

Deteksi Status Internal Battery UPS Berdasarkan Hasil Pengukuran Resistansi Dari Battery Tester Menggunakan Algoritma C4.5

Muhammad Assegaf Raja Kusumah¹, Ananda Setyawati², Muhamad Bisma Arya Wardana³, Tb Ai Munandar⁴, dan Ajif Yunizar Pratama Yusuf⁵

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya¹, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya², Universitas Bhayangkara Jakarta Raya³, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya⁴, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya⁵

Email : assegafrk2524@gmail.com, anandasetya222@gmail.com, bismakayla78@gmail.com, tb.aimunandar@dsn.uhharajaya.ac.id,

ABSTRAKSI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengusulkan suatu model klasifikasi dengan metode decision tree yang dapat mendeteksi status internal battery UPS dengan menggunakan hasil pengukuran resistansi dari battery tester. Data resistansi battery UPS dikumpulkan, dari pengukuran yang dilakukan pada battery dengan kondisi yang berbeda – beda. Penelitian ini juga akan difokuskan pada model supervised learning yang mana data tersebut diolah untuk membentuk pohon keputusan menggunakan metode decision tree dan menggunakan model klasifikasi algoritma C4.5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dapat dihasilkan klasifikasi status internal baterai UPS dengan akurasi yang tinggi. dengan hasil presentasi data yang diambil dari battery system UPS sebanyak 100 unit battery dengan menghasilkan dua kondisi yaitu 38 Unit battery dengan kondisi Normal dengan tingkat akurasi presentasi data 100% dan 62 unit battery dengan kondisi Fault dengan tingkat akurasi presentasi data 100%. Dengan menggunakan model klasifikasi ini, pengguna dapat memantau kinerja baterai internal pada sistem UPS dan dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kinerja sistem UPS agar bisa terus stabil pada saat pengoprasian atau pemakaian.

Kata Kunci: model klasifikasi algoritma C4.5, UPS, resistansi, battery tester, decision tree.

ABSTRACT – dalam bahasa inggris

The purpose of this research is to propose a classification model using the decision tree method that can detect the internal status of UPS batteries by using resistance measurements from a battery tester. Resistance data of UPS batteries were collected from measurements conducted under various conditions. This study focuses on supervised learning models, where the data is processed to form a decision tree using the C4.5 classification algorithm. The test results show that the classification of UPS battery internal status can be achieved with high accuracy. The data presentation results were obtained from 100 units of battery systems in UPS, with two conditions identified: 38 units of batteries with a Normal condition and a presentation data accuracy rate of 100%, and 62 units of batteries with a Fault condition and a presentation data accuracy rate of 100%. By using this classification model, users can monitor the performance of the internal battery in the UPS system and take necessary actions to maintain stable UPS system operation and usage.

Keywords: C4.5 algorithm classification model, uninterruptible power supply, resistance, battery tester, decision tree.

Penulis Korespondensi

Muhammad Assegaf Raja Kusumah

Tanggal Submit : 03/07/2023

Tanggal Diterima : 14/07/2024

Tanggal Terbit : 30/08/2024

This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0) International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Publisher's Note: JPPM stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

I. PENDAHULUAN

Saat ini, kebutuhan manusia terhadap energi listrik telah menjadi salah satu yang utama. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah perangkat elektronik yang

bergantung pada pasokan energi listrik [1]. Ketersediaan energi listrik menjadi kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Semua peralatan dalam kehidupan kita bergantung pada

energi listrik. Namun, penyedia utama energi listrik, yaitu PLN, tidak dapat menjamin pasokan energi listrik secara terus-menerus karena mungkin terjadi gangguan atau kendala lainnya [2]. Oleh karena itu, Uninterruptible Power Supply (UPS) dapat digunakan sebagai sumber cadangan energi listrik saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN [1].

