Perancangan Sistem *Monitoring* dan Pengaturan Bahan Pembuatan Kopi pada Mesin Kopi Otomatis

M M Mozart[1], D Widjaja[*2]

[1-2] Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Indonesia, Indonesia

E-mail: mozart123.mm@gmail.com[1], damar@usd.ac.id[*2]

Abstrak. Pada era modern ini, inovasi teknologi *Internet of Things* (IoT) berkembang dengan pesat dan telah diterapkan di berbagai bidang, termasuk sektor pembuatan minuman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pembuat kopi otomatis yang dapat memantau ketersediaan bahan, mengawasi suhu air dan mengatur suhu air melalui sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem yang dirancang ini menggunakan sensor ultrasonik untuk memantau ketersediaan bahan minuman dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air. Proses pemanasan air diatur secara otomatis menggunakan pemanas air yang dikendalikan berdasarkan informasi suhu dari sensor. Mikrokontroler Arduino Mega berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem ini, sedangkan NodeMCU digunakan sebagai modul komunikasi untuk mendukung integrasi dengan platform *Internet of Things* (IoT) Antares di tahap akhir penelitian. Saat ini, data yang dikumpulkan dari sensor ditampilkan melalui serial monitor pada Arduino untuk keperluan pengujian dan pemantauan. Selanjutnya, data tersebut akan dikirim ke Antares agar pengguna dapat memantau status mesin secara *real-time* melalui *smartphone*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dan aktuator bekerja dengan baik sesuai dengan *range* yang sudah diprogram. Sistem ini mampu mendeteksi kondisi bahan dengan presisi tinggi serta menjaga suhu air dalam batas optimal untuk pembuatan kopi.

Kata kunci: Mesin Kopi Otomatis; IoT; *Monitoring* Bahan; Pengendalian Suhu; Antares.

Abstract. *In this modern era, the innovation of Internet of Things (IoT) technology is rapidly advancing and has been applied in various fields, including the beverage production sector. This research aims to design an automatic coffee-making machine that can monitor ingredient availability, measure water temperature, and control water temperature through an IoT-based system. This system uses an ultrasonic sensor to monitor the availability of beverage ingredients and a DS18B20 sensor to measure water temperature. The water heating process is automatically controlled using a water heater, which operates based on temperature data from the sensor. The Arduino Mega microcontroller functions as the main controller in this system, while the NodeMCU is used as a communication module to support integration with the IoT platform Antares in the final step of the research. Currently, the data collected from the sensors is displayed through the serial monitor on the Arduino for testing and monitoring purposes. Hereafter, this data will be sent to Antares, allowing users to monitor the machine's status in real-time via a smartphone. Test results show that the sensors and actuators function properly*

within the programmed range. The system can accurately detect ingredient conditions and maintain water temperature within the optimal range for coffee preparation.

Keywords: *Automatic Coffee Machine; IoT; Ingredient Monitoring; Temperature Control; Antares.*

1. Pendahuluan

Kopi saat ini menjadi salah satu minuman yang mengandung kafein yang paling populer secara global, yang menjadikannya bagian tak terpisahkan dari gaya hidup sebagian besar masyarakat khususnya pada kalangan anak muda [1]. Saat ini telah terjadi pergeseran preferensi konsumen terhadap kopi, orang tidak hanya berfokus pada rasa, tetapi juga pada teknik penyeduhan yang digunakan untuk menghasilkan segelas kopi yang sempurna. Salah satu perdebatan yang muncul dalam dunia perkopian adalah metode penyeduhan manakah yang paling disukai oleh para penggemar kopi, mesin pembuat kopi otomatis atau cara pembuatan kopi manual yang mencakup interaksi antara barista dan mesin kopi. Ketertarikan ini tercermin dari preferensi terhadap metode penyiapan kopi tertentu, baik menggunakan mesin kopi otomatis yang efisien maupun penyiapan kopi manual yang memerlukan keterampilan dan keahlian khusus.

Teknologi otomatis umumnya mengacu pada metode atau proses yang menggunakan mesin, sistem kontrol, atau teknologi informasi untuk lebih mengoptimalkan proses produksi [2]. Proses otomatis ini biasanya dilakukan ketika proses manual tradisional memerlukan banyak waktu, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Teknologi mesin pembuat kopi semakin populer di *coffee shop* dan rumah karena mampu meningkatkan efisiensi dalam proses pembuatan kopi [3]. Banyak *coffee shop* saat ini beralih ke mesin kopi otomatis untuk mengolah kopi bubuk menjadi minuman siap saji, mengingat metode manual memerlukan waktu lama dan berpotensi menimbulkan antrean panjang. Dengan menggunakan mesin otomatis, proses pembuatan kopi menjadi lebih cepat dan konsisten, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih efektif.

