

EVALUASI MODEL ANN, CNN, DAN SVM UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR CIFAR-10

**Muhammad Luthfi Alfarisi¹, Meilona Herisda²,
Sony Adan Kalamasyah³, Yudi Awal Nugraha⁴,
Syauqina Salsabila⁵, Murman Dwi Prasetyo⁶**

Universitas Telkom

E-mail: alfarisi.luthfi@yahoo.com¹, meilonaherisda@gmail.com², permassaka@gmail.com³,
yudiawalnugraha96@gmail.com⁴, syauqiinaa@gmail.com⁵, murmandwi@telkomuniversity.ac.id⁶

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi bagaimana tiga algoritma machine learning yaitu Artificial Neural Network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN), dan Support Vector Machine (SVM) bekerja dalam klasifikasi dataset CIFAR-10. Dataset CIFAR-10 terdiri dari 60.000 gambar berwarna dengan resolusi 32 x 32 piksel, dan dibagi ke dalam sepuluh kelas. Setiap algoritma diuji dengan metrik akurasi, presisi, recall, dan skor F1. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa CNN memiliki akurasi terbaik sebesar 70% dibandingkan dengan ANN dan SVM. Selain itu, teknik regulasi seperti regularisasi L2 dan PCA terbukti meningkatkan kinerja model. Studi ini menunjukkan keunggulan CNN dalam pengolahan data citra serta kelemahan SVM dan ANN saat menangani dataset berskala besar.

Kata Kunci: CNN, ANN, SVM, CIFAR-10, Klasifikasi Citra.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dan pembelajaran mesin (Machine Learning) telah mendorong berbagai inovasi dalam pengolahan data visual (Wu & Feng, 2018). Mengklasifikasikan objek dalam citra dengan tingkat akurasi tinggi adalah salah satu tantangan utama, terutama pada dataset yang kompleks seperti CIFAR-10, yang memiliki variasi besar dalam pose, pencahayaan, dan latar belakang. Algoritma seperti Artificial Neural Network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN), dan Support Vector Machine (SVM) telah banyak digunakan untuk mengatasi masalah ini (Li et al., 2022).

ANN dan SVM tetap relevan untuk berbagai aplikasi, terutama karena arsitektur yang lebih sederhana dan efisiensi pada dataset tertentu, meskipun CNN sering dianggap unggul dalam pengklasifikasian citra karena kemampuannya menangkap fitur spasial (Zheng et al., 2024). Hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara menyeluruh membandingkan kinerja ketiga algoritma tersebut dalam klasifikasi dataset CIFAR-10 menggunakan berbagai metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan skor F1. Selain itu, evaluasi dilakukan secara bersamaan untuk ketiga algoritma ini saat menggunakan teknik seperti normalisasi, enkoding panas satu kali, reduksi dimensi, dan regulasi jarang (Xia, 2024).

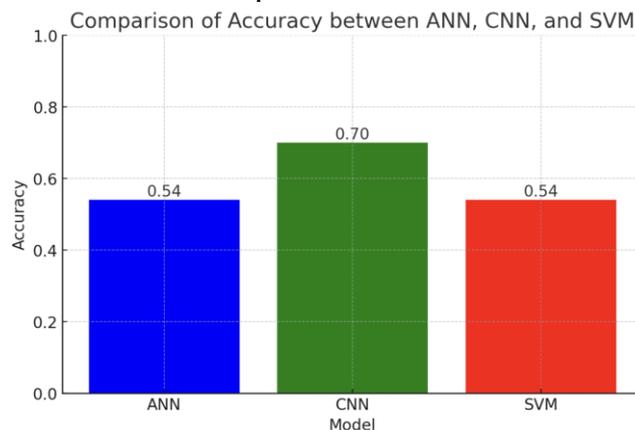
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab perbedaan ini dengan melakukan analisis komparatif terhadap ANN, CNN, dan SVM saat mengklasifikasikan dataset CIFAR-10. Studi ini juga diharapkan dapat memberikan informasi tentang keunggulan, kelemahan, dan kemungkinan penggunaan masing-masing algoritma dalam pengolahan data gambar, dan memberikan rekomendasi model terbaik untuk tugas klasifikasi gambar (Toennies, n.d.).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental untuk mengevaluasi performa tiga algoritma klasifikasi: Artificial Neural Network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN), dan Support Vector Machine (SVM) pada dataset CIFAR-10. Kinerja algoritma dibandingkan berdasarkan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bagaimana tiga algoritma pembelajaran mesin yaitu Artificial Neural Network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN), dan Support Vector Machine (SVM) berfungsi dalam klasifikasi kumpulan data CIFAR-10. Menilai didasarkan pada akurasi, presisi, recall, skor F1, dan waktu komputasi. Gambar 1 menggambarkan hasil akurasi dari setiap model.



