

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Efisiensi penggunaan energi listrik mencerminkan tingkat optimalisasi konsumsi daya terhadap kebutuhan aktual dalam suatu sistem. Variabel efisiensi energi listrik pada lingkungan pendidikan masih menunjukkan tingkat yang rendah akibat tidak tersedianya sistem monitoring yang mampu menyajikan data penggunaan energi secara real-time dan akurat (Singastial et al., 2025). Variabel konsumsi energi listrik yang tidak terkontrol menyebabkan pemborosan energi, peningkatan biaya operasional, serta rendahnya efektivitas penggunaan perangkat listrik seperti lampu, komputer, dan peralatan pembelajaran lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan energi listrik masih bersifat konvensional dan belum berbasis data terukur (Andriani et al., 2025).

Variabel penelitian dalam studi ini terdiri dari variabel independen berupa data hasil pengukuran alat ukur standar pabrikan dan variabel dependen berupa data hasil pengukuran *Smart Energy Monitoring System* berbasis Internet of Things (IoT), dengan variabel efisiensi energi sebagai indikator kinerja sistem. Variabel pengukuran listrik meliputi arus, tegangan, dan daya yang diperoleh secara real-time melalui sistem monitoring (Saidi et al., 2024). Tingkat akurasi data hasil pengukuran menjadi faktor krusial dalam menentukan validitas analisis efisiensi energi. Ketidaksesuaian antara data hasil pengukuran sistem IoT dengan alat ukur standar berpotensi menimbulkan bias analisis, sehingga diperlukan pendekatan statistik yang mampu menguji hubungan serta tingkat kesalahan antar variabel secara objektif (Salahuddin, 2024).

Hasil penelitian (Naimah et al., 2023) menunjukkan bahwa variabel konsumsi energi listrik pada sektor pendidikan mengalami peningkatan tanpa diimbangi sistem monitoring yang memadai sehingga efisiensi energi sulit dicapai secara optimal. menunjukkan bahwa variabel konsumsi energi listrik pada sektor pendidikan mengalami peningkatan tanpa diimbangi sistem monitoring yang memadai sehingga efisiensi energi sulit dicapai. Penelitian (Munir & Wibisono, 2025). membuktikan bahwa sistem berbasis Internet of Things (IoT) mampu menyediakan data penggunaan energi secara real-time, namun variabel akurasi sensor masih memerlukan kalibrasi lanjutan. Penelitian (Amirah et al.,

2023) menemukan bahwa kesalahan pengukuran arus dan tegangan dapat melebihi 5% tanpa proses validasi terhadap alat ukur standar. Penelitian (Pancane et al., 2025). menunjukkan bahwa implementasi sistem monitoring energi mampu menurunkan konsumsi listrik hingga 15%, namun belum diikuti analisis efisiensi berbasis statistik. Penelitian (Ambabunga et al., 2023). membuktikan bahwa pendekatan regresi linier dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel pengukuran sensor dan alat referensi secara kuantitatif. Penelitian (Hakim et al., 2025) menunjukkan bahwa penerapan model regresi linier mampu meningkatkan tingkat akurasi sistem monitoring melalui proses kalibrasi berbasis matematis.

Penelitian (Hakim et al., 2025). menunjukkan bahwa integrasi sistem monitoring berbasis IoT dalam smart grid mampu meningkatkan efisiensi distribusi energi melalui analisis data secara real-time. Penelitian (Munir & Wibisono, 2025) menemukan bahwa variabel efisiensi energi meningkat signifikan setelah penerapan sistem monitoring berbasis sensor, namun akurasi data masih menjadi kendala utama. Penelitian (Hartati et al., 2024). menunjukkan bahwa pemantauan energi di lingkungan pendidikan memberikan dampak terhadap pengendalian konsumsi listrik, namun belum dilakukan analisis hubungan linier antar variabel. Penelitian (Suhaimi et al., 2025) membuktikan bahwa regresi linier efektif dalam membangun model prediksi konsumsi energi berdasarkan variabel pengukuran listrik. Penelitian Alam menunjukkan bahwa kalibrasi sensor berbasis model matematis mampu menurunkan tingkat kesalahan pengukuran secara signifikan. Penelitian (Granderson & Price, 2014). menegaskan bahwa analisis efisiensi energi memerlukan integrasi antara sistem monitoring dan metode statistik untuk menghasilkan evaluasi yang akurat dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Kesenjangan penelitian terletak pada belum adanya analisis yang mengintegrasikan pengujian akurasi data hasil pengukuran sistem IoT dengan pemodelan regresi linier untuk menghasilkan faktor koreksi sekaligus mengevaluasi efisiensi energi secara kuantitatif dalam satu kerangka analisis yang terpadu. Penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada pengembangan perangkat atau pemantauan konsumsi energi tanpa melakukan analisis hubungan linier yang mendalam serta belum mengaitkannya secara langsung dengan pengukuran efisiensi energi.

