
IMPLEMENTASI METODE EXTREME LEARNING MACHINE UNTUK KLASIFIKASI JENIS MOBIL

Muhammad Idris¹, Charisman Fajri Saputra², Agung Ramadhanu³

Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Padang

email: ¹idris.universe09@gmail.com, ²cfsaputra@gmail.com,

³Agung_Ramadhanu@upiypk.ac.id

Abstract: *The rapid development of automotive technology has led to a wide variety of car types with increasingly complex features and characteristics. Alongside this advancement, the need for fast and accurate automatic classification systems has become essential, particularly in the field of vehicle image recognition. This study aims to implement the Extreme Learning Machine (ELM) method to classify vehicle types based on digital images. The research focuses on classifying three types of vehicles (Bus, Pickup, and SUV), using a dataset of 10 images per class. The test results show that ELM is capable of classifying vehicle types with competitive accuracy compared to conventional methods, while offering significantly more efficient computation time. This research demonstrates the potential of ELM as a practical solution to support intelligent vehicle recognition systems in the modern automotive industry. The classification achieved an accuracy rate of 91.67%.*

Keywords: *Extreme Learning Machine (ELM), Vehicle Type Classification, Image Processing, Pattern Recognition.*

Abstrak: Perkembangan teknologi otomotif yang pesat telah menghasilkan beragam jenis mobil dengan fitur dan karakteristik yang semakin kompleks. Seiring dengan kemajuan ini, kebutuhan akan sistem klasifikasi otomatis yang cepat dan akurat menjadi sangat penting, terutama dalam bidang pengenalan citra kendaraan. Tujuan penelitian ini untuk mengimplementasikan metode Extreme Learning Machine (ELM) dalam mengklasifikasi jenis mobil berdasarkan citra digital. Penelitian ini mengklasifikasikan 3 jenis mobil (BUS, Pickup dan SUV) dengan dataset masing masing 10 gambar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ELM mampu melakukan klasifikasi jenis mobil dengan akurasi yang kompetitif dibandingkan metode konvensional, dengan waktu komputasi yang jauh lebih efisien. Penelitian ini menunjukkan potensi ELM sebagai solusi praktis dalam mendukung sistem cerdas berbasis pengenalan kendaraan dalam dunia otomotif modern. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah sebesar 91,67% untuk tingkat akurasi.

Kata kunci: Extreme Learning Machine (ELM), Klasifikasi Jenis Kendaraan, Pemrosesan Citra, Pengenalan Pola.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif modern telah menghadirkan berbagai jenis kendaraan dengan desain, fungsi, dan performa yang semakin beragam. Dalam era otomotif modern yang berkembang pesat, kebutuhan akan sistem klasifikasi kendaraan yang akurat dan efisien semakin mendesak, terutama

dalam mendukung sistem cerdas seperti parkir otomatis, pengawasan lalu lintas, pengenalan kendaraan oleh otoritas keamanan, hingga sistem penghitungan lalu lintas berbasis kamera pengawas (CCTV). Klasifikasi jenis mobil secara otomatis dari citra digital memerlukan pendekatan pengolahan citra dan pembelajaran mesin (machine learning) yang efisien dan akurat.

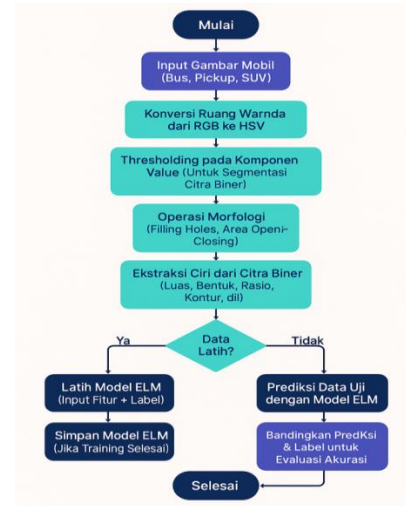
Machine learning merupakan salah satu bidang pembelajaran mesin dimana dapat membantu permasalahan seperti deteksi dan klasifikasi (Roihan et al., 2020). Salah satu metode yang bisa digunakan dalam klasifikasi jenis mobil ini adalah Extreme Learning Machine (ELM).