Meskipun mesin kopi otomatis telah banyak digunakan, masih terdapat beberapa kendala seperti kurangnya sistem *monitoring* bahan baku dan suhu air secara *real-time*, serta keterbatasan dalam otomatisasi pengadukan minuman dan pemindahan gelas secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan model mesin pembuat kopi yang dapat termonitor dan terkendali melalui *smartphone* dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), sehingga pengguna dapat dengan mudah mengontrol dan memantau seluruh proses pembuatan kopi secara otomatis.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain mempermudah pengguna dalam menyajikan kopi tanpa harus mengukur bahan secara manual, meningkatkan efisiensi waktu dalam pembuatan kopi, mengurangi kesalahan pengguna dalam proses penyeduhan, serta memungkinkan pemantauan bahan baku dan suhu air secara *real-time* melalui s*martphone*. Dalam pengembangannya, penelitian ini merujuk pada beberapa literatur mengenai sistem kendali otomatis, mikrokontroler, serta teknologi IoT. Sistem kendali otomatis terdiri dari dua jenis, yaitu sistem kendali *loop* terbuka dan *loop* tertutup. Sistem *loop* tertutup digunakan untuk meningkatkan akurasi kontrol dalam mesin kopi.

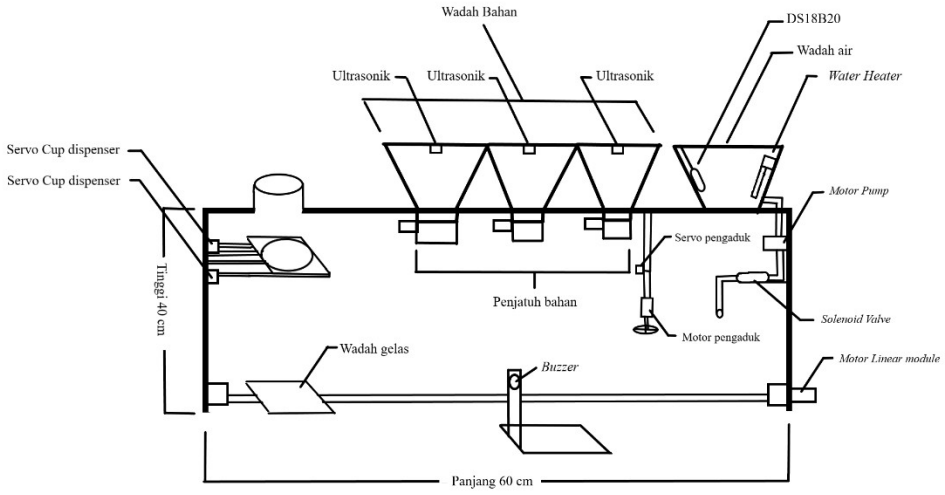
2. Metode

2.1 Perancangan Konstruksi Mesin Kopi

Mesin kopi otomatis berbasis IoT dirancang untuk memudahkan pengguna mesin kopi dalam proses pembuatan kopi dengan pemantauan dan pengendalian menggunakan *smartphone*. Sistem ini dirancang untuk memantau ketersediaan bahan, mengatur suhu air dan mengontrol proses pembuatan kopi secara otomatis. Saat ini, belum semua sistem penyajian kopi menerapkan teknologi otomatisasi berbasis IoT. Oleh karena itu, pengembangan mesin kopi otomatis ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi serta menjaga konsistensi dalam proses penyeduhan kopi.

Perancangan sistem mencakup perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Dari sisi perangkat keras, sistem ini menggunakan Arduino Mega sebagai pengendali utama dan NodeMCU sebagai modul komunikasi IoT. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketersediaan bahan, sedangkan sensor DS18B20 berfungsi untuk memantau suhu air. Berbagai aktuator, seperti motor DC, motor servo, *buzzer*, pemanas air, dan *solenoid valve*, digunakan untuk mengoperasikan mekanisme pembuatan kopi secara otomatis. Selain itu, perancangan perangkat keras juga mencakup desain wadah bahan, sistem *cup dispenser*. Pengujian sistem dilakukan menggunakan aplikasi seperti Fritzing guna memastikan setiap komponen bekerja dengan baik sebelum diterapkan pada perangkat fisik.

Dari sisi perangkat lunak, sistem ini dirancang melalui pembuatan diagram alur (*flowchart*), pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE, serta integrasi dengan platform IoT. Untuk saat ini, data sistem ditampilkan melalui serial monitor. Pada tahap akhir penelitian, platform IoT Antares akan digunakan dalam penelitian ini. Platform ini memungkinkan integrasi dengan berbagai perangkat berbasis mikrokontroler untuk mengendalikan mesin secara jarak jauh. Dengan adanya penelitian ini, mesin pembuat kopi otomatis diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam proses penyeduhan kopi serta mendukung perkembangan industri kopi di era digital. Desain mesin kopi secara keseluruhan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain mesin kopi otomatis.

