

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pemanfaatan flow meter untuk pengukuran air serta sensor PZEM dalam pemantauan listrik merupakan pendekatan yang menitikberatkan pada akurasi, efisiensi, dan transparansi dalam memperoleh data aktual sekaligus memonitor penggunaan kedua sumber daya tersebut secara langsung. Akurasi dalam pencatatan konsumsi air sangat krusial mengingat air adalah kebutuhan pokok sehari-hari, sehingga pemantauan secara berkelanjutan dapat membantu mengurangi risiko pemborosan. Flow meter berperan dalam mendokumentasikan jumlah air yang terpakai dengan presisi, sehingga potensi kebocoran maupun penggunaan berlebih dapat segera teridentifikasi. (Sadida) menyatakan bahwa penerapan flow meter pada sistem pemantauan kebutuhan air berbasis IoT terbukti mampu menyediakan data valid secara terus-menerus, yang sangat bermanfaat dalam menganalisis efisiensi pemakaian air baik di lingkungan rumah tangga maupun industri. Selain itu, integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) memudahkan akses data secara remote dan real time, sehingga pengambilan keputusan untuk mengatasi kehilangan air atau konsumsi berlebihan dapat dilakukan dengan cepat. Seluruh proses deteksi serta pelaporan otomatis yang dihasilkan oleh flow meter turut meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan air yang berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

Sementara itu, penggunaan sensor PZEM untuk memantau konsumsi listrik sangat relevan dalam rangka meningkatkan efisiensi serta optimalisasi penggunaan energi listrik di berbagai sektor, baik domestik maupun industri. Sensor PZEM dirancang untuk mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi dengan tingkat ketelitian tinggi, yang sangat dibutuhkan untuk mengenali pola penggunaan listrik yang kurang efisien. Berdasarkan hasil penelitian Praing et al. (2023) dan Aditya et al. (2025), penerapan sistem monitoring listrik berbasis sensor PZEM yang terhubung dengan IoT secara nyata mempercepat proses deteksi potensi pemborosan listrik dan mendorong pengelolaan konsumsi energi yang lebih optimal. Data yang diperoleh dari sensor PZEM memungkinkan pengguna melakukan evaluasi rutin terhadap perilaku konsumsi listrik dan menyusun strategi penghematan berdasarkan analisis ilmiah. Kolaborasi antara kemudahan pemantauan secara langsung, keakuratan data, serta kemampuan mendeteksi anomali sejak dini menjadikan sensor PZEM sangat penting dalam mewujudkan penggunaan energi listrik yang efisien dan ramah lingkungan. Oleh sebab itu, integrasi flow meter untuk air dan sensor PZEM untuk listrik menjadi dua koonen utama dalam sistem pengelolaan

serta pemantauan sumber daya yang responsif terhadap tuntutan efisiensi, ketepatan, dan keberlanjutan di era modern.

Penggabungan flow meter untuk air dan sensor PZEM untuk listrik dalam sistem pengelolaan serta pemantauan sumber daya yang responsif terhadap kebutuhan efisiensi, akurasi, dan keberlanjutan, tidak terlepas dari kontribusi berbagai penelitian sebelumnya yang membahas pemanfaatan kedua perangkat tersebut dalam penerapan Internet of Things (IoT). Berdasarkan hasil telaah literatur yang komprehensif, telah banyak studi yang mengembangkan sistem pemantauan konsumsi air dan listrik, baik secara bersamaan maupun terpisah, dengan memanfaatkan teknologi sensor modern seperti flow meter dan PZEM. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini kemudian diproses melalui platform IoT untuk memberikan informasi secara waktu nyata. Sadida (2024) menyoroti bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu meningkatkan ketepatan dan efektivitas dalam mendeteksi penggunaan listrik dan air, sehingga memungkinkan adanya tindakan preventif terhadap potensi pemborosan sumber daya. Sementara itu, penelitian oleh Praing et al. (2023) dan Aditya et al. (2025) menunjukkan bahwa penerapan sistem monitoring terintegrasi di lingkungan rumah tangga maupun industri, dengan kombinasi sensor flow meter dan PZEM, memberikan dampak positif dalam menurunkan konsumsi air dan listrik secara berkelanjutan. Sirait et al. (2017) juga menekankan pentingnya efisiensi distribusi air melalui optimalisasi pemantauan berbasis IoT, sedangkan Muslihi (2025) lebih fokus pada evaluasi penggunaan listrik menggunakan sensor PZEM-004T yang memiliki tingkat akurasi tinggi. Berbagai penelitian tersebut membuktikan bahwa penggunaan perangkat monitoring berbasis IoT tidak hanya mempermudah dan mempercepat akses data, tetapi juga mendorong perilaku konsumsi sumber daya yang lebih bertanggung jawab. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa aspek pemantauan penggunaan air dengan flow meter dan konsumsi listrik dengan sensor PZEM telah menjadi perhatian utama di kalangan akademisi dan praktisi di bidang teknologi informasi serta energi.