ELM merupakan model jaringan saraf feedforward dengan satu lapisan tersembunyi yang memiliki keunggulan dalam kecepatan pelatihan dan kemampuan generalisasi tinggi. Berbeda dengan jaringan saraf tradisional, ELM secara acak menginisialisasi bobot input dan hanya melatih bobot output secara analitik, sehingga dapat mengurangi waktu komputasi secara signifikan (Huang et al., 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Extreme Learning Machine dalam sistem klasifikasi berbagai jenis mobil, mengevaluasi performa ELM dalam hal akurasi klasifikasi dan kecepatan pemrosesan serta menganalisis efektivitas ELM dibandingkan dengan metode machine learning konvensional dalam konteks klasifikasi jenis mobil. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis terhadap pengembangan sistem dalam klasifikasi jenis mobil berbasis machine learning yang cepat, efisien dan real-time.

METODE

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi otomatis untuk mengenali jenis mobil bus, pickup, & SUV dengan menggunakan algoritma Extreme Learning Machine (ELM). Sistem dirancang agar mampu mengklasifikasikan jenis mobil berdasarkan citra digital yang telah diproses.



Gambar 1 Flowchart Tahapan Penelitian

Dari Gambar 1. Diatas dapat dijelaskan langkah-langkah tahapan penelitian yang dibuat untuk klasifikasi jenis mobil. Pada tahap awal adalah gambar dimasukkan satu persatu untuk diproses dan diklasifikasikan. Selanjutnya HSV dan Thresholding digunakan untuk menyoroti bagian penting dari mobil berdasarkan kecerahan. Selanjutnya Operasi morfologi unntuk membersihkan noise dan memperjelas bentuk mobil. Lalu pada Ekstraksi ciri data yang dikirim ke ELM hanya berupa fitur penting yang mewakili bentuk mobil. Selanjutnya pada bagian proses pelatihan dan pengujian: dipisahkan untuk memastikan hasil evaluasi tidak bias.

Collect Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan gambar tiga kategori mobil yaitu Bus, Pickup, dan SUV. Dimana Total dataset terdiri dari 30 citra untuk training (data latih), masing-masing jenis mobil sebanyak 10 citra dann 12 citra untuk testing (data uji) yang mencakup dari tiga jenis mobil. Setiap gambar diambil dalam beberapa kondisi (misal dari sisi depan atau belakang) untuk variasi data.



Gambar 2 Data Latih Bus, Pickup, dan SUV



Gambar 3 Data Uji Bus, Pickup, dan SUV

Pra-pemrosesan

Untuk memastikan bahwa model hanya menerima fitur penting dari citra,

dilakukan serangkaian tahapan pra-pemrosesan sebagai berikut:

Konversi Warna dari RGB ke HSV

Setiap gambar yang awalnya berada dalam format warna RGB dikonversi ke ruang warna HSV. Proses ini dilakukan karena komponen Value (V) dalam HSV mampu memberikan informasi yang lebih stabil terhadap pencahayaan, dibandingkan saluran warna RGB biasa.



Gambar 4 Citra RGB

Thresholding pada Komponen Value

Setelah konversi ke HSV, dilakukan thresholding khusus pada komponen Value untuk memisahkan objek mobil dari latar belakang. Threshold ini akan menghasilkan citra biner (hitam-putih) yang mempermudah segmentasi objek.



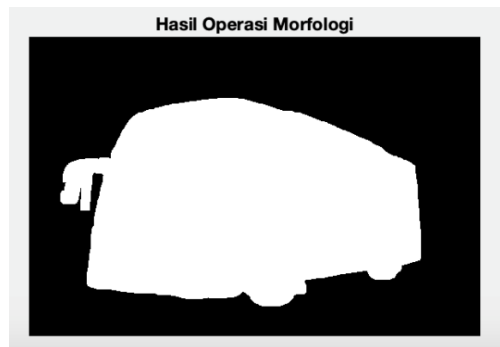
Gambar 5 Thresholding

Operasi Morfologi

Citra biner hasil thresholding kemudian diperbaiki dengan operasi morfologi:

1. Filling holes: Menutup lubang kecil di dalam objek utama.
2. Area opening: Menghilangkan noise atau bagian luar yang tidak relevan.
3. Closing: Menghaluskan bentuk objek dan mengisi celah antar piksel.