UPS adalah perangkat elektronik yang dapat memberikan pasokan listrik sementara ketika aliran listrik utama terputus. UPS mampu memberikan perlindungan instan saat terjadi pemadaman listrik. Perangkat UPS ini dapat digunakan untuk melindungi berbagai jenis peralatan elektronik yang rentan terhadap fluktuasi arus dan tegangan listrik yang tidak stabil.[1],[2],[3],[4]. UPS berfungsi sebagai perantara antara peralatan elektronik dan sumber listrik utama. Sumber listrik utama, yang berupa arus AC, diubah menjadi arus DC oleh UPS dan dialirkan ke baterai yang terdapat di dalamnya. Dengan demikian, arus DC dari baterai akan diubah kembali menjadi arus AC oleh inverter. Baterai bekerja sebagai penyimpan cadangan daya yang akan digunakan saat terjadi pemadaman listrik[5]. Hal ini pula yang sering terjadi pada perusahaan – perusahaan yang harus menyediakan pasokan daya listrik yang optimal, untuk memastikan kinerja mesin berjalan tanpa ada kendala.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut, diperlukan model klasifikasi yang kuat yang dapat mendeteksi status internal baterai UPS dengan cepat dan akurat. Model klasifikasi ini dapat membantu pengguna memantau kinerja baterai internal sistem UPS dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kinerja sistem UPS secara keseluruhan. Model pembelajaran yang diawasi dengan metode klasifikasi Decision Tree adalah salah satu pendekatan yang dapat digunakan. Metode ini dipilih karena memiliki kemampuan untuk mengatasi volume informasi yang besar. Ini juga dapat digunakan untuk membuat asumsi tentang nama kelas kategorikal, mengklasifikasikan pengetahuan berdasarkan set data pelatihan dan label kelas, serta mengklasifikasikan data yang baru tersedia[6],[7],[8]. Klasifikasi dilakukan dengan pelabelan data menjadi 2 yaitu Normal dan Fault, yang mana pelabelan ini akan menentukan hasil dari nilai resistansi baterai. Selain itu, metode ini tidak memerlukan waktu komputasi yang lama dan dapat mengatasi data yang kompleks[6].

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan model klasifikasi dalam mendeteksi status baterai pada sistem UPS[9],[10],[11]. Namun, kebanyakan dari penelitian tersebut masih memiliki kekurangan dalam hal akurasi dan efisiensi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan model klasifikasi yang lebih baik dengan menggunakan hasil pengukuran resistansi dari battery tester dan algoritma decision tree.

Penelitian ini memiliki tujuan yang sangat penting, yaitu membantu pengguna UPS dalam memonitor kinerja baterai internal pada sistem UPS. Dengan menggunakan model klasifikasi yang diusulkan, pengguna dapat dengan cepat dan mudah mengetahui status internal baterai UPS dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kinerja sistem UPS. Selain itu, penelitian ini juga memiliki nilai kontribusi dalam pengembangan teknologi, terutama pada pengembangan model klasifikasi deteksi status internal baterai yang lebih efektif dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan teknologi sistem UPS.

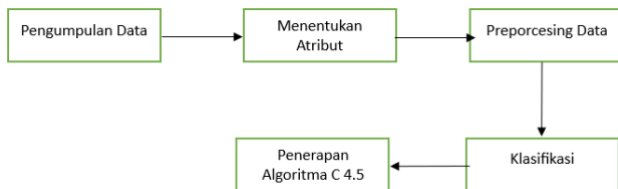
II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Baterai mempunyai dua kutub yang berbeda dan mempunyai beda potensial pada kedua kutubnya [12]. Baterai berfungsi memberikan tenaga listrik yang cukup untuk menghidupkan mobil (starter), sistem pengapian, penerangan dan kebutuhan lainnya. [13]. Usia pakai (lifetime) baterai pada [14] bertahan selama 13 tahun 2 bulan sejak awal pasang, seharusnya usia pakai bertahan selama 20 tahun. Dalam penelitian [15], keakuratan model baterai dan estimasi SOC penting bagi kendaraan listrik, analisis dilakukan terhadap beberapa aspek. Pengoperasian sistem baterai lithium-ion [16] membutuhkan kondisi kesehatan baterai yang akurat dengan validasi hasil menunjukkan kesalahan estimasi kondisi kesehatan rata – rata kurang dari 3%. Parameter baterai dapat meliputi sistem charging (pengisian) dan sistem discharging (pelepasan muatan). Setiap jenis baterai memiliki karakteristik yang berbeda – beda sehingga diperlukan juga metode pengisian yang berbeda pula [17]. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan parameter model EBM dioptimasi dengan algoritma koloni semut untuk meningkatkan kekokohan. Akhirnya, eksperimen komparatif antara fitur dan model dilakukan pada dataset Oxford dengan hasil yang menunjukkan bahwa kesalahan mutlak rata – rata metode yang diusulkan kurang dari 1% [9].

