

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Suhu dan volume air merupakan parameter penting dalam penyajian makanan dan minuman karena setiap produk memiliki kondisi penyajian yang berbeda. Variasi temperatur air pada penyeduhan teh hijau, yaitu 80, 90, dan 95 °C, memengaruhi karakteristik sensori, termasuk warna dan cita rasa (Abanoz et al., 2025). Temperatur penyeduhan kopi juga memengaruhi senyawa yang terekstraksi dan karakteristik penerimaan konsumen, dengan temperatur 85 °C menunjukkan tingkat penerimaan yang lebih baik pada kondisi penelitian (Kang et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan penyediaan air dengan temperatur dan volume yang sesuai dengan kebutuhan penyajian.

Kebutuhan temperatur air dalam penyajian berbeda-beda sesuai dengan jenis makanan atau minuman. Temperatur penyeduhan berpengaruh terhadap sifat sensori dan kapasitas antioksidan teh sage, dengan kondisi terbaik pada rentang 75–80 °C selama 2–4 menit (İlyasoğlu dan Arpa Zemzemoğlu, 2022). Perbedaan karakteristik sensori teh hijau juga ditemukan pada temperatur penyeduhan 80, 90, dan 95 °C (Abanoz et al., 2025). Pada kopi, temperatur penyeduhan 85, 90, dan 95 °C menghasilkan perbedaan karakteristik fisikokimia dan penerimaan konsumen, dengan temperatur 85 °C direkomendasikan pada kondisi penelitian tersebut (Kang et al., 2022). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa satu kondisi temperatur belum tentu sesuai untuk seluruh jenis produk.

Selain temperatur, volume air juga menjadi parameter penting dalam proses penyajian karena menentukan rasio antara jumlah air dan bahan yang digunakan serta dapat memengaruhi konsentrasi dan karakteristik akhir minuman. Selain itu, penelitian Guinard et al. (2023) menempatkan *brew ratio*, yaitu perbandingan jumlah air terhadap kopi, sebagai salah satu parameter penting yang berkaitan dengan *brew strength*, *extraction yield*, karakteristik sensori, dan tingkat penerimaan konsumen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian volume air diperlukan untuk menghasilkan jumlah dan konsentrasi sajian yang lebih konsisten sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Sistem penyedia air minum konvensional masih memiliki keterbatasan dalam menyediakan temperatur dan volume yang sesuai dengan kebutuhan penyajian. Dispenser umumnya menyediakan air panas, normal, dan dingin dengan pilihan temperatur serta volume keluaran yang terbatas sehingga pengguna perlu melakukan penyesuaian secara manual. Pengembangan *smart water dispenser* menunjukkan bahwa sistem otomatis dapat meningkatkan kemampuan pengukuran dan pengendalian penyediaan air, termasuk pencatatan volume yang terintegrasi dengan aplikasi Android dengan akurasi 92,6% (Abadi et al., 2021). Pengembangan dispenser berbasis IoT dengan sensor volume dan aplikasi juga dapat mendukung pemantauan konsumsi air secara *real-time* (Aziz et al., 2024). Keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya sistem penyedia air yang mampu mengatur temperatur dan volume secara lebih fleksibel dan terukur.

Penggunaan dispenser konvensional berkaitan dengan konsumsi energi listrik untuk mempertahankan ketersediaan air panas dan dingin. Proses pemanasan dan pendinginan secara berkala dapat menjadi tidak efisien ketika kebutuhan pengguna tidak berlangsung secara kontinu (Chou et al., 2022). Pengaturan waktu pemanasan, pendinginan, dan *sleep mode* berdasarkan pola penggunaan dapat mengurangi konsumsi listrik hingga 28% per bulan dengan tingkat pelayanan sebesar 97% (Chou et al., 2022). Pengendalian proses pemanasan juga menjadi salah satu aspek yang dapat dikembangkan untuk mengurangi penggunaan daya dan konsumsi energi pada dispenser (Nugroho dan Supardi, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa waktu operasional serta proses pemanasan dan pendinginan perlu disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti pada warung sebagai lokasi penelitian, ditemukan bahwa terdapat berbagai produk dengan petunjuk penyajian pada kemasannya yang membutuhkan suhu dan volume air tertentu. Dispenser konvensional yang digunakan belum mampu menyediakan air dengan pengaturan suhu dan volume sesuai kebutuhan tersebut. Kondisi ini menyebabkan proses penyajian masih dilakukan secara manual dan pengguna harus memperkirakan suhu serta volume air yang diperlukan berdasarkan petunjuk penyajian produk (Observasi Penulis, 2026).