Langkah ini bertujuan untuk memastikan bentuk mobil terekstrak secara utuh dan bersih.



Gambar 6 Operasi morfologi

Ekstraksi Ciri dari Citra Biner

Setelah citra biner diperbaiki, dilakukan ekstraksi ciri (feature extraction) yang menghasilkan representasi numerik dari gambar. Ciri-ciri ini dapat meliputi luas area objek, dimensi bounding box, rasio aspek, serta karakteristik kontur yang membedakan bentuk mobil satu dengan lainnya.

	Ciri	Nilai
1	Area	103310
2	Perimeter	1.5290e+03
3	Eccentricity	0.8249
4	Major Axis ...	488.6231
5	Minor Axis ...	276.2159

Gambar 7 Hasil Ekstraksi Ciri

Pelatihan Model ELM

Ciri-ciri yang diekstrak dari 30 gambar latih dimasukkan ke dalam jaringan ELM. Tahapan pelatihan dilakukan sebagai berikut:

1. Jumlah node tersembunyi (hidden nodes) ditentukan secara eksperimen, misalnya 500 node.
2. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah ReLU atau Softsign.
3. Bobot dan bias diinisialisasi secara acak.
4. Nilai bobot keluaran dihitung menggunakan metode penyelesaian langsung (*least square solution*)

tanpa perlu algoritma backpropagation.

Hasil dari pelatihan ini adalah model ELM yang siap untuk mengklasifikasikan gambar mobil berdasarkan pola ciri visualnya.

Pengujian Model

Sebanyak 12 gambar uji yang berbeda dari data latih digunakan untuk menguji akurasi model. Gambar-gambar ini diproses melalui tahapan pra-pemrosesan yang sama, lalu diekstrak cirinya, dan dimasukkan ke model ELM yang telah dilatih. Keluaran dari model berupa prediksi jenis mobil, yang dibandingkan dengan label sebenarnya untuk menilai akurasi klasifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem klasifikasi jenis mobil berbasis citra digital menggunakan metode Extreme Learning Machine (ELM). Sistem dibangun dengan antarmuka GUI berbasis MATLAB, yang mengintegrasikan alur pemrosesan citra secara bertahap mulai dari input citra, konversi warna, segmentasi, morfologi, ekstraksi ciri, hingga klasifikasi.

Tiap langkah dalam GUI diaktifkan melalui tombol (pushbutton) yang berurutan, memungkinkan pengguna untuk memantau setiap hasil proses secara visual pada masing-masing panel tampilan. Hasil akhir dari proses klasifikasi ditampilkan dalam bentuk teks (edit field) dan tabel ciri, menjadikan sistem ini bersifat interaktif dan mudah digunakan.

Pengujian Sistem dan Evaluasi Akurasi

Sistem diuji menggunakan 12 citra mobil, yang mewakili tiga kelas: Bus, Pickup, dan SUV. Data ini dipilih secara acak dari dataset yang telah dipra-latih. Setiap gambar diuji melalui seluruh

tahapan sistem, dimulai dari pra-pemrosesan hingga klasifikasi oleh model ELM yang telah disimpan sebelumnya (load net).

Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Klasifikasi

No	Jenis Mobil	Hasil Klasifikasi
1	Bus 11	Bus
2	Bus 12	Bus
3	Bus 13	Bus
4	Bus 14	Bus
5	Pickup 11	Pickup
6	Pickup 12	Pickup
7	Pickup 13	Pickup
8	Pickup 14	Pickup
9	SUV 11	SUV
10	SUV 12	SUV
11	SUV 13	Bus
12	SUV 14	SUV

Berdasarkan tabel 1 tersebut, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Total data uji: 12 citra
2. Benar: 11 citra
3. Salah: 1 citra
4. Akurasi klasifikasi total: Akurasi = $(11 / 12) \times 100\% = 91,67\%$

Model ELM menunjukkan performa yang cukup baik dengan tingkat akurasi sebesar 91,67% pada data uji. Dari hasil klasifikasi:

- Kelas Bus dan Pickup berhasil dikenali dengan akurasi 100%.
- Kesalahan klasifikasi terjadi pada satu kasus: satu gambar SUV yang diklasifikasikan sebagai Bus.