Walaupun sudah banyak penelitian yang membahas efektivitas dan efisiensi pemantauan air dan listrik, baik secara terpisah maupun terintegrasi, terdapat sejumlah perbedaan mendasar antara penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian yang sedang dilakukan saat ini, khususnya terkait inovasi integrasi dua sensor utama serta pendekatan sistem yang lebih adaptif terhadap kebutuhan masa kini. Studi-studi sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Sadida (2024), Praing et al. (2023), dan Aditya et al. (2025), umumnya berfokus pada perancangan dan implementasi prototipe monitoring untuk satu jenis sumber daya atau menggabungkan teknologi monitoring

tanpa membahas secara mendalam integrasi sistem dan optimalisasi algoritma pengolahan data secara real time. Di sisi lain, penelitian oleh Sirait et al. (2017) dan Muslihi (2025) lebih menyoroti peningkatan efisiensi distribusi serta pemantauan konsumsi sumber daya, namun masih terbatas pada aplikasi tertentu dan belum mengulas secara komprehensif integrasi antara flow meter dan sensor PZEM dalam satu platform IoT yang terintegrasi. Oleh sebab itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem monitoring yang tidak hanya menonjolkan sinergi antara kedua sensor tersebut, tetapi juga menerapkan solusi manajemen data yang terintegrasi, responsif, dan dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan pengguna. Inovasi dan pembaruan utama dari penelitian ini terletak pada upaya membangun sistem monitoring yang lebih adaptif, efisien, serta mendukung terciptanya pengelolaan air dan listrik yang holistik berbasis IoT di era digital saat ini.

Kemungkinan implementasi sistem monitoring IoT yang mengintegrasikan penggunaan flow meter dan sensor PZEM ini sangat besar dalam mendukung terciptanya pengelolaan air dan listrik yang holistik, mengingat solusi manajemen data yang terintegrasi, responsif, serta adaptif terhadap kebutuhan pengguna menjadi esensi utama inovasi pada penelitian ini. Kecanggihan sistem monitoring IoT tidak hanya berpotensi meningkatkan efektivitas pemantauan secara real-time terhadap konsumsi air dan listrik, namun juga memungkinkan deteksi dini terhadap anomali penggunaan, sehingga tata kelola sumber daya dapat berlangsung lebih efisien dan tepat sasaran. Dengan sinergi antara kedua sensor utama tersebut, peluang terciptanya kontrol konsumsi yang lebih presisi dan terukur sangat mungkin dapat terealisasi, terlebih bila algoritma pengolahan data yang diterapkan mampu mengurangi terjadinya error pada pembacaan parameter maupun pengambilan keputusan. Meskipun demikian, perlu diakui pula bahwa potensi implementasi sistem ini turut dihadapkan pada tantangan teknis, seperti kemungkinan terjadinya ketidaksesuaian data akibat pengaruh lingkungan operasional sensor atau keterbatasan jaringan komunikasi yang bisa berdampak pada kontinuitas pemantauan secara simultan. Namun, orientasi penelitian yang menitikberatkan pada adaptivitas sistem monitoring terhadap kebutuhan masa kini diyakini akan mendorong peningkatan kualitas pengelolaan air dan listrik melalui integrasi sensor dan solusi berbasis IoT, serta membuka peluang percepatan adopsi teknologi serupa di berbagai sektor pengguna. Dari aspek positif, keunggulan utama sistem monitoring IoT terletak pada kemampuannya mengintegrasikan data lintas sumber daya dengan akurasi tinggi dan sistem notifikasi yang memungkinkan intervensi cepat, sedangkan pada sisi negatif, potensi terbatas lebih menonjol pada sisi ketergantungan terhadap infrastruktur digital dan kapabilitas sumber daya manusia