Pendekatan lainnya yang telah dilakukan peneliti [3], UPS masih bergantung pada sumber PLN sehingga mendapatkan sumber dari energi yang tidak dapat diperbarui. Pada [1],[5],[18]. UPS dapat dijadikan sumber energi listrik cadangan di rumah apabila sedang terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Hasil rancangan sistem pada [3] bertujuan untuk mengurangi pemakaian energi konvensional yang masih bergantung pada bahan bakar fosil atau bersifat terbatas. Deteksi status internal baterai UPS menggunakan pengukuran resistansi baterai, sementara prediksi umur pakai (RUL) didasarkan pada indikator kesehatan baterai (HI) seperti kapasitas atau resistansi internal [19].

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada kerangka (Gambar 1) penelitian ini akan dijelaskan tahapan – tahapan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Tahap pengumpulan data, data diambil dengan melakukan pengukuran langsung pada battery menggunakan battery tester pada baterai UPS yang sedang terjadi kendala. Data yang sudah dikumpulkan dalam battery tester kemudian di input ke dalam komputer dan disimpan dalam format XLSX yang akan diproses untuk identifikasi. Total data yang dikumpulkan adalah 100 data battery, setelah data berhasil dikumpulkan maka dilakukan preporcesing data untuk menghilangkan data yang tidak valid dan menghilangkan duplikat untuk memastikan kualitas data yang di gunakan baik tanpa mengurangi hasil analisa data. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data untuk menentukan atribut yang paling berpengaruh terhadap status internal battery UPS. Beberapa faktor yang dapat menjadi atribut yang berpengaruh antara lain besarnya nilai resistansi dan perbedaan nilai resistansi antara battery. Kemudian dilakukan pelebelan data menjadi 2 yaitu Normal dan Fault, yang mana pelabelan ini akan menentukan hasil dari nilai resistansi battery. Setelah itu melakukan tahapan penerapan model Klasifikasi dengan *decision tree* pada data yang sudah ada. Yang mana *decision tree* itu adalah struktur flowchart yang mempunyai pohon, dimana setiap simpul internal menandakan suatu tes atribut. Setiap cabang dari pohon merepresentasikan hasil tes dan simpul daun merepresentasikan kelas atau distribusi kelas. Alur pada *decision tree* ditelusuri dari simpul ke akar lalu ke simpul daun yang memegang prediksi kelas.

Pohon Keputusan adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan pengklasifikasian dan prediksi karena memiliki kemudahan dalam interpretasi hasil [20]. Algoritma Decision Tree bekerja seperti struktur pohon yang memiliki tiga simpul: simpul akar (root), simpul cabang (branch) dan simpul daun (leaf). Simpul root merupakan bagian paling atas, simpul branch merupakan aturan pengambil keputusan dan simpul leaf merupakan hasil dari keputusan [21].

B. Algoritma C4.5

Untuk perhitungan proses klasifikasi data menggunakan algoritma C4.5, yang merupakan algoritma yang digunakan untuk membuat pohon keputusan. Sedangkan pohon keputusan dapat diartikan suatu cara untuk memprediksi atau mengklarifikasi yang kuat. Pohon keputusan dapat membagi kumpulan data yang besar menjadi himpunan-himpunan record yang lebih kecil dengan menerapkan serangkaian aturan keputusan. Rumus Algoritma C4.5 terbagi menjadi 2 rumus, yang pertama rumus untuk mencari nilai gain [22].