2.2 Diagram Blok Mesin Kopi

Mesin pembuat kopi cepat saji merupakan mesin otomatis yang dapat menyiapkan minuman secara otomatis [4]. Mesin pembuat kopi ini banyak ditemukan di *supermarket, coffee shop*, dan restoran besar. Dalam dunia otomatisasi, terdapat sistem kendali yang digunakan untuk mengendalikan suatu mesin [5]. Sistem kendali merupakan serangkaian perangkat yang mengontrol kondisi sistem agar sesuai dengan yang diinginkan. Sistem ini terdiri atas *input, set point* yang menunjukkan kondisi saat ini atau *respons* sistem, serta *output* yang menunjukkan hasil aktual. *Plant* adalah objek yang dikendalikan. Terdapat dua teknik pengendalian dasar, yaitu *loop* terbuka dan *loop* tertutup. Penelitian ini menggunakan sistem kendali *loop* tertutup. Pada sistem kendali *loop* tertutup, keluaran atau *respons* sistem memengaruhi tindakan pengendalian. Kontrol didasarkan pada umpan balik dari hasil keluaran, yang memungkinkan sistem melakukan penyesuaian jika terjadi gangguan. Untuk memastikan tindakan pengendalian yang tepat, diperlukan metode kontrol yang dapat mencegah *overcorrection*, yang dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem.

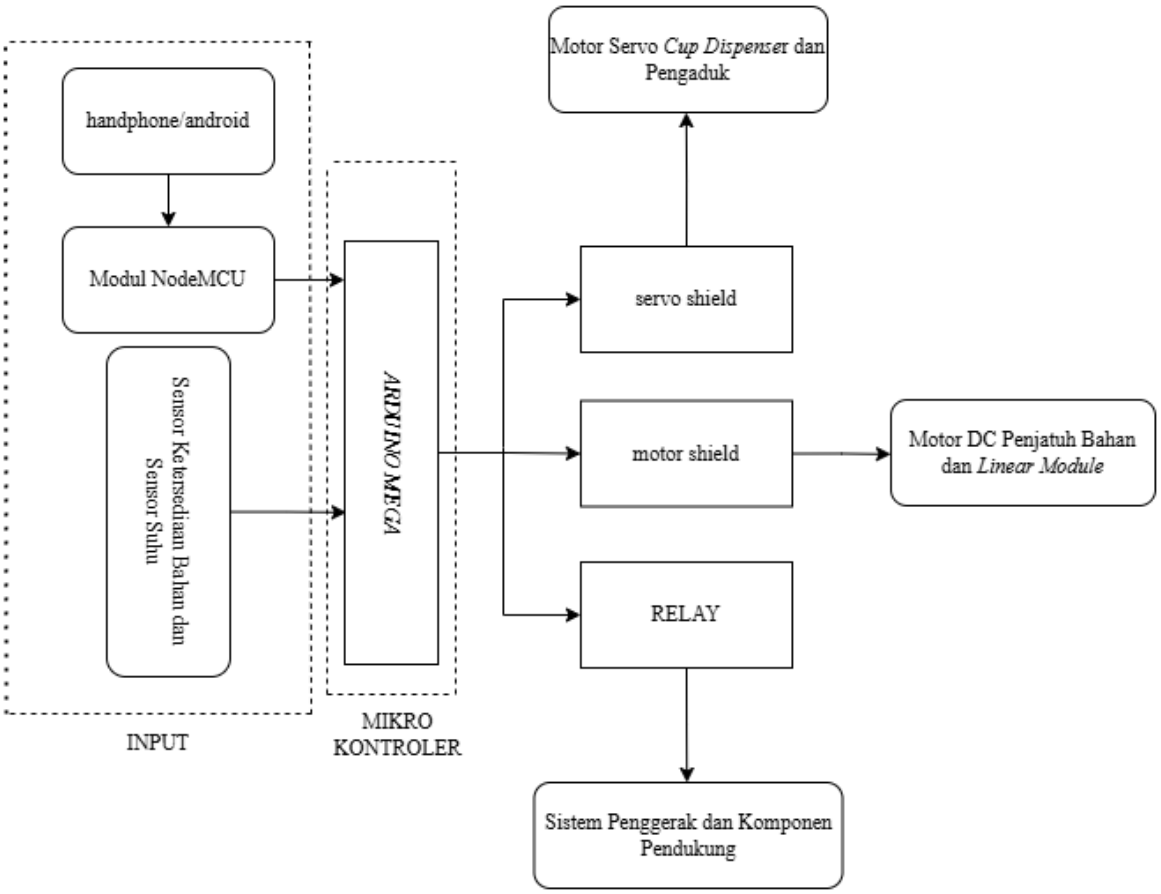
Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik, yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan objek di depannya [6]. Sensor ini beroperasi pada