Gambar 1. Grafik perbandingan akurasi antara model ANN, CNN, SVM

Akurasi CNN tertinggi sebesar 70% didukung oleh fitur lapisan konvolusi yang mampu mengenali pola lokal seperti tepi, tekstur, dan bentuk. Ini menunjukkan kemampuan model untuk menangkap pola spasial yang kompleks pada gambar. Akibatnya, model CNN lebih mampu menggeneralisasi dibandingkan ANN dan SVM. Studi sebelumnya telah menunjukkan kemampuan CNN ini, dengan penekanan pada keunggulannya pada dataset citra seperti CIFAR-10 (Doon Tarun Kumar Rawat Shweta Gautam, n.d.; Recht et al., 2018; Sharma et al., 2018).

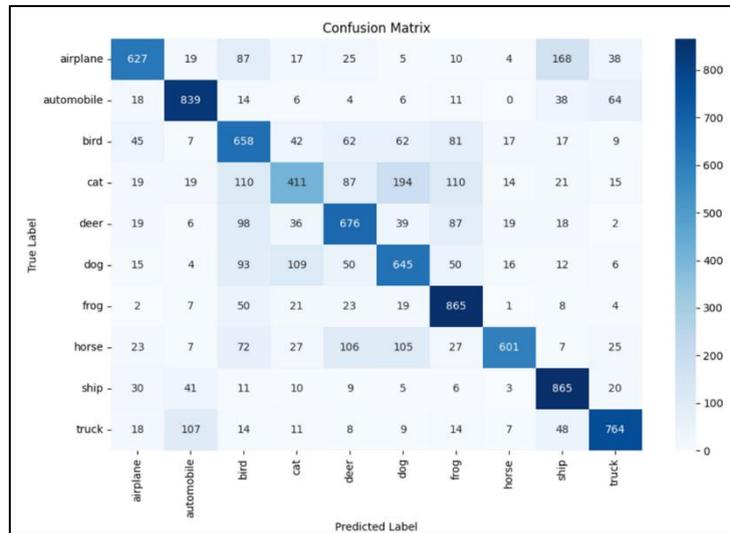
Akurasi ANN sebesar 54% lebih rendah daripada CNN. Karena arsitekturnya tidak dibuat untuk menangkap pola spasial secara langsung, prestasinya terbatas. Setiap neuron dalam lapisan tersembunyi terhubung ke semua neuron di lapisan sebelumnya, yang membuat model memerlukan lebih banyak parameter dan cenderung overfitting ketika dataset memiliki dimensi yang tinggi seperti CIFAR-10. Namun, ANN tetap memberikan hasil yang memadai dengan regularisasi dropout untuk menghindari overfitting (Cervantes et al., 2020). Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ANN kurang efektif dalam pengklasifikasian gambar dibandingkan dengan model deep learning seperti CNN (Isaac Abiodun et al., 2018).

Akurasi 54% yang diberikan oleh SVM dengan kernel RBF sebanding dengan ANN tetapi membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama. Dalam dataset CIFAR-10, dimensi data yang besar merupakan hambatan utama SVM, yang berdampak pada efisiensi komputasi. Terbukti bahwa pelatihan dengan PCA mempercepat, tetapi informasi penting dari gambar mungkin hilang selama prosesnya (Sugeng & Praminiarto, 2024). Meskipun kernel RBF dibuat untuk menangani data non-linear, SVM kurang efektif daripada CNN

untuk dataset berskala besar karena kompleksitasnya (Pisner & Schnyer, 2019).

Selain akurasi, waktu komputasi menjadi faktor penting dalam memilih algoritma. CNN membutuhkan waktu pelatihan lebih lama dibandingkan ANN tetapi lebih efisien dibandingkan SVM. CNN memanfaatkan fitur berbagi bobot dalam lapisan konvolusi, yang mengurangi jumlah parameter yang harus diproses. Sebaliknya, SVM memerlukan waktu yang jauh lebih lama karena proses optimisasi kernel pada data berdimensi tinggi.

Confusion matrix juga dianalisis untuk mengevaluasi distribusi prediksi model di seluruh kelas. CNN menunjukkan distribusi prediksi yang lebih merata dibandingkan ANN dan SVM, yang sering salah mengklasifikasikan kelas-kelas dengan kemiripan visual, seperti "deer" dan "frog" (Gu et al., 2018). Visualisasi confusion matrix dapat dilihat pada Gambar 2.