Penelitian ini melakukan analisis efisiensi penggunaan energi listrik melalui penerapan *Smart Energy Monitoring System* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan

menggunakan metode regresi linier untuk menguji hubungan, tingkat akurasi, serta menentukan model koreksi antara data hasil pengukuran sistem dengan alat ukur standar. Hasil analisis diharapkan menghasilkan evaluasi yang objektif, terukur, dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik secara berkelanjutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat akurasi serta hubungan linier hasil pengukuran parameter listrik (arus, tegangan, dan daya) pada prototipe *Smart Energy Monitoring* dibandingkan dengan alat ukur standar berdasarkan analisis statistik menggunakan IBM SPSS Statistics ?
2. Bagaimana nilai konstanta kesalahan ( *offset* ) dan koefisien koreksi yang diperoleh dari pemodelan regresi linier pada IBM SPSS Statistics dalam proses kalibrasi untuk menyelaraskan hasil pengukuran prototipe dengan alat ukur standar pabrikan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui efektivitas penerapan sistem *Smart Energy Monitoring berbasis Internet of Things* (IoT) dalam meningkatkan efisiensi pemakaian listrik di lingkungan Sekolah Dasar melalui perbandingan kondisi sebelum dan sesudah implementasi sistem.

1. Menganalisis tingkat akurasi dan hubungan linier hasil pengukuran parameter listrik (arus, tegangan, dan daya) pada prototipe *Smart Energy Monitoring* berbasis IoT dibandingkan dengan alat ukur standar pabrikan menggunakan pendekatan statistik melalui aplikasi IBM SPSS Statistics.
2. Menentukan nilai konstanta kesalahan (*offset*) dan koefisien koreksi melalui pemodelan regresi linier sebagai dasar kalibrasi untuk menyelaraskan hasil pengukuran prototipe dengan alat ukur standar pabrikan.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi hanya pada pengukuran tiga parameter listrik utama, yaitu arus (Ampere), tegangan (Volt), dan daya (Watt) menggunakan alat prototype yang telah dibuat.
2. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan secara kontinu selama 1 bulan untuk mendapatkan sampel yang representatif terhadap pola pemakaian listrik harian.
3. Validasi data hanya dilakukan dengan membandingkan hasil ukur prototype terhadap satu jenis alat ukur standar sebagai variabel independen.
4. Analisis statistik dibatasi pada pengujian Regresi Linier Sederhana dan Uji Asumsi Klasik menggunakan bantuan aplikasi SPSS untuk menentukan tingkat akurasi dan konstanta kalibrasi.

#### **1.5 Sistematika Penelitian**

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan laporan sebagai gambaran umum penyusunan skripsi.

##### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini berisi landasan teori dan konsep yang mendukung penelitian, meliputi energi listrik, sistem monitoring energi listrik, teknologi Internet of Things (IoT), sensor energi listrik, mikrokontroler, serta metode regresi linier. Selain itu, disajikan juga penelitian terdahulu yang relevan sebagai referensi dan pembanding.

##### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas metode penelitian yang digunakan, meliputi jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian, perancangan sistem monitoring berbasis IoT, serta metode analisis data menggunakan regresi linier.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring energi listrik berbasis IoT. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode regresi linier serta dibahas untuk mengetahui kinerja dan efisiensi sistem.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.