frekuensi antara 40 kHz hingga 400 kHz, dengan pemancar yang menggunakan kristal piezoelektrik untuk mengukur jarak benda dari sensor. Sensor DS18B20 digunakan sebagai sensor suhu digital yang mampu mengukur suhu air dengan tingkat presisi tinggi, dengan resolusi ADC internal 12-bit dan rentang pengukuran dari -10 hingga +85°C [7]. Mikrokontroler utama yang digunakan adalah Arduino Mega 2560, yang memiliki 54 pin *input/output* digital, 16 pin *input analog*, serta mendukung komunikasi *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART), *Inter-Integrated Circuit* (I2C) dan *Serial Peripheral Interface* (SPI) untuk mengontrol berbagai sensor dan aktuator dalam sistem [8].

Untuk menghubungkan sistem dengan internet, digunakan NodeMCU ESP8266, sebuah mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang mendukung komunikasi *Internet of Things* (IoT) dan kompatibel dengan Arduino IDE [9]. Dalam pengendalian motor, sistem ini dilengkapi dengan *Motor Shield*, yang berfungsi sebagai *driver* untuk mengontrol hingga empat motor DC atau dua motor *stepper* dengan arus maksimum 2 *ampere* per saluran [10]. Selain itu, *Servo Shield* digunakan untuk mengendalikan motor servo hingga 16 unit menggunakan komunikasi I2C melalui pin A4 dan A5 (SDA dan SCL) [11]. Motor DC merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik, atau gerakan [12]. Motor ini memiliki dua terminal atau kabel yaitu *power* dan *ground*. Untuk menjalankan motor DC memerlukan pasokan tegangan DC, motor DC dalam sistem ini berfungsi untuk menggerakkan berbagai mekanisme pengeluaran bahan dan pergerakan *linear module*, sedangkan motor servo dalam penelitian ini merupakan aktuator putar yang memiliki sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup, yang dapat mengatur posisi sudut poros *output* motor dengan presisi digunakan untuk mengontrol pergerakan *cup dispenser* dan pengaduk kopi [13].

Sistem ini juga menggunakan *relay*, yang berperan sebagai sakelar listrik yang dikendalikan secara elektromagnetik untuk mengontrol perangkat dengan tegangan tinggi, seperti pemanas air dan pompa air [14]. *Solenoid valve* digunakan sebagai katup yang digerakkan oleh energi listrik, menggunakan kumparan sebagai penggerak utamanya [15]. Sebagai indikator suara, *buzzer* digunakan sebagai penanda ketika proses pembuatan kopi telah selesai. *Buzzer* sendiri adalah komponen elektronika yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara dan sering digunakan pada sistem *alarm* atau sebagai indikator suara [16]. Untuk memastikan suhu air tetap optimal, sistem ini menggunakan *water heater*, yang bekerja dengan elemen pemanas listrik yang ditenagai listrik [17]. Proses pemanasan ini menghasilkan suhu air yang sebanding dengan energi listrik yang dipasok dan dikonversi menjadi energi panas (kalor).

Di masa mendatang, sistem ini akan diintegrasikan dengan platform Antares, sebuah platform IoT yang dikembangkan oleh PT Telekomunikasi Indonesia untuk menyimpan dan memproses data secara *real-time* [18], [19]. Antares mendukung berbagai protokol komunikasi, seperti *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), *WebSocket*, dan *Constrained Application Protocol* (CoAP), serta dapat diakses melalui koneksi Wi-Fi, 4G, LoRa, dan NB-IoT. Dengan adanya platform ini, pengguna dapat memantau dan mengendalikan mesin pembuat kopi melalui *smartphone* dari jarak jauh. Rancangan sistem secara keseluruhan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok mesin kopi otomatis.

Arduino Mega digunakan sebagai mikrokontroler yang berkomunikasi dengan modul NodeMCU ESP8266 menggunakan komunikasi serial *Inter-Integrated Circuit* (I2C) untuk pertukaran data. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai modul tambahan, sehingga Arduino Mega dapat terhubung ke internet dan mengirimkan data ke platform Antares di masa yang akan datang. Data ini kemudian akan ditampilkan pada aplikasi Antares di *smartphone*. Aplikasi Antares pada *smartphone* akan berfungsi sebagai sistem *monitoring* dan pengendali mesin.

Proses pembuatan kopi dimulai ketika pengguna memilih jenis kopi melalui aplikasi Antares yang dirancang pada *smartphone*. Data *input* pilihan kopi dikirim melalui jaringan internet, kemudian data tersebut diterima oleh NodeMCU ESP8266 dan diteruskan ke Arduino Mega. Setelah itu, Arduino Mega akan mengirim perintah untuk memulai proses pembuatan kopi dengan menggerakkan motor DC melalui *motor shield*. Motor DC pada *linear module* akan menggerakkan wadah gelas ke posisi yang sesuai untuk proses penuangan bahan-bahan kopi. Selanjutnya, Arduino Mega mengaktifkan motor servo melalui *servo shield* untuk menjatuhkan gelas ke tempatnya, diikuti oleh motor servo pengaduk.

