

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konveksi merupakan salah satu sektor usaha yang berperan penting dalam mendukung perekonomian Indonesia, khususnya pada skala Industri Kecil dan Menengah (IKM)(Tasya *et al.*, 2022). Dalam industri konveksi, konsumsi energi listrik menjadi isu penting karena mesin jahit sebagai alat produksi utama berkontribusi besar terhadap penggunaan listrik. Selain itu, tingginya konsumsi listrik selama operasional menjadikan biaya energi sebagai komponen penting dalam analisis ekonomi usaha konveksi.

Pemantauan konsumsi listrik umumnya hanya dilakukan berdasarkan tagihan bulanan dari penyedia listrik, sehingga pemilik usaha tidak dapat mengetahui secara detail pola penggunaan energi harian maupun sumber pemborosan energi yang terjadi. Kondisi ini menyebabkan kesulitan dalam melakukan *evaluasi efisiensi* energi serta perencanaan biaya operasional secara lebih akurat(Yusuf, Rosyidi and Saptono, 2025).

Selain itu, belum tersedianya sistem prediksi konsumsi energi listrik menyebabkan pelaku usaha kesulitan memperkirakan kebutuhan energi di periode mendatang. Kondisi ini berdampak pada kurang optimalnya penyusunan anggaran biaya listrik dan pengelolaan operasional. Padahal, penelitian menunjukkan bahwa model prediksi konsumsi energi dapat digunakan untuk mendukung perencanaan sumber daya, efisiensi energi, dan pengambilan keputusan operasional yang lebih baik(Annasiyah and Prastuti, 2023).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut melalui kemampuan integrasi antara perangkat keras dan sistem berbasis internet. Dengan memanfaatkan mikrokontroler seperti ESP32 serta sensor energi listrik seperti PZEM-004T, sistem monitoring dapat dibangun untuk mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan energi secara *real-time*(Sumerta Yasa, 2025).

Untuk meningkatkan fungsi sistem tidak hanya sebagai monitoring, diperlukan metode analisis data yang mampu melakukan prediksi konsumsi energi listrik. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Double Exponential Smoothing* (DES), yang merupakan metode peramalan berbasis data deret waktu (*time series*) dengan mempertimbangkan unsur tren. Metode ini mampu memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode rata-rata sederhana, terutama pada data yang memiliki kecenderungan naik atau turun (Musfiroh and Virgiyanti, 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring serta prediksi konsumsi energi listrik berbasis IoT pada industri konveksi. Sistem ini diharapkan dapat membantu pelaku usaha dalam memantau penggunaan energi secara *real-time* sekaligus memperoleh estimasi konsumsi energi di masa mendatang, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan perencanaan biaya operasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* konsumsi energi listrik berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) untuk melakukan prediksi konsumsi energi listrik?
3. Bagaimana menyajikan data monitoring dan hasil prediksi konsumsi energi listrik dalam bentuk *dashboard* yang dapat diakses secara *real-time*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan dapat diselesaikan dengan baik, maka ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sistem hanya difokuskan pada *monitoring* dan prediksi konsumsi energi listrik tanpa fitur kontrol beban.
2. Perangkat keras yang digunakan meliputi *mikrokontroler* ESP32, dua buah sensor PZEM-004T, dan adaptor 5V sebagai catu daya.

3. Parameter yang diukur meliputi tegangan (Volt), arus (Ampere), daya (Watt), energi listrik (kWh), frekuensi (Hz) dan faktor daya.
4. Metode prediksi yang digunakan adalah *Double Exponential Smoothing* (DES).
5. Data monitoring dan hasil prediksi ditampilkan melalui web dashboard berbasis IoT.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Merancang dan membangun sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T.
2. Mengimplementasikan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) untuk memprediksi konsumsi energi listrik.
3. Menghasilkan sistem yang mampu menampilkan data monitoring dan hasil prediksi secara *real-time* melalui *dashboard*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Membantu pemilik usaha konveksi dalam memantau konsumsi energi listrik secara *real-time* sehingga dapat mengetahui penggunaan listrik pada proses produksi secara lebih detail.
2. Memberikan informasi prediksi konsumsi energi listrik di masa mendatang menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES), sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan anggaran biaya listrik bulanan.
3. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada industri konveksi dengan menyediakan data historis dan analisis pola konsumsi energi yang dapat dijadikan bahan evaluasi.
4. Mempermudah pemilik usaha dalam mengakses informasi konsumsi energi listrik melalui sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) tanpa perlu melakukan pencatatan manual.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dengan metodologi berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan studi referensi dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, dan artikel terkait *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, serta metode *Double Exponential Smoothing* (DES). Studi literatur bertujuan untuk memperoleh dasar teori yang mendukung perancangan sistem.

2. Perancangan Sistem

Tahap ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras dirancang dengan mengintegrasikan ESP32 dengan dua sensor PZEM-004T sebagai pembaca parameter listrik. Perangkat lunak dirancang untuk mengolah data hasil pembacaan sensor serta menampilkan data pada *dashboard* berbasis web. Selain itu, dirancang pula algoritma prediksi menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES).

3. Implementasi dan Pembuatan Prototipe

Pada tahap ini dilakukan realisasi dari rancangan sistem menjadi sebuah *prototype*. Komponen perangkat keras dirakit sesuai desain, kemudian dilakukan pemrograman ESP32 agar mampu membaca data dari sensor PZEM-004T dan mengirimkannya ke server atau database melalui jaringan internet.

4. Pengujian dan Analisis

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat. Pengujian meliputi akurasi pembacaan sensor PZEM-004T, kestabilan pengiriman data, serta evaluasi hasil prediksi menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES). Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem.

5. Pelaporan

Tahap akhir adalah penyusunan laporan penelitian yang mencakup seluruh proses mulai dari perancangan, implementasi, hingga hasil pengujian.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman pembahasan dalam skripsi ini, sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN :

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA :

Berisi teori-teori pendukung seperti *Internet of Things* (IoT), ESP32, sensor PZEM-004T, serta metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN :

Berisi analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta perancangan algoritma prediksi.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN :

Berisi hasil implementasi sistem, pengujian alat, serta analisis hasil monitoring dan prediksi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari penelitian serta saran untuk pengembangan selanjutnya.