

Klasifikasi Suhu Pada Peralatan Listrik Tegangan Tinggi Menggunakan Single Perceptron

Giovanni Dimas Prenata¹, Izzah Aula Wardah¹, Riyan Agus Setiyawan¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur
E-mail: gprenata@untag-sby.ac.id

Naskah Masuk: 10 Februari 2025; Diterima: 12 Agustus 2025; Terbit: 31 Agustus 2025

ABSTRAK

Abstrak - Penelitian ini mengusulkan pendekatan baru dalam pemanfaatan kecerdasan buatan untuk mengklasifikasikan kondisi aman atau bahaya berdasarkan citra thermal, yang sebelumnya belum pernah diterapkan. Proses dimulai dengan melakukan ekstraksi fitur dari citra thermal, yang bertujuan untuk menghitung persentase area berwarna putih serta area dengan warna selain putih. Informasi ini dijadikan dasar untuk proses klasifikasi lebih lanjut. Sebanyak 10 citra thermal digunakan sebagai data latih untuk membentuk model klasifikasi, sementara 2 citra lainnya digunakan sebagai data uji guna mengukur performa sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaringan saraf tiruan (JST) dengan arsitektur single perceptron. Proses pelatihan dilakukan sebanyak enam kali iterasi. Namun, hasil menunjukkan bahwa penyesuaian bobot sudah mencapai kestabilan bahkan pada iterasi pertama. Hal tersebut menunjukkan bahwa model belajar dengan cepat berdasarkan data pelatihan. Model JST yang telah dilatih ini kemudian digunakan untuk menguji kemampuan klasifikasi terhadap data baru. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu mencapai 100% dalam mengidentifikasi kondisi pada citra thermal termasuk kategori aman atau berbahaya. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis JST sederhana sekalipun mampu memberikan performa klasifikasi yang sangat baik jika fitur yang digunakan cukup representatif. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi antara ekstraksi fitur sederhana dan algoritma pembelajaran mesin dasar dapat secara efektif mendeteksi potensi bahaya dari citra thermal, serta membuka peluang untuk pengembangan sistem pemantauan otomatis berbasis visual thermal di masa depan.

Kata kunci: Foto Thermal, Bahaya, Aman, Klasifikasi, Single Perceptron

ABSTRACT

Abstract - This study proposes a novel approach to utilizing artificial intelligence for classifying safe or hazardous conditions based on thermal images, an application that has not been previously implemented. The process begins with feature extraction from the thermal images, aimed at calculating the percentage of white areas and areas of other colors. This information serves as the basis for further classification. A total of 10 thermal images were used as training data to build the classification model, while 2 additional images were used as testing data to evaluate system performance. The method employed in this research is an artificial neural network (ANN) with a single perceptron architecture. The training process was conducted over six iterations. However, results showed that the weight adjustments had already stabilized as early as the first iteration, indicating that the model learned quickly from the training data. The trained ANN model was then used to test its classification capability on new data. The testing results revealed a very high accuracy rate, reaching 100% in identifying whether the condition in the thermal image falls into the safe or hazardous category. This demonstrates that even a simple ANN-based approach can deliver excellent classification performance when the extracted features are sufficiently representative. Overall, this research proves that combining basic feature extraction with a fundamental machine learning algorithm can effectively detect potential hazards from thermal images. It also opens up opportunities for the development of automated monitoring systems based on thermal visual data in the future.

Keywords: Thermal photos, danger, safety, classification, single perceptron

Copyright © 2025 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Penerapan kecerdasan buatan pada ketenagalistrikan merupakan hal yang baru. Dengan kecerdasan buatan beberapa konsep bisa dikerjakan lebih akurat dan cepat. Seperti yang dilakukan Prenata untuk mengklasifikasikan kehandalan penyaluran tenaga listrik. Prenata mempergunakan 3 metode untuk mengklasifikasikan kehandalan yaitu Single Perceptron, Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest

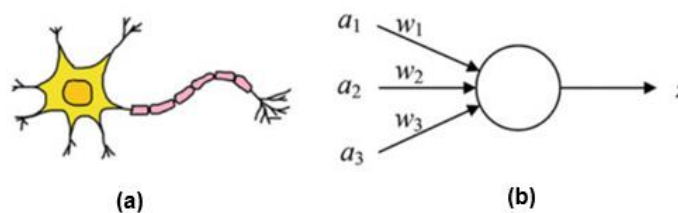
Neighbor (KNN) [1] [2] [3]. Berdasarkan SPLN 59-1985, kategori handal jika SAIDI lebih kecil dari 12,842 dan SAIFI lebih kecil dari 2,145, sehingga secara perhitungan bisa diketahui tingkat kehandalan berdasarkan data SAIDI dan SAIFI. Namun dengan kecerdasan buatan (AI) setiap data yang akan dicari tingkat kehandalannya tidak perlu lagi dilakukan perhitungan, sistem AI yang sudah dibuat bisa mengklasifikasikan dengan akurat tingkat kehandalan suatu data. Akurasi metode KNN untuk mengklasifikasi tingkat kehandalan sebesar 98% untuk $K=1$ s/d $K=7$. Untuk akurasi metode Single Perceptron sebesar 95% dalam mengklasifikasi tingkat kehandalan yang jika dibandingkan dengan metode Decision Tree dan Random Forest serta metode Naïve Bayes dan Multilayer Perceptron yang akurasi di atas 85%. Akurasi menggunakan metode SVM sebesar 97 % setelah ditemukannya garis hyperplane $y = -1,82693x + 18,3422$.

Penelitian implementasi kecerdasan buatan (AI) pada ketenagalistrikan yaitu untuk memvalidasi hasil pengukuran rele [4]. Pada penelitian tersebut rele mengukur nilai impedansi jaringan listrik GIS 150 KV untuk menentukan titik gangguan hubung singkat. Namun tidak adanya metode untuk memvalidasi, membuat penulis menerapkan kecerdasan buatan dengan metode PSO (Particle Swarm Optimization) untuk mendapatkan data pembandingan dan evaluasi. Dengan akurasi di atas 98%, hasil pencarian impedansi rele menggunakan PSO bisa dijadikan nilai pembandingan untuk mengevaluasi hasil pengukuran rele.

Penggunaan metode jaringan saraf tiruan single perceptron dipergunakan untuk mengidentifikasi kata benda dan bukan kata benda. Hasilnya akurasi sebesar 49% untuk mengenali pada saat training dan akurasi 44% pada saat testing [5]. Selanjutnya ada juga yang mempergunakan single perceptron untuk memprediksi kelulusan mahasiswa [6].

2. KAJIAN PUSTAKA

JST adalah metode kecerdasan buatan yang meniru otak manusia. Dalam otak manusia, terdapat dendrit yang merupakan bagian dari neuron, yaitu sel saraf yang berfungsi dalam proses pengolahan informasi. Dalam jaringan saraf tiruan, sel saraf neuron ini dikenal sebagai perceptron. Perceptron terdiri dari bagian masukan dan keluaran.



Gambar 1. a) Neuron Alami, b) Neuron pada ANN [7]

Gambar 1 (a) menunjukkan sel otak manusia, yaitu dendrit. Otak manusia terdiri dari banyak dendrit yang saling terhubung satu sama lain. Sementara itu, gambar (b) menggambarkan perceptron, yang berfungsi sebagai representasi dendrit dalam komputasi jaringan saraf tiruan. Perceptron menerima masukan (a_1 , a_2 , dan a_3), yang masing-masing memiliki bobot (w_1 , w_2 , dan w_3). Untuk menghasilkan output (z), perceptron memproses input menggunakan sebuah rumus.

$$\text{output} = \text{fungsi aktifasi} \left(\sum_{i=1}^n a_i w_i + b \right) \quad (1)$$

Fungsi aktivasi merupakan fungsi matematika yang menghitung suatu nilai berdasarkan input yang diberikan. Dalam perceptron, fungsi ini digunakan untuk menentukan arah output yang dihasilkan. Tanpa adanya fungsi aktivasi, output perceptron hanya berupa kombinasi linier dari nilai masukan [8].

Gambar 1 (b) menunjukkan model JST dengan arsitektur Single Perceptron. Model ini merupakan bentuk tersederhana dari jaringan saraf tiruan, yang terdiri dari satu bagian input, satu bagian output, dan satu perceptron [9]. Dalam Single Perceptron, tidak ada perceptron lain yang terhubung untuk membentuk jaringan yang lebih kompleks. Penggunaannya pun terbatas, terutama dalam menghasilkan output biner dengan nilai 0 atau 1.