Adapun rumus gain adalah sebagai berikut :

$$\text{Gain}(S,A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * \text{Entropy}(S_i) \quad (1)$$

Keterangan :

- S = Himpunan Kasus
- A = Atribut
- n = Jumlah Partisi Atribut A
- |S₁| = Jumlah Kasus Pada Partisi Ke-i
- |S| = Jumlah Kasus Dalam S

Dan rumus yang kedua adalah :

$$\text{Entropy}(S) = \sum_{i=1}^n (-p_i) * \log_2 p_i \quad (2)$$

Keterangan :

- S = Himpunan Kasus
- n = Banyaknya Partisi S
- p_i = Probabilitas yang didapat dari kasus i dibagi total kasus

Salah satu kelebihan algoritma ini adalah metode pohon keputusan yang dapat menghindari munculnya permasalahan dengan menggunakan kriteria yang jumlahnya lebih sedikit pada setiap node internal tanpa banyak mengurangi keputusan yang dihasilkan [23].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data internal resistansi battery yang telah menjadi data file xlxs, kemudian data tersebut di sesuaikan kembali agar memudahkan proses klasifikasi data pada mechine learning, data ini selanjutnya digunakan untuk menguji model klasifikasi yang dibuat. Tabel 1 merupakan data uji batery UPS.

Tabel 1. Data Uji baterai UPS

Tanggal	Waktu	Resistance [mohm]	Status
24/02/2023	11.00.15	2,49	Normal
24/02/2023	11.00.23	2,39	Normal
24/02/2023	11.00.35	2,42	Normal
24/02/2023	11.00.57	2,25	Normal

24/02/2023	11.01.17	2,63	Normal
24/02/2023	11.01.29	2,45	Normal
24/02/2023	11.01.35	2,37	Normal
24/02/2023	11.02.34	6,26	Fault
24/02/2023	11.02.50	9,57	Fault
24/02/2023	11.03.52	8,23	Fault
24/02/2023	11.03.59	8,52	Fault
24/02/2023	11.04.06	11,99	Fault
24/02/2023	11.04.31	21,03	Fault
24/02/2023	11.04.45	8,53	Fault
24/02/2023	11.04.58	6,53	Fault
24/02/2023	11.05.33	2,62	Normal
24/02/2023	11.05.42	2,47	Normal
24/02/2023	11.05.49	2,93	Normal
24/02/2023	11.05.59	2,54	Normal
...

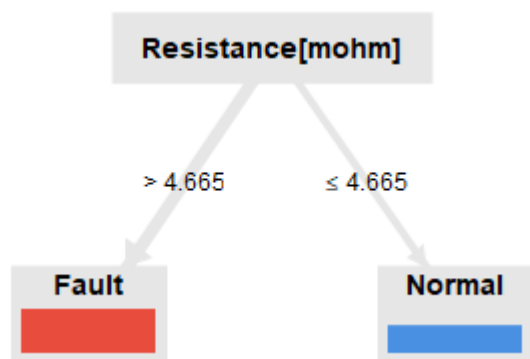
Setelah itu langkah penting untuk memastikan kualitas data yang di gunakan maka perlu menentukan range dari atribut resistansi battery menentukan range berikut tabel dari range yang akan di gunakan untuk klasifikasi.

