

INTRUSION DETECTION SYSTEM INTERNET OF THINGS
PADA SISTEM PEMANTAUAN PEMAKAIAN ENERGI
LISTRIK BERBASIS *MACHINE LEARNING*

SKRIPSI

diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Program Studi Ilmu Komputer



Oleh

Sabian Annaya Havid

NIM 2005021

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024

***INTRUSION DETECTION SYSTEM INTERNET OF THINGS
PADA SISTEM PEMANTAUAN PEMAKAIAN ENERGI
LISTRIK BERBASIS MACHINE LEARNING***

Oleh
Sabian Annaya Havid
NIM 2005021

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer di Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Sabian Annaya Havid
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari peneliti

SABIAN ANNAYA HAVID

*INTRUSION DETECTION SYSTEM INTERNET OF THINGS PADA SISTEM
PEMANTAUAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK BERBASIS MACHINE
LEARNING*

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I


Digitally signed by Eddy
Prasetyo N
DN: CN=Eddy Prasetyo N
Reason: I am approving
this document
Location: your signing
location here
Date: 2024-08-28 16:18:26
Foxit Reader Version:
10.0.1

Eddy Prasetyo Nugrono, M.T

NIP. 197505152008011014

Pembimbing II

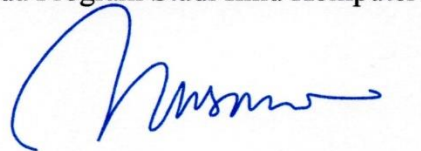


Dr. Muhammad Nursalman, M.T.

NIP. 197909292006041002

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Komputer



Dr. Muhammad Nursalman, M.T.

NIP. 197909292006041002

INTRUSION DETECTION SYSTEM INTERNET OF THINGS PADA SISTEM PEMANTAUAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK BERBASIS MACHINE LEARNING

Sabian Annaya Havid

Program Studi Ilmu Komputer

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Pendidikan Indonesia

sabiannaya@upi.edu

ABSTRAK

Pemakaian energi listrik yang tidak terkontrol dapat beresiko terhadap kerugian terutama dari segi biaya sehingga diperlukan sebuah sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan pengontrolan terhadap pemakaian listrik mereka dengan lebih mudah dan terpadu. Pembangunan sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT ini menggunakan *Micro Controller Unit* (MCU) Arduino ESP32 Devkit V1, modul sensor listrik PZEM-004T v.3.0, dan *mechanical switch* relay. Hasil pembacaan dari sistem dapat dilihat pada *frontend* aplikasi berbasis web dan modul LCD pada sistem kontroler. Untuk mendapatkan efisiensi pemakaian listrik tersebut diperlukan *Intrusion Decetion System* (IDS) untuk memberikan label terhadap pemakaian listrik normal dan anomali. Model IDS memanfaatkan *Machine Learning* dengan pola proses pelabelan sebagai praproses menggunakan algoritma *unsupervised learning* Isolation Forest dan proses klasifikasi menggunakan algoritma *supervised learning* Random Forest dengan status ‘Anomali’ untuk pemakaian tidak wajar dan Normal. Evaluasi model IDS terhadap *dataset* yang telah melalui fase *labeling* memberikan hasil yang cukup baik dengan nilai akurasi sebesar 99.63 persen. Atas hasil evaluasi yang baik tersebut, telah dilakukan pengujian terhadap model dengan memberikan tiga skenario pemakaian listrik yaitu ketika sensor mendeteksi nilai *not a number* (NaN), nilai normal, dan nilai tinggi. Pengujian memberikan hasil yang cukup baik karena IDS berhasil memprediksi label yang sesuai dengan skenario yang diberikan.

Kata kunci: Pemakaian energi listrik, *Internet of Things*, *Intrusion Detection System*, *Machine Learning*, *Evaluasi Model*

INTRUSION DETECTION SYSTEM INTERNET OF THINGS FOR MACHINE LEARNING BASED ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION MONITORING SYSTEM