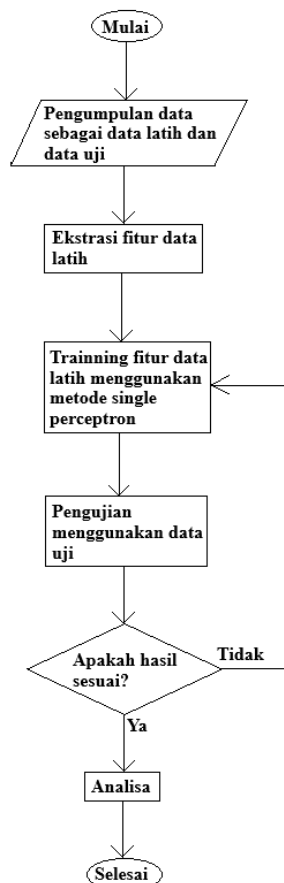
Dalam Single Perceptron, output dibandingkan dengan target untuk menentukan nilai error. Jika error bernilai nol (0), maka output sudah sesuai dengan target. Namun, jika error tidak nol, berarti terdapat perbedaan antara output dan target. Agar output sesuai dengan target atau error menjadi nol, diperlukan pembaruan nilai bobot.

$$\begin{aligned} \text{error} &= \text{output} - \text{target} & (2) \\ \text{delta output} &= \text{error} * \text{output} & (3) \end{aligned}$$

W_i adalah bobot yang telah diperbarui, sementara W_{i-1} merupakan bobot sebelum diperbarui. LR mewakili laju pembelajaran, X_i adalah nilai input, sedangkan delta output diperoleh dari perkalian antara error dan output yang telah diaktivasi. Setelah bobot diperbarui, output dihitung kembali menggunakan rumus 1, kemudian nilai output, error, dan delta output ditentukan lagi. Jika error masih ada, proses pembaruan bobot terus dilakukan hingga error mencapai nol.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan peneliti mengikuti alur sebagai berikut:

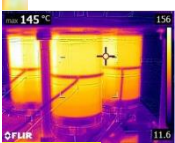


Gambar 2 Diagram alir penelitian

Tahapan pertama dimulai dengan mengumpulkan data yang akan dipakai untuk melatih model dan data uji. Data tersebut berupa gambar thermal yang berisi informasi suhu pada objek yang diamati. Pada gambar thermal, warna merepresentasikan persebaran suhu pada objek yang diamati. Warna gelap memberikan arti bahwa bagian pada objek tersebut bersuhu rendah/dingin kurang dari 50°C , sedangkan warna terang memberikan arti bahwa bagian objek tersebut bersuhu tinggi/panas mendekati 160°C . Pada tahapan ekstraksi fitur, gambar thermal dicari persentase warna putih dan persentase warna non putih. Tahapan tersebut dilakukan dengan konsep pengolahan citra digital.

Tabel dibawah merupakan data training dari berbagai objek dalam bentuk gambar thermal. Data tersebut diantaranya, gambar thermal Clamp Circuit Breaker bagian atas dan gambar thermal objek Clamp Circuit Breaker bagian bawah. Sebelum dipergunakan untuk training/pelatihan AI Single Perceptron, data terlebih dahulu dicari fitur persentase warna putih dan persentase warna non putih.

Tabel 1 Foto thermal

Data	Foto thermal	% Putih	% Non Putih	Kategori
1		18,6	81,4	Aman (0)
2		34,3	65,7	Aman (0)
3		56,5	43,5	Bahaya (1)
4		2,8	97,2	??
5		0	100	Aman (0)
6		80,3	19,8	??
7		1,13	98,87	Aman (0)
8		1,4	98,6	Aman (0)
9		1,63	98,37	Aman (0)
10		0,094	99,906	Aman (0)
11		0,09	99,91	Aman (0)
12		0,124	99,876	Aman (0)

Selanjutnya data hasil ekstrasi fitur akan ditrainningkan menggunakan single perceptron dengan ketentuan jika persentase (%) warna putih diatas/sama dengan 50% maka dianggap kondisi berbahaya dan jika persentase (%) warna putih dibawah 50% dianggap kondisi aman. Tahapan selanjutnya yaitu menguji model single perceptron menggunakan data uji yang sebelumnya juga sudah dilakukan ekstrasi fitur untuk mendapatkan persentase (%) warna putih dan persentase (%) warna tidak putih. Jika data uji bisa dikenali kondisi berbahaya atau aman, artinya model Single Perceptron sudah berhasil mengklasifikasikan gambar thermal. Namun jika model Single Perceptron gagal mengenali kondisi berbahasa atau aman, maka akan dilakukan tahapan pelatihan ulang dengan data training yang berbeda.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini peneliti menskenariokan iterasi sebanyak 6 kali untuk memperbaharui bobot pada arsitektur jaringan saraf tiruan single perceptron. Berikut nilai bobot pada setiap iterasi, nilai output dan nilai error.