Tabel 2. Tabel Range Resistansi Battery

Atribut	Value	Range
Resistansi	Normal	≤ 4.665 Ohm
	Fault	≥ 4.665 Ohm

Untuk membuat model klasifikasi deteksi resistansi battrey adalah membangun pohon keputusan dari beberapa tahapan yaitu dengan memilih :

- atribut sebagai akar,
- membuat cabang untuk setiap nilai,
- dan mengulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki nilai yang sama Sehingga di peroleh pohon keputusan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. Pohon Keputusan hasil algoritma Decision Tree C4.5

Dari pohon keputusan pada (gambar 2) diatas didapatkan rule untuk klasifikasi deteksi internal resistansi battery. Rule yang didapat sebagai berikut :

Tabel 3. Rule Klasifikasi deteksi internal resistansi battery

TREE
Resistance [mohm] > 4.665 : Fault {Normal=0, Fault=62}
Resistance [mohm] ≤ 4.665 : Normal {Normal=38, Fault=0}

Setelah hasil klasifikasi dan rule berupa pohon keputusan dibuat, selanjutnya akan dilakukan uji kinerja model klasifikasi dengan Decesion Tree C4.5. dilakukan dengan menggunakan Cross Validation (Confusion Matrix). Untuk meberikan rincian dari kesalahan klasifikasi. Pengujian ini dilakukan dengan memanfaatkan tools RapidMiner, hasil pengujian dapat di lihat pada gambar berikut ini.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Cross Validation (Confusion Matrix)

Accuracy: 100.00%			
	True Normal	True Fault	Class Precision
Pred. Normal	38	0	100.00%
Pred. Fault	0	62	100.00%
Class Recall	100.00%	100.00%	

Hasil di atas adalah data uji yang sudah diberikan label untuk menentukan tingkat akurasi dan menunjukan tingkat akurasi yang dihasilkan yaitu 100%. Untuk memastikan hasil data yang sudah dibuatkan rule klasifikasi sebelumnya, data uji baru tanpa label dimasukan untuk mengetahui hasil klasifikasi yang sudah dibuat akurat atau tidak.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Data Baru Tanpa Label

Accuracy: 100.00%			
	True Normal	True Fault	Class Precision
Pred. Normal	37	0	100.00%
Pred. Fault	0	3	100.00%
Class Recall	100.00%	100.00%	

Hasil di atas menunjukkan bahwa data uji dari 40 baterai yang belum memiliki label menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan yaitu 100%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil klasifikasi deteksi status internal resistansi battery menggunakan metode decision tree C4.5. Menunjukkan bahwa hasil dari klasifikasi ini mendapatkan hasil data untuk pergantian battery yang sudah tidak bisa digunakan yaitu sebesar 62 unit battery yang harus diganti dan 38 battery masih bisa digunakan untuk backup system UPS. Dan dari 100 unit battery yang sudah di klasifikasi diperoleh tingkat akurasi 100% yang mana nilai ini termasuk dalam klasifikasi yang bagus. Sehingga dapat di simpulkan bahwa model klasifikasi menggunakan metode algoritma Decision Tree C4.5 akurat dalam melakukan klasifikasi untuk deteksi internal resistansi battery. dalam Langkah penting dalam memastikan kualitas data yang digunakan untuk membuat model klasifikasi adalah menentukan range dari atribut resistansi battery yang akan digunakan untuk klasifikasi. Dengan menggunakan model klasifikasi ini, pengguna dapat memantau kinerja baterai internal pada sistem UPS dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kinerja sistem UPS.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P M Bintang, M M Ary, dan K Ekki. (2019). Sistem Monitoring Pada Uninterruptible Power Supply Berbasis Internet Of Things. Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS), 710 – 714.

[2] W T Kusuma, S Steven. (2019). Perancangan Panel Automatic Transfer Switch Dan Automatic Main Failure Dengan Kontroler Berbasis Arduino. Sigma Teknika, 2(2), 207 – 223.

[3] M A Akbar, Suhanto, dan S Lady. (2019). Rancang Bangun Kontrol dan Monitoring Baterai Uninterruptible Power Supply (UPS) Menggunakan Energi Hybrid Dengan Konsep Internet Of Thing (IOT). Prosiding : Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP).

[4] O Gakila, Herman, dan F Dina. (2022). Analisa Kinerja Inverter Pada UPS (Uninterruptible Power Supply) Kapasitas 75 KVA Di STG (Steam Turbin Generator) PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Jurnal Inforek UTP, 1(1), 26 – 30.