Pada proses akhir, Arduino Mega akan mengirim perintah melalui modul *relay 4-channel* untuk mengaktifkan *solenoid valve* dan menggerakkan motor *pump* guna memompa air ke dalam wadah gelas. Motor pengaduk kemudian akan diturunkan ke dalam gelas yang telah terisi air untuk mencampur bahan-bahan kopi. Setelah minuman siap, sistem akan mengaktifkan *buzzer* sebagai tanda bahwa kopi telah selesai dibuat.

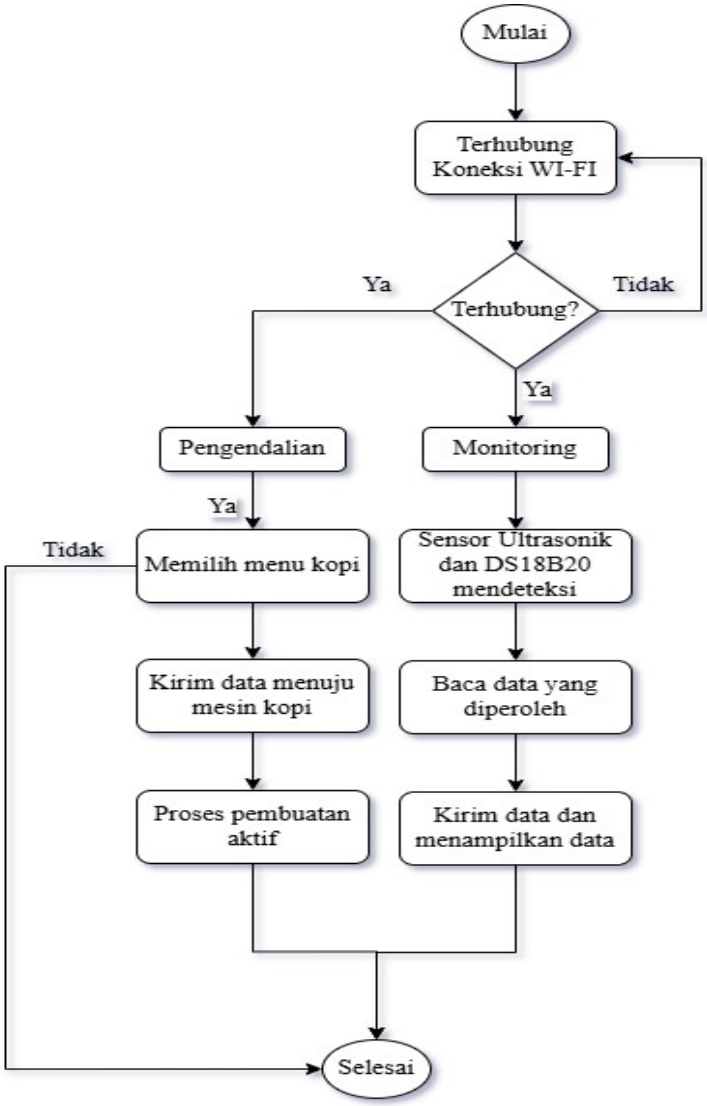
Sensor DS18B20 akan mengukur suhu air dan menampilkan data suhu melalui serial monitor Arduino. Sensor ultrasonik juga akan membaca nilai jarak antara sensor dan permukaan bahan untuk memantau ketersediaan bahan. Data suhu air akan dibandingkan dengan pengukuran termometer guna memastikan suhu air panas tetap ideal, sementara data nilai jarak dan ketinggian akan dibandingkan

dengan tinggi bahan untuk memastikan hasil pengukuran akurat. Di masa mendatang, semua data sensor akan dikirimkan ke platform Antares dan ditampilkan pada aplikasi di *smartphone*, sehingga pengguna dapat melakukan *monitoring* serta mengontrol setiap tahapan proses secara *real-time*.

2.3 Alur Kerja Mesin Kopi Otomatis

Diagram alir sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3. Penjelasan alur kerja yang sesuai dengan diagram alir adalah sebagai berikut:

1. Ketika mesin kopi dihidupkan, NodeMCU ESP8266 akan mencoba terhubung ke jaringan Wi-Fi menggunakan program yang telah dibuat.
2. Setelah koneksi NodeMCU ESP8266 berhasil, *smartphone* pengguna juga akan terhubung ke jaringan yang sama untuk mengirimkan perintah pengendalian dan memulai proses pembuatan kopi.
3. Sistem akan melakukan *monitoring* dengan membaca data dari sensor dan menampilkan hasilnya sementara pada serial monitor Arduino. Saat ini, data yang diperoleh dari sensor ultrasonik dan sensor suhu akan dikirim ke Arduino Mega dan ditampilkan pada serial monitor untuk pengujian dan *monitoring*. Di masa mendatang, sistem akan dikembangkan agar data sensor dikirim ke platform Antares. Dengan adanya integrasi Antares, pengguna akan dapat memantau dan mengendalikan mesin secara *real-time* melalui aplikasi di *smartphone*, sehingga tidak perlu lagi mengakses serial monitor secara langsung.
4. Saat pengguna mengakses aplikasi Antares, tampilan layar akan muncul untuk melakukan kalibrasi IP guna memastikan koneksi antara *smartphone* dan mesin kopi dapat terhubung dengan baik.
5. Setelah proses kalibrasi IP selesai dan masuk ke tampilan menu, sensor mulai mengirimkan data untuk *monitoring* secara *real-time* yang saat ini ditampilkan pada serial monitor Arduino.
6. Sensor ultrasonik akan mendeteksi ketersediaan bahan dalam wadah dengan mengukur ketinggian bahan, kemudian mengirimkan data ke Arduino Mega dan menampilkannya pada Serial Monitor.
7. Sensor DS18B20 akan membaca suhu air, kemudian mengirimkan data ke Arduino Mega, lalu menampilkan informasi suhu air secara *real-time* pada Serial Monitor.
8. Setelah data sensor ditampilkan, pengguna dapat memilih menu kopi yang diinginkan.
9. Data pemesanan akan dikirimkan ke Arduino Mega, kemudian sistem akan memulai proses pembuatan kopi.
10. Jika suhu air terdeteksi di bawah 90°C, sistem akan mengaktifkan *water heater* untuk memanaskan air hingga mencapai suhu ideal. Sistem akan terus memantau suhu air hingga mencapai atau melebihi 90°C.
11. Ketika suhu telah mencapai atau melebihi 90°C, *water heater* mati, lalu sistem akan mengirimkan pembaruan data suhu ke serial monitor sebagai indikator bahwa suhu telah kembali normal.
12. Jika sejak awal suhu air telah mencapai atau melebihi 90°C, sistem akan langsung mengirimkan data suhu ke serial monitor tanpa mengaktifkan *water heater*.
13. Di masa mendatang, data yang saat ini ditampilkan pada serial monitor akan dikirim ke platform Antares untuk memungkinkan *monitoring* dan kontrol melalui aplikasi *smartphone*.
14. Setelah seluruh proses selesai, sistem kembali siap menerima perintah baru dari pengguna melalui aplikasi Antares.



Gambar 3. Diagram alir sistem keseluruhan.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini membahas beberapa hasil pengujian dan analisis alat yang terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Pengujian sensor ultrasonik.
2. Pengujian sensor suhu.
3. Pengujian *water heater*.

3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik dapat mengukur jarak dan ketinggian bahan pada wadah bahan yang akurat sesuai dengan pengukuran dengan penggaris. Sensor ditempatkan pada ketinggian 10 cm dari dasar wadah. Sampel bahan akan ditempatkan di dalam wadah dengan ukuran yang bervariasi. Jarak yang terdeteksi oleh sensor merupakan selisih antara posisi sensor dan permukaan bahan. Data hasil pengujian jarak dan ketinggian yang telah diproses oleh sensor ultrasonik akan ditampilkan pada serial monitor pada Arduino IDE. Hasil pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor ultrasonik.

No	Ketinggian Bahan	Pengukuran Penggaris	Ketinggian Bahan Terdeteksi	Jarak Bahan Terdeteksi	Status Bahan
1	5 cm	5 cm	5,02 cm	5,48 cm	Tersedia
2	7,4 cm	7,4 cm	7,55 cm	2,95 cm	Tersedia
3	6,2 cm	6,2 cm	6,3 cm	4,2 cm	Tersedia
4	2 cm	2 cm	2,09 cm	8,41 cm	Hampir Habis
5	1,8 cm	1,8 cm	1,72 cm	8,78 cm	Hampir Habis

Data pada tabel 1 menunjukkan hasil pengujian dari sensor ultrasonik dalam mengukur ketinggian bahan di dalam wadah. Data hasil deteksi sensor ultrasonik dibandingkan dengan pengukuran menggunakan penggaris. Selisih antara ketinggian bahan yang terdeteksi dan hasil pengukuran manual berkisar antara 0,02 cm hingga 0,15 cm. Selisih tersebut menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Selain itu, nilai jarak bahan yang sensor deteksi menunjukkan jarak antara sensor dan permukaan bahan di dalam wadah.