Selain itu, dispenser yang digunakan belum memiliki sistem pemantauan kondisi secara *real-time*. Kondisi suhu air, status pemanas dan pendingin, serta keadaan operasional dispenser belum dapat diketahui secara langsung melalui perangkat pemantauan. Pengguna harus memeriksa kondisi dispenser secara langsung untuk mengetahui keadaan perangkat, sehingga perubahan kondisi dispenser tidak dapat dipantau dari jarak jauh (Observasi Penulis, 2026).

Permasalahan lainnya adalah dispenser masih beroperasi selama 24 jam meskipun kegiatan operasional warung hanya berlangsung pada waktu tertentu. Kondisi tersebut menyebabkan dispenser tetap dalam keadaan menyala di luar waktu penggunaan, termasuk ketika fungsi pemanas dan pendingin tidak sedang dibutuhkan. Pengoperasian dispenser secara terus-menerus tersebut menyebabkan penggunaan energi listrik yang tidak sesuai dengan kebutuhan operasional warung (Observasi Penulis, 2026).

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem penyedia air minum berbasis otomatisasi dan Internet of Things (IoT) untuk mengatasi keterbatasan dispenser konvensional. Abadi et al. (2021) mengembangkan *Smart Water Dispenser* yang terintegrasi dengan sistem pemantauan konsumsi air dan aplikasi Android, dengan fokus pada pengukuran volume air yang dikeluarkan secara otomatis. Selanjutnya, Aziz et al. (2024) mengembangkan *Smart Water Dispenser* berbasis IoT menggunakan ESP32, RFID, sensor ultrasonik, Blynk IoT, dan Google Firebase untuk melakukan pemantauan serta pengelolaan penggunaan air secara *real-time*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengurangi pemborosan air dibandingkan dispenser konvensional pada skenario pengujian yang dilakukan. Penelitian Zahra dan Irianto (2025) juga mengembangkan *Smart Water Dispenser* berbasis IoT dengan integrasi ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor volume, Firebase Realtime Database, dan aplikasi mobile untuk melakukan pemantauan temperatur, volume, serta memberikan notifikasi secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kesalahan pembacaan volume sebesar 1,89% dan rata-rata *delay* notifikasi sebesar 0,92 detik. Sementara itu, Chou et al. (2022) mengembangkan strategi penghematan energi pada dispenser berdasarkan pola penggunaan dengan mengatur waktu pemanasan, pendinginan, dan *sleep mode*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa

strategi tersebut dapat mengurangi konsumsi listrik hingga 28% per bulan dengan tingkat pelayanan sebesar 97%.

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan sistem penyedia air minum berbasis otomatisasi, Internet of Things (IoT), dan efisiensi energi, masih terdapat perbedaan fokus dan keterbatasan pada aspek yang dikembangkan. Penelitian Aziz et al. (2024) berfokus pada pengembangan *smart water dispenser* berbasis IoT untuk pengelolaan dan pemantauan penggunaan air, dengan integrasi ESP32, sensor ultrasonik, RFID, Blynk, dan Firebase, serta menunjukkan penurunan pemborosan air dibandingkan dispenser konvensional pada skenario pengujian yang dilakukan. Sementara itu, Chou et al. (2022) berfokus pada penghematan energi melalui pengaturan waktu pemanasan, pendinginan, dan *sleep mode* berdasarkan prediksi pola penggunaan pengguna, dengan fokus utama pada pengelolaan konsumsi energi, bukan pada pengaturan temperatur keluaran dan volume penyajian secara langsung. Dengan demikian, masih terdapat peluang pengembangan sistem yang mengintegrasikan pengaturan temperatur dan volume air secara otomatis melalui pencampuran air panas dan air dingin, pemantauan serta pengendalian berbasis IoT, dan pengelolaan waktu operasional untuk mengurangi konsumsi energi dalam satu sistem penyedia air minum. Aspek integrasi tersebut menjadi celah penelitian yang akan dikaji dalam penelitian ini.

Sebagai upaya untuk mengatasi celah penelitian tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem penyedia air minum yang mampu mengatur temperatur dan volume air secara otomatis berdasarkan parameter yang ditentukan pengguna. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang mengolah data dari sensor temperatur DS18B20 dan sensor aliran YF-S201 untuk mengendalikan proses penyediaan dan pencampuran air panas dan air dingin. Pengguna dapat menentukan temperatur dan volume air melalui aplikasi Android, kemudian sistem mengendalikan pompa pada masing-masing jalur untuk menghasilkan air sesuai dengan parameter yang ditentukan. Sistem juga dilengkapi kemampuan pemantauan dan pengendalian berbasis Internet of Things melalui Firebase Realtime Database sehingga informasi temperatur, volume, status pompa, dan kondisi operasional dapat dipantau secara real time. Selain itu, sistem dirancang dengan pengelolaan waktu operasional sesuai kebutuhan penggunaan sehingga

perangkat tidak perlu beroperasi secara terus-menerus di luar periode penggunaan. Kinerja sistem selanjutnya dievaluasi berdasarkan akurasi temperatur dan volume, kemampuan monitoring dan pengendalian secara real time, serta efektivitas penghematan energi listrik dibandingkan dengan dispenser konvensional.