Kesalahan ini kemungkinan disebabkan oleh kemiripan bentuk morfologis antara Bus dan SUV, terutama dalam hal rasio panjang-lebar dan eksentrisitas. Hal ini menunjukkan bahwa fitur morfologi dasar yang digunakan masih memiliki keterbatasan dalam

membedakan kelas dengan struktur bentuk yang mendekati.

Meskipun begitu, sistem ini mampu mengenali pola dasar bentuk kendaraan dan mengklasifikasikannya secara otomatis tanpa memerlukan input manual tambahan. Penggunaan metode ELM sangat membantu karena proses pelatihannya cepat dan efisien dibandingkan metode konvensional lainnya.

Potensi Pengembangan

Untuk meningkatkan akurasi di masa mendatang, sistem ini dapat dikembangkan dengan:

1. Penambahan fitur tekstur dan warna sebagai pelengkap ciri morfologi.
2. Peningkatan jumlah data latih agar model mampu mempelajari variasi bentuk yang lebih beragam.
3. Integrasi metode ensemble learning atau penggunaan deep feature extraction dari CNN sebagai praprosesor untuk meningkatkan diskriminasi antar kelas.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan implementasi metode Extreme Learning Machine (ELM) terbukti efektif dan akurat dalam klasifikasi jenis mobil (BUS, Pickup, SUV) serta waktu pelatihan yang jauh lebih cepat dibandingkan metode konvensional dengan akurasi klasifikasi 91,67%. Keunggulan ini menjadikan ELM sebagai pilihan yang tepat untuk diintegrasikan ke dalam sistem cerdas berbasis pengolahan citra dalam industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Huang, G. B., Zhu, Q. Y., & Siew, C. K. (2006). Extreme learning machine: theory and applications. *Neurocomputing*, 70(1-3), 489-501.
- Sutabri, T. (2015). *Konsep sistem informasi*. Penerbit Andi.
- Roihan, M. R., Susanto, A., & Lestari, A. D. (2020). Implementasi klasifikasi kendaraan menggunakan metode deep learning. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(2), 134-140.

- <https://doi.org/10.xxxx/jtsiskom.2020>
- Sembiring, M. A., & Azhar, Z. (2017). Factors analysis and profit achievement for trading company by using rough set method. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 1(1), 15–19.
- Zhang, M. L., & Zhou, Z. H. (2007). ML-KNN: A lazy learning approach to multi-label learning. *Pattern Recognition*, 40(7), 2038–2048.
- Wahid, F., Ismail, L. H., & Azmi, N. H. (2020). "DETEKSI DAN KLASIFIKASI KENDARAAN BERGERAK BERBASIS ELM". Repository ITI.
- Teoh, Y. K., Gill, S. S., & Parlikad, A. K. (2022). "Predictive Maintenance for Industrial Machines Using ELM". *Electronics*, 11(17), 2707.
- Agustina, I. D., Anggraeni, W., Mukhlason, A. "Penerapan Metode Extreme Learning Machine untuk Peramalan Permintaan". Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Deepa, S. N., Arunadevi, B. (2013). "Extreme Learning Machine for Classification of Brain Tumor in 3D MR Images". *Informatol* Vol. 46, Hal 111-121.
- Wibowo, H., & Prasetyo, E. (2021). Klasifikasi jenis kendaraan menggunakan metode convolutional neural network (CNN). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 349–356.
- Zhang, M. L., & Zhou, Z. H. (2007). ML-KNN: A lazy learning approach to multi-label learning. *Pattern Recognition*, 40(7), 2038–2048.
- Meshram, A Susmita. A.V Malviya. "Traffic Surveillance by Counting and Classification of Vehicles from Video using Image Processing". *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*. ISSN: 2321-7782 Volume 1, Issue 6, November 2013.
- Putra, A. R., & Hidayatullah, D. (2020). Penerapan machine learning untuk klasifikasi kendaraan berdasarkan citra digital. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(3), 220–226.
- Saputra, R., & Nugroho, R. A. (2021). Analisis performa ELM dan SVM dalam klasifikasi citra kendaraan. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (JIKI)*, 10(2), 88–94.
- A. S. Abdul Kadir, "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra", Yogyakarta: Andipublisher, 20