Gambar 4. Pengujian deteksi sensor ultrasonik

Gambar 4 menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak dan ketinggian bahan dan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE. Sistem diprogram dengan *range* “Bahan Hampir Habis" pada ketinggian 2,7 cm. Karena ketinggian bahan yang terdeteksi masih melebihi batas tersebut, sistem mengategorikan status bahan sebagai "Masih Ada", yang menunjukkan bahwa jumlah bahan di dalam wadah masih mencukupi. Berdasarkan hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sensor dapat digunakan untuk memantau ketersediaan bahan secara *real-time* dengan akurasi yang baik. Konfigurasi sensor ultrasonik dengan mikrokontroler yang berfungsi dengan baik dapat digunakan sebagai bagian dalam implementasi sistem secara menyeluruh setelah proses pengujian awal ini.

3.2 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu DS18B20 menggunakan alat pembanding yaitu termometer. Gambar 5 memperlihatkan cara pengujian sensor suhu dengan *water heater* yang telah dimasukkan ke dalam air. Termometer sebagai pembanding juga dimasukkan di dalam wadah untuk proses kalibrasi sensor suhu.

Gambar 5. Pengujian deteksi sensor suhu.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor suhu.

No	Suhu dari Termometer	Suhu dari sensor DS18B20
1	49,8 °C	49,2°C
2	59,5 °C	59,1 °C
3	66,0 °C	65,8 °C
4	88,1°C	88,3 °C
5	91,1 °C	90,4 °C

Tabel 2 menunjukkan hasil deteksi sensor mendekati pengukuran termometer. Selisih suhu antara kedua metode pengukuran berkisar antara 0,2°C hingga 0,5°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor DS18B20 telah terkalibrasi dan memiliki tingkat akurasi yang baik. Berdasarkan hasil pengujian, sensor DS18B20 dapat mendeteksi suhu air secara *real-time* dengan akurat. Konfigurasi sensor suhu dengan mikrokontroler yang berfungsi dengan baik dapat digunakan sebagai bagian dalam implementasi sistem secara menyeluruh setelah proses pengujian awal ini.

3.3 Pengujian Water Heater

Pengujian *water heater* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat mengontrol suhu air dengan melakukan pemanasan air secara otomatis berdasarkan suhu yang terdeteksi oleh sensor DS18B20. Proses pengujian *water heater* menggunakan konfigurasi perangkat yang sama dengan proses pengujian sensor suhu seperti diperlihatkan pada gambar 6. Pada penelitian ini, *relay* digunakan sebagai sakelar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan *water heater*. Sistem dirancang agar *water heater* ON ketika suhu air berada di bawah 90°C dan akan OFF ketika suhu mencapai atau melebihi batas tersebut. Data kondisi *water heater* akan ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE.

Gambar 6. Pengujian *Water Heater*

Tabel 3. Hasil pengujian *water heater*.

No	Suhu dari sensor DS18B20	Status *water heater*
1	49,2°C	ON
2	65,8 °C	ON
3	82,2 °C	ON
4	88,3 °C	ON
5	90,4 °C	OFF

Hasil pengujian *water heater* dapat dilihat pada tabel 3. Berdasarkan dua kondisi *water heater* yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Tabel 3, sistem pemanasan air bekerja secara otomatis sesuai dengan suhu yang terdeteksi oleh sensor DS18B20. Pada saat suhu air di bawah 90 °C, sistem akan menyalakan *water heater* dengan kontrol *relay* dan pada saat suhu air mencapai atau melebihi 90°C, sistem akan mematikan *water heater*. Berdasarkan hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol pemanasan air bekerja dengan baik, *relay* mengaktifkan *water heater* saat suhu rendah dan mematikannya ketika suhu mencapai batas yang telah ditentukan. Konfigurasi *water heater*, *relay* dan mikrokontroler yang berfungsi dengan baik dapat digunakan sebagai bagian dalam implementasi sistem secara menyeluruh setelah proses pengujian awal ini.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil uji coba dan pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* ketersediaan bahan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program yang telah dirancang dan menghasilkan data jarak dan ketinggian bahan dalam wadah yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik dengan kesalahan pengukuran antara 0,02 cm dan 0,15 cm dalam skala maksimum 10 cm.
2. Sensor suhu dapat mendeteksi suhu air dengan akurat dengan selisih antara 0,2°C hingga 0,5°C dibandingkan dengan termometer standar.
3. Sistem pemantauan dan pengendalian *water heater* dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan suhu air yang dideteksi oleh sensor DS18B20, yang menghidupkan dan mematikan *water heater* berdasarkan suhu yang telah ditetapkan, yaitu 90°C.
4. Konfigurasi sensor dan aktuator dengan mikrokontroler yang berfungsi dengan baik dapat digunakan sebagai bagian dalam implementasi sistem secara menyeluruh setelah proses pengujian awal ini. Sistem akan dikembangkan dengan mengintegrasikan *platfom*
5. IoT Antares agar pengguna dapat memonitoring dan melakukan pengendalian secara *real-time* melalui *smartphone*.