Pengembangan sistem tersebut menjadi penting karena karakteristik penggunaan pada objek penelitian berbeda dengan kebutuhan penyediaan air secara terus-menerus. Warung sebagai objek penelitian hanya beroperasi pada pukul 17.00–21.00 WIB, tetapi menyediakan berbagai produk dengan kebutuhan temperatur dan volume air yang berbeda. Selain itu, kebutuhan pengoperasian yang terbatas pada periode tertentu memberikan peluang untuk menyesuaikan penggunaan energi listrik dengan waktu pemakaian. Dengan demikian, penerapan sistem penyedia air yang mampu memberikan keluaran dengan temperatur dan volume yang terukur serta dapat dipantau dan dikendalikan secara real time diperlukan untuk mendukung proses penyajian yang lebih praktis, konsisten, dan sesuai dengan kebutuhan operasional objek penelitian.

Berdasarkan uraian permasalahan, kondisi objek penelitian, dan kajian penelitian terdahulu, diperlukan sistem penyedia air minum yang mampu mengatur temperatur dan volume air secara otomatis serta menyediakan pemantauan dan pengendalian berbasis Internet of Things (IoT). Sistem tersebut diharapkan dapat memberikan keluaran air sesuai kebutuhan pengguna sekaligus mendukung penggunaan energi yang lebih efisien. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun sistem penyedia air panas dan dingin berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT). Berdasarkan tujuan tersebut, penelitian ini berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Air pada Dispenser Berbasis Mikrokontroler dengan Internet of Things (IoT)”.

Intelligentia - Dignitas

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka penulis mengidentifikasi permasalahan-permasalahan sebagai berikut:

1. Sistem penyedia air minum konvensional belum mampu menghasilkan suhu dan volume air secara presisi sesuai dengan kebutuhan pengguna terhadap berbagai jenis minuman.
2. Proses penyediaan air dengan suhu dan volume tertentu masih menghasilkan suhu dan volume yang kurang akurat.
3. Inefisiensi energi listrik karena penyediaan air beroperasi 24 jam non-stop.
4. Sistem penyedia air minum konvensional belum mampu melakukan pemantauan kondisi dan pengendalian kondisi operasional terhadap sistem secara real time.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian perlu adanya pembatasan masalah agar dalam pembahasannya tepat menuju sasaran dan tidak menyimpang. Pembatasan masalah pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengaturan suhu air keluaran agar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan rekomendasi penyajian berbagai jenis makanan maupun minuman. Rentang suhu yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada 20–80 °C dengan pengukuran pada tangki output.
2. Penelitian ini dibatasi pada pengaturan volume air keluaran agar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan rekomendasi penyajian berbagai jenis makanan maupun minuman. Volume air ditentukan berdasarkan nilai yang ditetapkan pengguna dengan batas minimal volume keluaran sebesar 300 mL dan pengukuran dilakukan pada tangki output.
3. Penelitian ini dibatasi pada upaya meminimalkan penggunaan energi melalui pengelolaan terjadwal operasional sistem penyedia air minum.
4. Penelitian ini dibatasi pada kemampuan monitoring dan pengendalian berbasis Internet of Things sehingga informasi mengenai temperatur, volume, kondisi tangki, status pompa, dan kondisi operasional sistem dapat dipantau maupun dikendalikan secara real time.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas dapat dirumuskan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan menghasilkan sistem penyedia air minum yang mampu menyediakan suhu dan volume air sesuai dengan kebutuhan pengguna terhadap berbagai jenis minuman?
2. Bagaimana akurasi sistem dalam menghasilkan suhu dan volume air yang ditentukan pengguna?
3. Bagaimana efektivitas penghematan energi listrik pada sistem penyedia air minum yang dikembangkan dibandingkan dengan dispenser konvensional?
4. Bagaimana kemampuan sistem dalam melakukan pemantauan dan pengendalian kondisi operasional secara real time berbasis Internet of Things (IoT)?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

Merancang bangun sistem yang dapat mengatur suhu air panas, air dingin, dan volume air pada dispenser secara otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)*.

