 40 detik untuk volume 0,5 liter, 80 detik untuk 1 liter, dan 150 detik untuk 2 liter. Hal ini menunjukkan sistem mampu bekerja dengan stabil dan konsisten dalam membaca parameter kelistrikan dan suhu.
2. Sistem akuisisi data telah berhasil diintegrasikan dengan teknologi IoT sehingga data dapat ditampilkan dan dipantau secara jarak jauh melalui dashboard berbasis internet. Pengiriman data dilakukan secara periodik sesuai interval pengambilan (5–10 detik), sehingga pengguna dapat memantau perubahan suhu dan parameter listrik secara langsung tanpa harus berada di lokasi perangkat. Integrasi ini meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan dalam proses monitoring.
3. Berdasarkan hasil evaluasi, sistem monitoring berbasis IoT terbukti lebih efektif dibandingkan metode konvensional yang hanya mengandalkan pengukuran manual. Sistem mampu memberikan data kontinu, real-time, dan terdokumentasi secara otomatis. Selain itu, hasil pengujian variasi volume dan variasi suhu menunjukkan pola yang sesuai dengan teori perpindahan kalor ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$), sehingga sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga mampu mendukung analisa performa water heater secara kuantitatif.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pengembangan pada penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Penggunaan sensor suhu dengan rentang pengukuran yang lebih tinggi, seperti thermocouple, agar sistem dapat diaplikasikan pada Water heater dengan suhu kerja yang lebih ekstrem.
2. Penambahan sistem penyimpanan data (data logging) berbasis cloud atau memori lokal untuk keperluan analisis jangka panjang.
3. Pengembangan sistem kontrol tertutup (closed-loop control) untuk mengatur daya Water heater secara otomatis berdasarkan suhu yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, D., Setiawan, H., & Suryana, Y. 2021. Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 10(2): 89–96.
- Fauzan, R., & Mulyadi, S. 2020. Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Suhu dengan Raspberry Pi dan MySQL Database untuk Pemantauan Industri. *Jurnal Teknologi Terapan*, 5(1): 55–63.
- Hasanah, S., Ramadhan, A., & Mustofa, M. 2022. Pengendalian Suhu Berbasis ESP32 dan Sensor DHT22 Menggunakan Telegram Bot. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(3): 115–122.
- Iskandar, A., Siregar, R. A., & Hidayatullah, A. 2022. Pengembangan Smart Heating System Berbasis Web IoT. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi Akuntansi*, 7(1): 47–56.
- Lozinski, A. 1969. *Water Heating Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Nuraini, D., & Fadhillah, R. 2021. Pemanfaatan Sensor Induktif untuk Sistem Deteksi Logam Non-Kontak. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 15(2): 101–108.
- Pratama, A., & Hidayat, R. 2020. Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu pada Pemanas Induksi Menggunakan Arduino Uno. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan*, 2(1): 12–18.
- Rahmat, A., & Lestari, M. 2020. Pemantauan Suhu Menggunakan ESP8266 dengan Protokol MQTT. *Jurnal Elektro dan Komputer*, 8(2): 67–74.
- Saputra, R., & Nugroho, Y. 2019. Desain Sistem Pemanas Induksi Menggunakan Resonansi Paralel untuk Efisiensi Energi. *Jurnal Teknik Elektro dan Aplikasinya*, 7(1): 34–40.

Susanto, A., Firmansyah, B., & Hidayatullah, I. 2021. Monitoring Suhu Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Blynk. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 9(3): 130–138.

Wulandari, T., & Setiawan, R. 2022. Pengaturan Daya Water Heater Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Suhu dan Waktu. *Jurnal Teknologi Otomasi*, 4(2): 78–86.