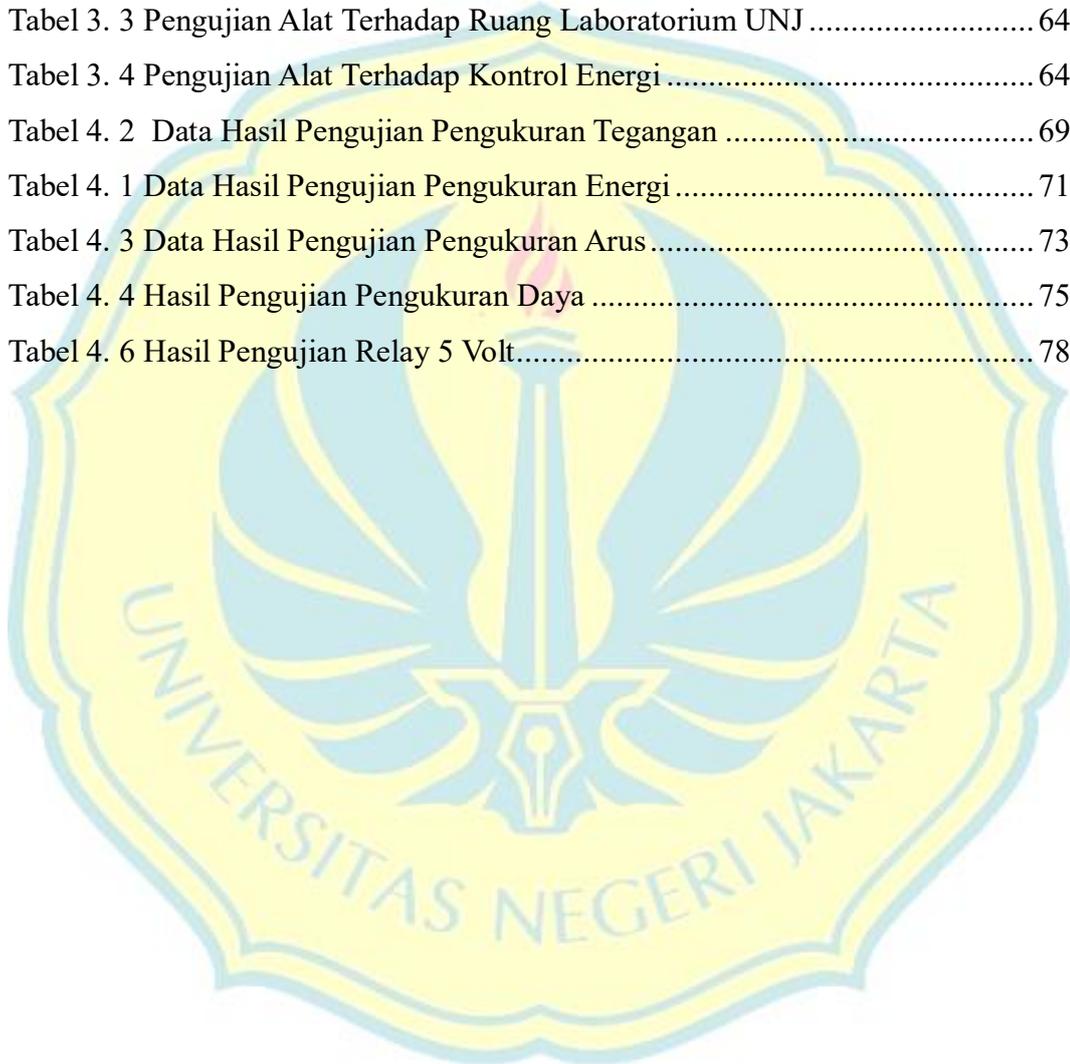


DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32.....	31
Tabel 2. 2 Penelitian Yang Relevan	45
Tabel 3. 1 Pin Input dan Pin Output.....	57
Tabel 3. 2 Pengujian Alat Terhadap Sensor PZEM-004T	63
Tabel 3. 3 Pengujian Alat Terhadap Ruang Laboratorium UNJ.....	64
Tabel 3. 4 Pengujian Alat Terhadap Kontrol Energi	64
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Pengukuran Tegangan	69
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Pengukuran Energi	71
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Pengukuran Arus	73
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pengukuran Daya	75
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Relay 5 Volt.....	78



Intelligentia - Dignitas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan energi listrik saat ini menjadi salah satu aspek yang sangat penting dalam kegiatan pendidikan, termasuk di lingkungan perguruan tinggi. Di Universitas Negeri Jakarta (UNJ), khususnya di ruang laboratorium kelas, pemakaian energi listrik sangat intensif karena mendukung berbagai aktivitas pembelajaran dan praktikum yang melibatkan perangkat elektronik dan pendingin ruangan. Berdasarkan hasil penelitian oleh Zaky Sulaeman (2025), penggunaan energi listrik di laboratorium kelas UNJ dipengaruhi oleh jumlah okupasi dan suhu ruangan yang berdampak pada beban pendinginan. Sistem monitoring yang diterapkan di ruang laboratorium tersebut menunjukkan bahwa konsumsi listrik meningkat secara signifikan pada saat jumlah penghuni meningkat dan suhu ruangan tinggi. Namun, sebagian besar pengguna ruang belum memahami secara menyeluruh konsumsi energi yang terjadi, dan hanya menyadari besarnya tagihan tanpa mengetahui kontribusi tiap peralatan. Hal ini menunjukkan pentingnya kesadaran terhadap penggunaan energi listrik yang bijak dan kebutuhan akan sistem monitoring yang dapat diakses oleh pengguna ruang secara langsung dan real-time.