Sabian Annaya Havid

Program Studi Ilmu Komputer

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Pendidikan Indonesia

sabiannaya@upi.edu

ABSTRACT

Uncontrolled use of electrical energy may result in losses, especially in terms of costs, A Internet of Things (IoT) based electrical usage monitoring system is required to monitor the use of electrical energy so that it could allows users to monitor and control their electricity usage more easily and in an integrated manner. The development of this IoT-based electrical usage monitoring system utilizes Arduino ESP32 Devkit V1 Micro Controller Unit (MCU), PZEM-004T v.3.0 electrical sensor module, and Mechanical Switch Relay. The reading results from the system can be seen on the frontend of the web-based application and the LCD module on the controller system. To obtain the efficiency of electricity usage, a Intrusion Detection System (IDS) is required to label normal and anomaly such as unusual electricity usage. The labeling model utilizes Machine Learning with a labeling process pattern as a preprocess using the Isolation Forest unsupervised learning algorithm and the classification process using the Random Forest supervised learning algorithm with the status 'Anomaly' for unreasonable, and Normal usage. Evaluation of the IDS model on the dataset that has gone through labeling phase gives quite good results with an accuracy value of 99.63 percent. Based on the good evaluation results, testing has been carried out on the model by providing three scenarios of electricity usage, namely when the sensor detects NAN values, normal values, and high values. The test gave quite good results because the labeling system managed to predict the label that matches the given scenario.

Keywords: *Electrical energy usage, Internet of Things, Intrusion Detection System, Machine Learning, Model Evaluation*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Sistematika Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1. Peta Literatur	7
2.2. Intrusi	7
2.3. <i>Intrusion Detection System</i>	8
2.3.1. <i>Signature-based IDS</i>	8
2.3.2. <i>Anomaly-based IDS</i>	9
2.4. <i>Internet of Things</i>	9
2.5. <i>Machine Learning</i>	11
2.5.1. <i>Unsupervised Learning</i>	11
2.5.1.1. <i>Isolation Forest</i>	11
2.5.2. <i>Supervised Learning</i>	12
2.5.2.1. <i>Random Forest</i>	13
2.6. Penelitian Terkait.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Desain Penelitian.....	18
3.2. Kebutuhan Alat dan Bahan	23

3.2.1.	Software	23
3.2.2.	Hardware	23
3.2.3.	Peralatan Pendukung	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1.	Pembentukan <i>Dataset</i>	25
4.2.	Desain Arsitektur Sistem Pemantauan Pemakaian energi listrik Berbasis IoT	26
4.2.1.	Arsitektur Sistem Pemantauan Pemakaian energi listrik Berbasis IoT	27
4.2.2.	Arsitektur Kontroler IoT	29
4.2.3.	<i>Pseudo-code</i>	30
4.2.3.1.	Kontroler IoT	30
4.2.3.2.	<i>Backend Server</i>	36
4.2.3.3.	Model IDS	39
4.2.4.	Model IDS pemakaian energi listrik berbasis Machine Learning.	43
4.2.5.	Evaluasi Model IDS	45
4.3.	Implementasi	49
4.3.1.	Antarmuka (Frontend) admin dashboard	49
4.3.2.	<i>Backend server</i>	51
4.3.3.	Kontroler <i>IoT</i>	52
4.3.4.	Pembuatan Sistem Kontroler Pemantauan Pemakaian energi listrik	53
4.4.	Teknik Pengujian Sistem.....	54
4.5.	Hasil Pengujian	56
4.5.1.	Hasil Pengujian Sistem Pemantauan Konsumsi Listrik Berbasis <i>IoT</i>	56
4.5.2.	Hasil Pengujian IDS Berbasis ML	57
4.6.	Analisis Hasil Pengujian	63
BAB V PENUTUP.....		68
5.1.	Kesimpulan	68
5.2.	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, C. C. (2017). An Introduction to Outlier Analysis. In *Outlier Analysis*.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-47578-3_1
- Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018). Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview. *Journal of Physics: Conference Series*, 1142(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1142/1/012012>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Listrik 2017-2021*.
- Espressif. (2024). *ESP32*.
<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32?0>
- Furqon, A., Prasetyo, A. B., & Widiyanto, E. D. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 18(02).
<https://doi.org/10.31358/techne.v18i02.202>
- Gemalto. (2018). *The State of IoT Security*.
<http://www2.gemalto.com/iot/index.html>
- Gopi, R., Sheeba, R., Anguraj, K., Chelladurai, T., Alshahrani, H. M., Nemri, N., & Lamoudan, T. (2023). Intelligent Intrusion Detection System for Industrial Internet of Things Environment. *Computer Systems Science and Engineering*, 44(2). <https://doi.org/10.32604/csse.2023.025216>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15).
<https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Ioulianou, P., Vasilakis, V., Moscholios, I., & Logothetis, M. (2018). A Signature-based Intrusion Detection System for the Internet of Things. *Smart Cities Symposium 2018*, 2018(CP747).
- ITU. (2016). Itu-T Y.4000/Y.2060 (06/2012). In *ITU-T Recommendations*.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning - with Applications in R | Gareth James | Springer.
 In *Book*.

- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3). <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
- Jyothi, P. N., Lakshmi, D. R., & Rama Rao, K. V. S. N. (2020). A supervised approach for detection of outliers in healthcare claims data. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 13(1).
<https://doi.org/10.25103/jestr.131.25>
- KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL. (2024). *Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita [Siaran Pers]*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/konsumsi-listrik-masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita>
- Khraisat, A., & Alazab, A. (2021). A critical review of intrusion detection systems in the internet of things: techniques, deployment strategy, validation strategy, attacks, public datasets and challenges. *Cybersecurity*, 4(1).
<https://doi.org/10.1186/s42400-021-00077-7>
- Kumar, V. (2012). Signature Based Intrusion Detection System Using SNORT. *International Journal of Computer Applications & Information Technology - IJCAIT*, 1(iii).
- Liao, H. J., Richard Lin, C. H., Lin, Y. C., & Tung, K. Y. (2013). Intrusion detection system: A comprehensive review. In *Journal of Network and Computer Applications* (Vol. 36, Issue 1).
<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2012.09.004>
- Lulu Sabillah, & Hidayat, R. (2023). Sistem Monitoring Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kost Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things. *Jurnal Komputer Dan Elektro Sains*, 1(2).
<https://doi.org/10.58291/komets.v1i2.104>
- Mahesh, B. (2020). Machine Learning Algorithms - A Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1).
<https://doi.org/10.21275/art20203995>
- Naeem, S., Ali, A., Anam, S., & Ahmed, M. M. (2023). An Unsupervised Machine Learning Algorithms: Comprehensive Review. *International*

Journal of Computing and Digital Systems, 13(1).

<https://doi.org/10.12785/ijcds/130172>

Nugroho, E. P., Djatna, T., Sitanggang, I. S., Buono, A., & Hermadi, I. (2020). A Review of Intrusion Detection System in IoT with Machine Learning Approach: Current and Future Research. *2020 6th International Conference on Science in Information Technology: Embracing Industry 4.0: Towards Innovation in Disaster Management, ICSITech 2020*.

<https://doi.org/10.1109/ICSITech49800.2020.9392075>

Oladipupo, T. (2010). Machine Learning Overview. In *New Advances in Machine Learning*. <https://doi.org/10.5772/9374>

Otoun, Y., & Nayak, A. (2021). AS-IDS: Anomaly and Signature Based IDS for the Internet of Things. *Journal of Network and Systems Management*, 29(3).

<https://doi.org/10.1007/s10922-021-09589-6>

Qaddoori, S. L., & Ali, Q. I. (2022). An embedded intrusion detection and prevention system for home area networks in advanced metering infrastructure. *IET Information Security*.

<https://doi.org/10.1049/ise2.12097>

Rohmah, R. N., Alwi, F. N., & Jatmiko, J. (2022). Alat Monitoring dan Pengendalian Konsumsi Listrik Rumah Tangga untuk Pengembangan Rumah Pintar Berbasis IoT. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1).

<https://doi.org/10.23917/emitor.v22i1.15159>

Sadhu, P. K., Yanambaka, V. P., & Abdelgawad, A. (2022). Internet of Things: Security and Solutions Survey. In *Sensors* (Vol. 22, Issue 19).

<https://doi.org/10.3390/s22197433>

Sahroni, A., Manggala Aji, B., Fauzi Satria Negara, A., & Fauzan Permana, H. (2020). KOMET: Kwh Meter Listrik Digital Berbasis IoT. *AJIE-Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 05(03).

Statista. (2023). *Smart Home - Worldwide*.

<https://www.statista.com/outlook/dmo/smart-home/worldwide>

Suarna, D., & Edy, E. S. (2023). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Memonitoring Komsumsi Listrik. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2).

<https://doi.org/10.47065/bit.v4i2.631>

- Susantok, M., Noptin Harpawi, & Muhammad Diono. (2022). Sistem Kendali Cerdas Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Metode Eliminasi Nilai Tertinggi Berbasis IoT. *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 8(2). <https://doi.org/10.35143/elementer.v8i2.5552>
- Valkenborg, D., Rousseau, A.-J., Geubbelmans, M., & Burzykowski, T. (2023). Unsupervised learning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 163(6), 877–882. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.04.001>