dalam pengoperasian sistem. Keseluruhan probabilitas pengaruh yang dimungkinkan oleh penerapan sistem monitoring IoT ini terhadap optimalisasi penggunaan air maupun listrik, jika merujuk pada tantangan dan dukungan aspek teknologi yang ada, dapat dinilai sangat signifikan dengan kecenderungan dampak positif yang jauh lebih dominan dibandingkan kendala yang mungkin timbul selama proses implementasi di lapangan.

Melihat potensi besar yang dapat dihasilkan dari optimalisasi pemanfaatan air dan listrik melalui sistem monitoring berbasis IoT yang mengintegrasikan flow meter dan sensor PZEM, sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini bertujuan utama untuk merancang sebuah sistem yang mampu melakukan pengukuran jumlah air secara presisi serta memantau biaya listrik secara real-time selama alat digunakan. Sistem monitoring terintegrasi yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan kedua sumber daya penting ini, terutama dalam mendukung penggunaan yang efisien dan berkelanjutan di tengah meningkatnya kebutuhan konsumsi. Penelitian ini secara khusus diarahkan untuk menghadirkan inovasi teknologi yang adaptif terhadap perubahan kebutuhan pengguna, sehingga dapat mengurangi pemborosan sumber daya serta mendorong tercapainya efisiensi penggunaan air dan energi secara berkesinambungan. Selain itu, sistem monitoring berbasis IoT yang diusulkan dalam penelitian ini juga dapat menjadi landasan bagi penerapan smart metering, yang tidak hanya bermanfaat di lingkungan rumah tangga, tetapi juga sangat relevan untuk diterapkan di sektor industri maupun institusi publik yang memerlukan data konsumsi yang akurat dan dapat diakses dengan cepat. Pentingnya penelitian ini semakin terlihat jika dikaitkan dengan tantangan global terkait keterbatasan sumber daya alam dan kebutuhan akan pengelolaan yang ramah lingkungan, sehingga diperlukan sistem monitoring yang fleksibel dan mampu menyajikan data konsumsi secara detail kepada pengguna. Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring IoT ini tidak hanya berperan dalam mengatasi permasalahan teknis pencatatan dan evaluasi penggunaan air serta listrik, tetapi juga menawarkan solusi alternatif yang lebih andal dan tepat guna dalam mendukung pengelolaan sumber daya secara terintegrasi dan berkelanjutan. Secara keseluruhan, tujuan, signifikansi, dan urgensi yang diangkat dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas penerapan teknologi monitoring, sekaligus membuka peluang pengembangan sistem serupa di masa mendatang untuk mempercepat pemanfaatan IoT dalam pengelolaan sumber daya yang semakin kompleks.

Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem monitoring berbasis IoT yang dirancang untuk memaksimalkan integrasi antara sensor flow meter sebagai alat