[5] S T Edo, A Yosi, dan H Muhammad. (2021). UPS (Uninterruptible Power Supply) 1000 Watt Berbasis Panel Surya. Jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang, 45 – 51.

[6] Charbuty, B., & Abdulazeez, A. (2021). Classification based on decision tree algorithm for machine learning. Journal of Applied Science and Technology Trends, 2(01), 20-28.

[7] K Hendra. (2020). Deteksi Twitter Bot Menggunakan Klasifikasi Decision Tree. Jurnal Sustainable : Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan, 9(1), 31 – 37.

[8] R Yusi. (2019). Implementasi Klasifikasi Decision Tree Menganalisa Status Penjualan Barang Menggunakan C4.5. Jurnal Pelita Informatika, 7(3), 404 – 411.

[9] Lin, M., Yan, C., Wang, W., Dong, G., Meng, J., & Wu, J. (2023). A data-driven approach for estimating state-of-health of lithium-ion batteries considering internal resistance. Energy, 277, 127675.

[10] Jinasena, A., Spithoff, L., Wahl, M. S., Lamb, J. J., Shearing, P. R., Strømman, A. H., & Burheim, O. S. (2022). Online internal temperature sensors in lithium-ion batteries: State-of-the-art and future trends. Frontiers in Chemical Engineering, 4, 6.

[11] Doughty, D. H., Butler, P. C., Jungst, R. G., & Roth, E. P. (2002). Lithium battery thermal models. Journal of power sources, 110(2), 357-363.

[12] N Muslih. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. Journal Of Electrical Technology, 6(1), 35 – 40.

[13] Dwiyanto dan M Yana. (2020). Perancangan Alat Bantu Tester Baterai Kendaraan Berbasis Arduino Dengan Keluaran Sistem SMS. ISU Teknologi STT Mandala, 15(2), 37-50.

[14] F Dini dan L R Indra. (2021). Prediksi usia pakai baterai pada sistem pencadangan unit 3 PLTU Suralaya. JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi), Elektronika, dan Listrik Tenaga, 1(2), 147 – 154.

[15] Z Wenlu, Z Yanping, P Zhengjun, dan L Qiang. (2021). Review On The Battery Model And SOC Estimation Method. Processes, 9, 1 – 23.

[16] M Zeyu, Y Ruixin, dan W Zhenpo. (2019). A Novel Data-Model Fusion State-Of-Health Estimation Approach For Lithium-Ion Batteries. Applied Energy, 237, 836 – 847.

[17] Pratiwi, Rani Ramadhani Eka. 2019. Pengaruh Proses Pengisian Charging Baterai Terhadap Efisiensi UPS (Uninterruptible Power Supply) di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Fakultas Teknik : Universitas Sriwijaya.

[18] Payung, Y. R., Purwanto, E., & Murdianto, F. D. (2020). Rancang Bangun Buck-Boost Converter Pada Sistem Charging Baterai dengan Sumber Solar Cell Menggunakan Kontrol PI pada Uninterruptible Power Supply (UPS) Offline untuk Aplikasi Beban Rumah Tangga.

[19] H Xiaosong, X Le, L Xianke, dan P Michael. (2020). Battery Lifetime Prognostics. Joule, 4, 310 – 346.

[20] P Annas, H M Hari, dan S Primatua. (2021). Simulasi Penerapan Metode Decision Tree (C4.5) Pada

- Penentuan Status Gizi Balita. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 4(3), 209 – 214.
- [21] N A Husnah. (2021). Implementasi Algoritma Decision Tree Untuk Klasifikasi Produk Laris. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 7(2), 45 – 51.
- [22] H Hananda dan P A Nadia. (2020). Penerapan Metode Klasifikasi Decision Tree Pada Status Gizi Balita Di Kabupaten Simalungun. *KESATRIA : Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, 1(2), 68 – 72.
- [23] P S Ucha, I Eka, dan R Fitri. (2021). Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Penyakit Diabetes Dengan Algoritma C4.5. *KESATRIA : Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, 2(1), 39 – 46.