Tabel 2. Pergerakan bobot pada jaringan saraf tiruan single perceptron

Iterasi ke-	Data latih ke-	Output	Error	Bobot w[0]	Bobot w[1]	Bobot w[2]
0				-1.07374e+008	0.169078	0.169078
1	1	13.8354	-1	-1.85518	-7.97537	-0.0420078
	2	-627.021	0	n/a	n/a	n/a
	3	-811.096	0	n/a	n/a	n/a
	4	-317.521	1	6.47129	-5.93147	0.0579922
	5	-599.907	0	n/a	n/a	n/a
	6	-579.6	0	n/a	n/a	n/a
	7	-575.706	0	n/a	n/a	n/a
	8	-574.416	0	n/a	n/a	n/a
	9	-591.923	0	n/a	n/a	n/a
	10	-613.473	0	n/a	n/a	n/a
2	1	-362.949	0	n/a	n/a	n/a
	2	-179.242	0	n/a	n/a	n/a
	3	-603.142	0	n/a	n/a	n/a
	4	417.656	0	n/a	n/a	n/a
	5	-599.907	0	n/a	n/a	n/a
	6	-579.6	0	n/a	n/a	n/a
	7	-575.706	0	n/a	n/a	n/a
	8	-574.416	0	n/a	n/a	n/a
	9	-591.923	0	n/a	n/a	n/a
	10	-613.473	0	n/a	n/a	n/a
3	1	-362.949	0	n/a	n/a	n/a
	2	-179.242	0	n/a	n/a	n/a
	3	-603.142	0	n/a	n/a	n/a
	4	417.656	0	n/a	n/a	n/a
	5	-599.907	0	n/a	n/a	n/a
	6	-579.6	0	n/a	n/a	n/a
	7	-575.706	0	n/a	n/a	n/a
	8	-574.416	0	n/a	n/a	n/a
	9	-591.923	0	n/a	n/a	n/a
	10	-613.473	0	n/a	n/a	n/a
4	1	-362.949	0	n/a	n/a	n/a
	2	-179.242	0	n/a	n/a	n/a
	3	-603.142	0	n/a	n/a	n/a
	4	417.656	0	n/a	n/a	n/a
	5	-599.907	0	n/a	n/a	n/a
	6	-579.6	0	n/a	n/a	n/a
	7	-575.706	0	n/a	n/a	n/a
	8	-574.416	0	n/a	n/a	n/a
	9	-591.923	0	n/a	n/a	n/a
	10	-613.473	0	n/a	n/a	n/a
5	1	-362.949	0	n/a	n/a	n/a
	2	-179.242	0	n/a	n/a	n/a
	3	-603.142	0	n/a	n/a	n/a
	4	417.656	0	n/a	n/a	n/a
	5	-599.907	0	n/a	n/a	n/a
	6	-579.6	0	n/a	n/a	n/a
	7	-575.706	0	n/a	n/a	n/a
	8	-574.416	0	n/a	n/a	n/a
	9	-591.923	0	n/a	n/a	n/a
	10	-613.473	0	n/a	n/a	n/a
6	1	-362.949	0	n/a	n/a	n/a
	2	-179.242	0	n/a	n/a	n/a
	3	-603.142	0	n/a	n/a	n/a
	4	417.656	0	n/a	n/a	n/a
	5	-599.907	0	n/a	n/a	n/a
	6	-579.6	0	n/a	n/a	n/a
	7	-575.706	0	n/a	n/a	n/a
	8	-574.416	0	n/a	n/a	n/a
	9	-591.923	0	n/a	n/a	n/a
	10	-613.473	0	n/a	n/a	n/a

Pada tabel diatas, dengan iterasi 6 kali bobot sudah cukup stabil dengan nilai error = 0 pada iterasi pertama. Iterasi ke-0 artinya pembobotan mula-mula yang dilakukan secara random. Pada iterasi ke-1 pembaharuan bobot dilakukan 2 kali yaitu untuk data latih ke-1 dan data latih ke-4. Sedangkan jika tidak ada perubahan bobot maka bernilai n/a. Namun sebelum proses training dilakukan, proses ekstrasi fitur untuk masing-masing data latih harus dilakukan.