pemantau penggunaan air dan perangkat PZEM sebagai pengukur konsumsi listrik dalam satu platform yang efisien. Tujuan utama integrasi ini adalah untuk meningkatkan efektivitas distribusi serta pemantauan penggunaan sumber daya secara menyeluruh dan adaptif, sejalan dengan kebutuhan masa kini yang menuntut keterpaduan sistem secara komprehensif. Sistem IoT yang dikembangkan mengusung konsep konektivitas antarmesin, dengan kemampuan akuisisi dan pengiriman data secara real time, sehingga dapat menyediakan informasi yang akurat, terorganisir, dan mudah diakses oleh pengguna. Hal ini memungkinkan pengelolaan air dan listrik dilakukan secara berkelanjutan serta responsif terhadap perubahan pola konsumsi. Integrasi kedua sensor utama dalam satu platform IoT membuka peluang untuk melakukan analisis data secara terpadu, serta memungkinkan sinkronisasi proses monitoring dan evaluasi konsumsi dalam satu ekosistem yang utuh. Selain itu, sistem ini mendukung penerapan algoritma cerdas yang dapat secara otomatis mendeteksi, merekam, dan memetakan dinamika penggunaan sumber daya secara langsung, sehingga membantu pengambilan keputusan manajerial yang lebih tepat berdasarkan data aktual. Keunggulan lain dari sistem monitoring IoT ini adalah kemampuannya untuk beradaptasi dan dikembangkan sesuai kebutuhan spesifik pengguna di berbagai skala, baik untuk rumah tangga, industri, maupun fasilitas umum.

Teknologi yang terintegrasi dalam sistem ini, seperti komunikasi nirkabel, sensor digital, dan arsitektur perangkat lunak modular, berperan penting dalam mendukung proses pengumpulan, penyimpanan, serta visualisasi data secara terintegrasi. Dengan demikian, sistem monitoring IoT yang diusulkan dalam penelitian ini diharapkan tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau konsumsi air dan listrik yang transparan, tetapi juga menjadi inovasi strategis dalam mendukung pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan berbasis teknologi digital yang mutakhir.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Perancangan sistem monitoring dan pengendalian terintegrasi *flow meter*, sensor PZEM, dan *solenoid valve* berbasis IoT.
2. Pengujian akurasi pembacaan sensor terhadap penggunaan air dan Listrik
3. Implementasi pengiriman data secara real-time melalui platform IoT.
4. Integrasi manajemen data dalam satu dashboard/sistem terpadu.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan ketercapaian penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem monitoring terintegrasi berbasis IoT Penelitian difokuskan pada pengembangan sistem yang menggabungkan flow meter dan sensor PZEM dalam satu platform terpadu.
2. Integrasi sensor flow meter dan PZEM dalam satu mikrokontroler Sistem dirancang agar kedua sensor dapat bekerja secara bersamaan menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali.
3. Pemantauan konsumsi air secara real-time Flow meter digunakan untuk mengukur debit dan total volume air yang digunakan secara langsung dan berkelanjutan.
4. Pemantauan konsumsi listrik secara real-time Sensor PZEM digunakan untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik secara akurat.'

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, fokus penelitian, dan pembatasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan sensor flow meter untuk pemantauan penggunaan air dan sensor PZEM untuk pemantauan penggunaan listrik dalam satu platform yang efisien dan adaptif?
2. Bagaimana menguji kinerja dari sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan sensor flow meter untuk pemantauan penggunaan air dan sensor PZEM untuk pemantauan penggunaan listrik?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan sensor flow meter untuk pemantauan penggunaan air dan sensor PZEM untuk pemantauan penggunaan listrik dalam satu platform yang efisien dan adaptif.
2. Menguji kinerja sistem monitoring berbasis IoT yang telah diintegrasikan dengan sensor flow meter dan sensor PZEM untuk memastikan efektivitas pemantauan penggunaan air dan listrik.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- Memperkaya referensi teoritis mengenai implementasi sensor flow meter untuk pemantauan penggunaan air dan sensor PZEM untuk pemantauan konsumsi listrik dalam satu sistem terintegrasi.
- Menjadi landasan teoritis dalam pengembangan sistem monitoring cerdas yang adaptif, efisien, dan berbasis data real-time.

2. Manfaat Praktis

- Menyediakan solusi aplikatif untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan penggunaan air dan listrik.
- Memudahkan pengelola gedung, instansi pendidikan, dan sektor industri dalam memperoleh data konsumsi air dan listrik secara akurat dan real-time.