5. Referensi

[1] E. Roesdiono dan P. N. A. Mahmuda, “Analisis Tingkat Minat Terhadap Produk Kopi Seduh Mesin Otomatis DanSeduh Manual Pada Kosaku Coffee Surabaya,” *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 4, hal. 9711–9724, 2023.

[2] M. A. D. Alghifary, M. A. Murti, dan C. Setianingsih, "Perancangan Perangkat Manajemen dan Kendali Ban Listrik," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 148–155, 2020.

[3] F. Suryansyah Hidayatulloh, W. Dirgantara, dan D. Cahya Permatasari, “SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Rancang Bangun Mesin Kopi Espresso Menggunakan Arduino Uno R3,” *Snestik*, hal. 255–260, 2023, [Daring]. Tersedia pada: https://ejurnal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id.

[4] A. Sujiwa dan I. Santoso, “Automatic Coffee Maker Machine Based on Internet of Things (IoT),” *BEST J. Appl. Electr. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 01, hal. 1, 2022, doi: 10.36456/best.vol4.no01.5343.L. Lestari, S. Syahwin, dan T. Haramaini, “Pemanfaatan

Teknologi Internet of Things untuk Kendali Lampu menggunakan Android," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 2, hal. 112–124, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i2.312.

[5] L. Lestari, S. Syahwin, dan T. Haramaini, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Kendali Lampu menggunakan Android," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 2, hal. 112–124, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i2.312.

[6] I. Hudati, D. Y. Kusuma, N. B. Permatasari, dan R. R. Pebriani, "Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno pada Sistem Pengukuran Jarak," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 2, no. 2, hal. 14–19, 2021, doi: 10.22146/juliet.v2i2.71146.

[7] F. R. Ibrahim, F. T. Syifa, dan H. Pujiharsono, "Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 5, no. 2, hal. 63–73, 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i2.844.

[8] Henduino.github.io, "Mengenal Arduino Mega2560 – Henduino Library," *Henduino Library*, 2021. [Online]. Tersedia: https://henduino.github.io/library/board/mengenal-arduino-mega2560/. [Diakses: 15-Feb-2025].

[9] A. Satriadi, Wahyudi, dan Y. Christiyono, "Perangcangan Home Automation Berbasis NodeMcu," *Transient*, vol. 8, no. 1, hal. 2685–0206, 2019, [Daring]. Tersedia pada: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient.

[10] Engineersgarage.com, "Arduino's L293D motor driver shield guide," *Engineers Garage*, 2021. [Online]. Tersedia: https://www.engineersgarage.com/arduino-l293d-motor-driver-shield-tutorial/. [Diakses: 16-Feb-2025].

[11] A. Ada, "Adafruit 16-channel PWM/Servo Shield," *Adafruit*, 2024. [Online]. Tersedia: https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-16-channel-pwm-slash-servo-shield.pdf. [Diakses: 16-Feb-2025].

[12] E. A. Prastyo, "Pengertian dan Prinsip Kerja Motor DC," *Arduino Indonesia*, 2022. [Online]. Tersedia: https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-dc.html. [Diakses: 17-Feb-2025].

[13] Y. A. Bahtiar, D. Ariyanto, M. Taufik, dan T. Handayani, "Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif," *Jurnal EECCIS*, vol. 13, no. 3, pp. 109–113, Des. 2019.

[14] S. P. Santosa dan R. M. W. Nugroho, "Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, Jan. 2021.

[15] M. I. Wahyudi dan R. A. Aziz, "Keran Air Wudhu Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Sebagai Upaya Meminimalisasi Pemborosan Air," *Journal of Applied Computer Science and Technology (JACOST)*, vol. 3, no. 1, pp. 151–156, 2022. [Online]. Tersedia: https://doi.org/10.52158/jacost.v3i1.296.

[16] S. Hartanto dan A. D. Prabowo, "Rancang Bangun Sistem Absensi Dengan Pemeriksaan Suhu Tubuh Berbasis Arduino ATmega2560," *J. Ilm. Elektrokrisna* , vol. 9, no. 3, hal. 27–40, 2021.

[17] A. M. Faqih *et al.*, "Design Of Automatic Water Heating System For Washing Machine Testing," *J. Stand.*, vol. 24, no. 1, hal. 13–20, 2022.

[18] M. D. Lagan dan M. Ary, "Sistem Kendali Kunci Pintu Menggunakan Voice Command Berbasis Internet of Things (Iot)," *eProsiding Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, hal. 1–12, 2021, [Daring]. Tersedia pada: http://eprosiding.ars.ac.id/index.php/pti/article/view/219.

[19] A. K. Permana dan A. Rachmawan, "Studi Komparasi Platform Open-Source Internet of Things," *J. Teknol. dan Manaj.*, vol. 21, no. 1, hal. 43–48, 2023, doi: 10.52330/jtm.v21i1.38.