

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Sistem kontroler berbasis IoT berhasil memantau pemakaian energi listrik. Hal ini dibuktikan dengan terlihatnya data telemetri yang dikirim melalui protokol MQTT, dapat disimpan oleh *backend server* melalui protokol HTTP, dan dapat ditampilkan pada sebuah *user interface* pada aplikasi *frontend* berbasis web bernama Smergy.
2. Besaran tegangan pemakaian listrik yang direkam oleh sistem kontrol hanya menghasilkan error 2.02 persen setelah melalui proses validasi menggunakan alat ukur *multimeter*. Hal ini membuktikan bahwa sensor PZEM-004T pada sistem kontrol berbasis IoT dapat mengukur pemakaian listrik dengan akurat.
3. IDS berbasis *machine learning* menggunakan algoritma *unsupervised learning* berhasil memberikan label terhadap *dataset* pemakaian energi listrik yang tersedia, hal ini dibuktikan pada fase evaluasi model IDS dengan suksesnya pemberian label terhadap *dataset*.
4. IDS berbasis *machine learning* pada tahap *classifying* menggunakan algoritma *supervised learning* berhasil memprediksi label pemakaian energi listrik. Berdasarkan hasil evaluasi, model ini berhasil memberikan hasil yang baik dengan nilai akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1 score* sebesar 99.6 persen pada terminal stop kontak pertama dan nilai sebesar 99.8 persen pada terminal stop kontak kedua.
5. Setelah diberikan tiga skenario pemakaian energi listrik yaitu ketika sensor mendeteksi nilai *not a number* (NaN), nilai normal, dan nilai tinggi. IDS berhasil memberikan *output* yang sesuai dengan skenario yaitu dengan memperlihatkan pesan error, pemberian label ‘normal’, dan pemberian label ‘anomali’. IDS berhasil memberikan label sesuai dengan karakteristik pemakaian listrik yang dimiliki oleh masing-masing terminal stop kontak.

Pada akhirnya dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menerapkan IDS untuk mendeteksi pemakaian listrik yang bersifat anomali yang direkam menggunakan sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis *Internet of Things*.

5.2. Saran

Penelitian ini masih memiliki kekurangan sebagai berikut:

1. Jumlah baris data pemakaian energi listrik yang digunakan pada penelitian ini masih terbilang sedikit, populasi nilai fitur seperti daya, arus, dan *power factor* mayoritas diisi hasil pemakaian listrik peneliti saja sehingga IDS yang dibangun mungkin menjadi *over-fitting* dan tidak cocok digunakan pada rumah tangga yang lain. Sehingga, perlu *dataset* yang lebih besar dan beragam agar hasil pengembangan IDS pemakaian energi listrik dapat diteliti lebih lanjut dan model dapat lebih disempurnakan.
2. Kalibrasi *output* dari sensor listrik PZEM-004T hanya divalidasi pada fitur tegangan saja karena keterbatasan perangkat yang dimiliki oleh peneliti sehingga diharapkan pada penelitian berikutnya dapat menggunakan alat yang lebih baik dan seluruh fitur yang dihasilkan oleh sensor listrik dapat divalidasi lebih lanjut.