Tabel 3. Data ekstrasi fitur data latih dan data uji

Jenis data	% warna putih	% warna selain putih	Kategori
Data latih ke- 1	18.6	81.4	aman
Data latih ke- 2	34.3	65.7	aman
Data latih ke- 3	2.9	97.1	aman
Data latih ke- 4	0	100	aman
Data latih ke- 5	80.3	19.7	bahaya
Data latih ke- 6	1.13	98.9	aman
Data latih ke- 7	1.4	98.6	aman
Data latih ke- 8	1.62	98.37	aman
Data latih ke- 9	0.093	99.906	aman
Data latih ke- 10	0.123	99.876	aman
Data uji ke- 1	56.5	43.5	bahaya
Data uji ke- 2	0.086	99.91	aman

Data pada tabel diatas (data latih) yang akan dilatihkan pada jaringan saraf tiruan single perceptron, sehingga menghasilkan pergerakan nilai pada masing-masing bobot yang ada pada tabel 2. Sedangkan data uji dipergunakan untuk menguji jaringan saraf tiruan single perceptron, apakah bisa mengenali foto thermal dalam kondisi aman/bahaya.

Adapun aplikasi jaringan saraf tiruan single perceptron dibuat menggunakan bahasa pemrogram C++ pada editor CodeBlocks versi 12:11. CodeBlocks versi 12:11 adalah aplikasi open source dan gratis yang menggunakan compiler GNU GCC.

5. KESIMPULAN

Penggunaan jaringan saraf tiruan single perceptron mampu mengklasifikasikan kondisi aman/berbahaya ada foto thermal. Menggunakan 10 gambar thermal sebagai data training dan terdapat 2 gambar thermal sebagai data testing, model jaringan sarqaf tiruan single perceptron mampu mengklasifikasikan dengan tepat kondisi aman/berbahaya (akurasi 100%).

REFERENSI

- [1] G. D. Prenata, "Klasifikasi Keandalan Sistim Distrbusi Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Surabaya Selatan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (Knn)," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3397.
- [2] G. D. Prenata, "Klasifikasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan Menggunakan Metode Single Perceptron," **Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika**, vol. 12, no. 1, pp. 21–25, Mar. 2024. [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>.
- [3] G. D. Prenata, "Klasifikasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan Menggunakan Support Vector Machine (SVM)," **Jurnal Teknik Elektro**, vol. 16, no. 2, pp. 62–70, Sep. 2023.
- [4] G. D. Prenata and N. A. Basyarach, "Prediksi Impedansi Rele Menggunakan Metode PSO sebagai Validasi Pengukuran Rele," in **Proc. Semnas SinarFe7-6 (FORTEI Regional VII)**, Surabaya, Indonesia, Sep. 2023, pp. 181–186. ISSN: 2621-3540.
- [5] Y. U. Budiman, "Identifikasi Kata Benda dan Bukan Kata Benda Menggunakan Single Layer Perceptron Network," **BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu**, vol. 1, no. 5, pp. 759–768, Oct.–Nov. 2022. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet>.
- [6] Shedriko, "Single Layer Perceptron dengan BackPropagation dalam Memprediksi Kelulusan Mahasiswa pada Mata Kuliah PTI di Universitas XYZ," in **Proc. Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK)**, Jakarta, Indonesia, Jan. 2021, pp. 821–826. P-ISSN: 2527-5321, E-ISSN: 2527-5941.
- [7] A. L. Davila, "Neural Networks: The Backpropagation Algorithm," Math 400 Paper, College of William and Mary, Williamsburg, VA, USA, 2020.

- [8] A. Lopez, D. Math, M. Professor, and C.-K. Li, "Neural Networks: The Backpropagation Algorithm," pp. 1–7, 2023.
- [9] Y. Tian, M. Shu, and Q. Jia, "Artificial Neural Network," in **Encyclopedia of Mathematical Geosciences**, B. S. Daya Sagar, Q. Cheng, and F. Agterberg, Eds. Cham, Switzerland: Springer, 2022, pp. 1–14, doi: 10.1007/978-3-030-26050-7_44-1.