Menurut Roumi et al. (2023), sektor bangunan menyumbang sekitar 34,1% dari total konsumsi energi akhir secara global. Dalam konteks nasional, pemerintah Indonesia menargetkan penghematan energi sebesar 17% pada tahun 2025 sebagaimana diatur dalam PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Perpres No. 22 Tahun 2017 tentang RUEN. Oleh karena itu, pemantauan penggunaan listrik secara mandiri menjadi kebutuhan yang mendesak. (Firdausi, 2024)

Pemantauan energi listrik secara real-time kini memungkinkan berkat kemajuan teknologi, khususnya melalui konsep Internet of Things (IoT). IoT memungkinkan benda fisik seperti mesin, perangkat rumah tangga, dan sensor untuk terhubung ke internet dan saling berkomunikasi. Dalam penelitian Muhammad Reyhan Alkautsar (2024), sistem monitoring berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini, sensor PZEM-004T, dan aplikasi Android berbasis

MIT App Inventor telah terbukti mampu memberikan data konsumsi listrik secara akurat dan dapat dikendalikan dari jarak jauh.

Demikian pula, Zaky Sulaeman (2025) menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 yang terhubung ke Arduino Cloud dan IoT Remote memungkinkan pemantauan energi, suhu, serta okupansi dalam bangunan secara real-time. Sistem ini bahkan dapat mengontrol penggunaan AC secara otomatis berdasarkan jumlah penghuni ruangan. Penggunaan sensor PZEM-004T juga terbukti efektif untuk mengukur arus, tegangan, dan daya listrik, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian Bagas Febri Handoko (2025). Sistem berbasis ESP32 mampu menampilkan data secara lokal dan menyimpan riwayat pemakaian untuk analisis selanjutnya, sehingga meningkatkan efektivitas pemantauan komponen kelistrikan secara otomatis. Di Indonesia, sistem operasi Android sangat dominan dan digunakan hampir oleh semua kalangan. Dengan memanfaatkan smartphone dan konektivitas internet, pengguna dapat lebih aktif dalam mengontrol konsumsi energi, tidak hanya sebagai penerima informasi dari PLN. Hal ini mendukung tujuan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi energi melalui pemantauan energi berbasis aplikasi Android yang terintegrasi dengan IoT. Dengan melihat berbagai penelitian dan kondisi masyarakat saat ini, solusi inovatif seperti sistem monitoring energi listrik berbasis IoT sangat dibutuhkan. Sistem ini tidak hanya memungkinkan masyarakat untuk mengetahui penggunaan energi mereka secara detail dan real-time, tetapi juga mendorong pola hidup hemat energi yang berdampak besar pada penghematan biaya dan lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengguna ruang laboratorium, seperti mahasiswa dan dosen, belum memahami dengan jelas seberapa besar listrik yang digunakan oleh setiap perangkat. Mereka hanya melihat total tagihan, sehingga sering terjadi pemborosan listrik.
2. Belum ada aplikasi Android yang bisa digunakan untuk memantau dan mengontrol pemakaian listrik di ruang laboratorium secara langsung, padahal hampir semua orang sudah menggunakan *smartphone*.

3. Teknologi *Internet of Things* (IoT) belum dimanfaatkan secara maksimal di kampus untuk menghemat energi, padahal teknologi ini bisa membantu mengontrol dan memantau penggunaan listrik dengan lebih mudah dan efisien.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, agar penelitian ini tidak terlalu mencakup luas, maka batasan masalah dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Sistem menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur arus, tegangan, daya, dan energi listrik, serta modul ESP32 untuk konektivitas internet.
2. Parameter yang dimonitor dibatasi pada tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi tidak termasuk kualitas daya seperti harmonisa atau faktor daya secara rinci.
3. Sistem monitoring dan kontrol daya hanya dikembangkan untuk platform tertentu, seperti aplikasi berbasis Android atau Web, tidak semua sistem operasi.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan sebagai berikut : .

1. Bagaimana merancang Sistem monitoring energi Listrik dan mengontrol penggunaan daya perangkat listrik secara *realtime* pada laboratorium berbasis Protokol Modbus pada ESP 32?
2. Bagaimana menyajikan data konsumsi energi listrik yang mudah dipahami oleh pengguna laboratorium berbasis protokol Modbus pada ESP32?
3. Bagaimana cara kerja sistem antara perangkat keras (sensor, mikrokontroler) dan perangkat lunak (aplikasi/web) dapat dilakukan secara efektif untuk menunjang efisien energi?