1.6 Manfaat Penelitian

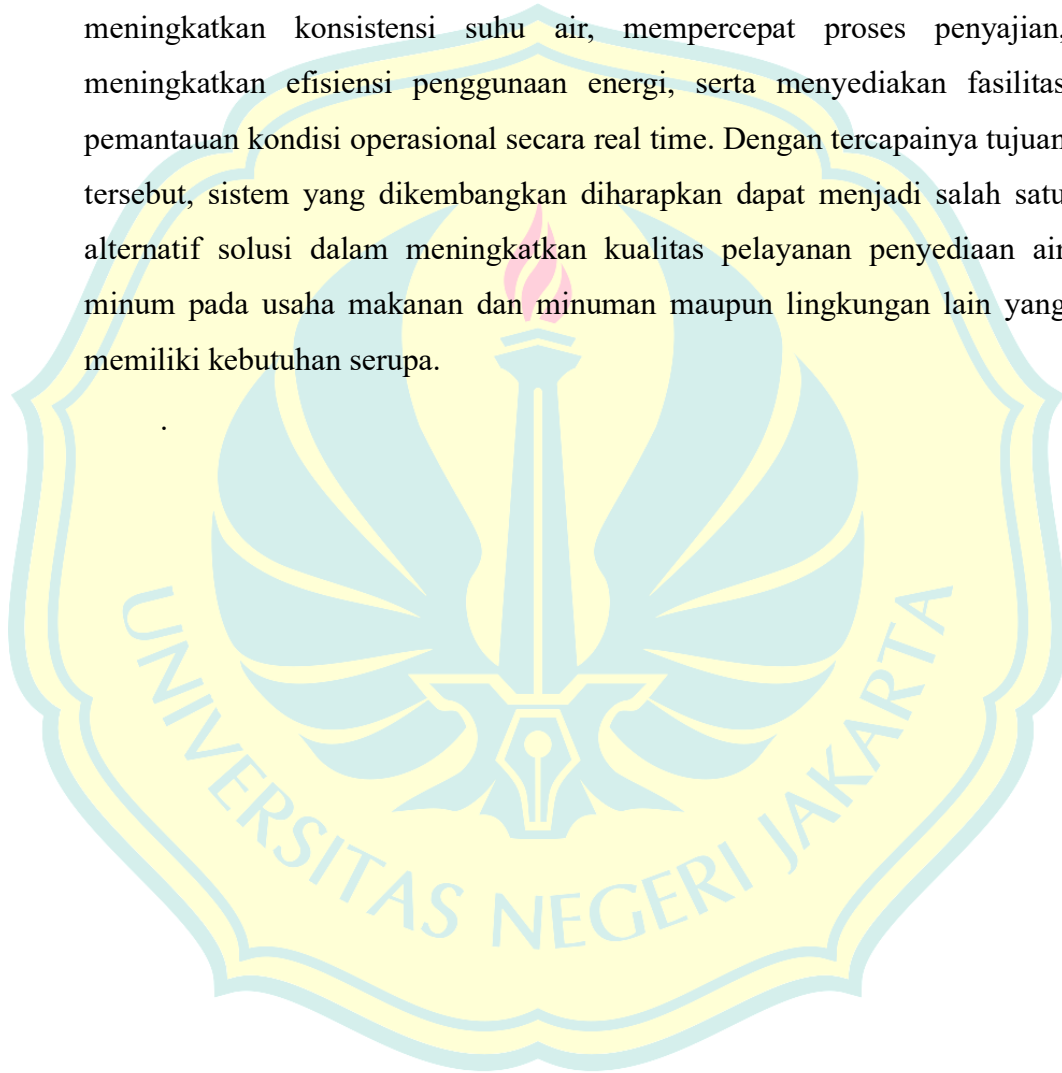
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak sebagai berikut.

1. Untuk Mahasiswa

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan kompetensi yang telah diperoleh selama proses perkuliahan ke dalam penyelesaian permasalahan nyata di bidang sistem kendali dan otomasi, khususnya pada sistem penyedia air minum. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menganalisis permasalahan, merancang solusi rekayasa, mengimplementasikan sistem, serta melakukan pengujian dan evaluasi terhadap kinerja sistem berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu bentuk pengembangan kompetensi akademik sekaligus memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar.

2. Untuk Masyarakat

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem penyedia air minum yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna melalui penyediaan suhu dan volume air yang sesuai dengan kebutuhan penyajian berbagai jenis makanan dan minuman. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan konsistensi suhu air, mempercepat proses penyajian, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, serta menyediakan fasilitas pemantauan kondisi operasional secara real time. Dengan tercapainya tujuan tersebut, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam meningkatkan kualitas pelayanan penyediaan air minum pada usaha makanan dan minuman maupun lingkungan lain yang memiliki kebutuhan serupa.



Intelligentia - Dignitas