UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Deteksi Anomali Konsumsi Listrik Berbasis Random Forest dan SMOTE dengan Data Load Profile Automatic Meter Reading
Rahmat Ismoyo Putro, Dr. Ir. Guntur Dharma Putra, S.T., M.Sc. ; Dr. Ir. Yusuf Susilo Wijoyo, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Susut non-teknis merupakan salah satu permasalahan utama pada sistem distribusi tenaga listrik yang menyebabkan kerugian finansial signifikan bagi perusahaan penyedia energi listrik. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan metode deteksi anomali konsumsi listrik berbasis *machine learning*, namun masih menghadapi tantangan pada dataset berskala besar dan kondisi ketidakseimbangan kelas. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi anomali berbasis *machine learning* menggunakan data *Automatic Meter Reading* (AMR) dari PLN Unit Induk Distribusi Aceh sebagai studi kasus. Dataset yang digunakan terdiri atas 451.542 rekaman parameter tegangan dan arus tiga fasa dari 80 pelanggan tegangan menengah selama periode Januari–Februari 2024. Data menunjukkan kondisi ketidakseimbangan kelas dengan proporsi 75,1% data normal dan 24,9% data anomali. Label anomali ditentukan menggunakan lima aturan matematis berbasis parameter kelistrikan. Untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas, teknik *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE) diterapkan secara eksklusif pada data pelatihan guna mencegah *data leakage*. Penelitian ini mengevaluasi empat algoritma yang mewakili paradigma berbeda, yaitu *Random Forest* berbasis *ensemble learning*, *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) berbasis *boosting*, *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai jaringan saraf rekuren, dan *Artificial Neural Network* (ANN) sebagai jaringan saraf *feedforward*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Random Forest* memberikan performa terbaik dengan F1-*score* sebesar 97,29%, mengungguli ketiga algoritma pembanding lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *Random Forest* yang dikombinasikan dengan SMOTE efektif digunakan sebagai sistem *screening* awal dalam mendukung kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) berbasis data AMR.

Kata kunci—Deteksi Anomali, *Random Forest*, *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE), Susut Non-Teknis, *Automatic Meter Reading* (AMR)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Deteksi Anomali Konsumsi Listrik Berbasis Random Forest dan SMOTE dengan Data Load Profile Automatic
Meter Reading**
Rahmat Ismoyo Putro, Dr. Ir. Guntur Dharma Putra, S.T., M.Sc. ; Dr. Ir. Yusuf Susilo Wijoyo, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Non-technical losses are one of the main problems in electrical power distribution systems that cause significant financial losses for electricity providers. Previous studies have developed electricity consumption anomaly detection methods based on machine learning, but still face challenges with large-scale datasets and class imbalance conditions. This study develops a machine learning-based anomaly detection system using Automatic Meter Reading (AMR) data from PLN Aceh Main Distribution Unit as a case study. The dataset consists of 451,542 records of three-phase voltage and current parameters from 80 medium-voltage customers over the period of January–February 2024. The data exhibits class imbalance conditions with a proportion of 75.1% normal data and 24.9% anomaly data. Anomaly labels were determined using five mathematical rules based on electrical parameters. To address class imbalance, the Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) was applied exclusively to the training data to prevent data leakage. This study evaluates four algorithms representing different paradigms, namely Random Forest based on ensemble learning, Extreme Gradient Boosting (XGBoost) based on boosting, Long Short-Term Memory (LSTM) as a recurrent neural network, and Artificial Neural Network (ANN) as a feedforward neural network. The results show that Random Forest delivers the best performance with an F1-score of 97.29%, outperforming the three other comparison algorithms. These results indicate that the Random Forest approach combined with SMOTE is effective as an initial screening system to support Electricity Usage Enforcement activities, known as Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL), based on AMR data.

Keywords—*Anomaly Detection, Random Forest, Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE), Non-Technical Losses, Automatic Meter Reading (AMR)*