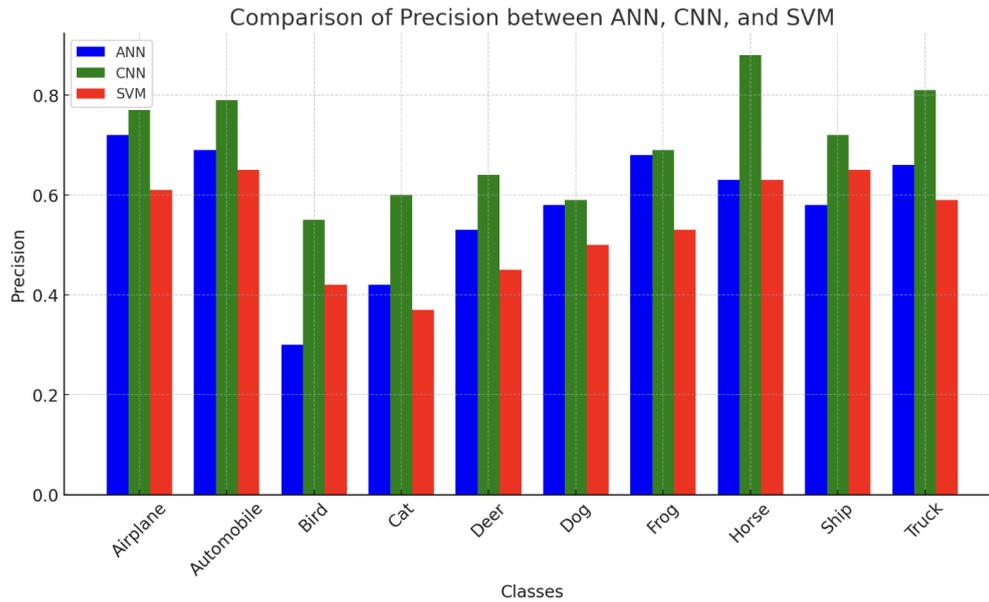


Gambar 2. Confusion Matrix model CNN

Keseluruhan hasil eksperimen ini mendukung pandangan bahwa CNN adalah algoritma terbaik untuk tugas klasifikasi citra yang kompleks, sementara ANN dan SVM memiliki keterbatasan yang signifikan dalam menangani data berdimensi tinggi. Dengan menggabungkan teknik seperti regularisasi dan reduksi dimensi, performa ANN dan SVM dapat ditingkatkan, tetapi tetap tidak sekompetitif CNN. Temuan ini konsisten dengan studi yang menekankan pentingnya regularisasi untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model (Thakkar et al., n.d.).

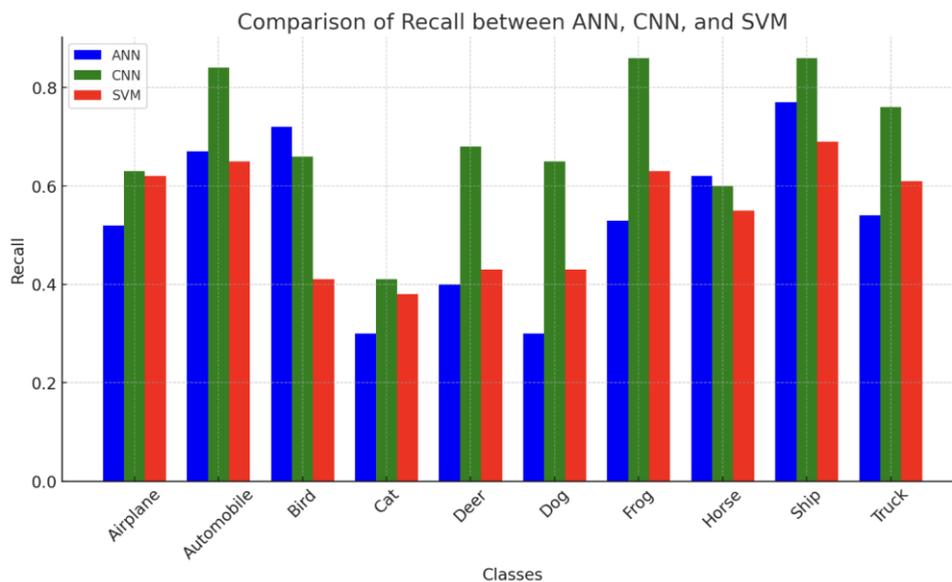
Berdasarkan hasil klasifikasi yang diperoleh dari tiga model Artificial Neural Network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN), dan Support Vector Machine (SVM) dapat dilakukan analisis perbandingan kinerja berdasarkan metrik precision, recall, dan f1-score.

CNN menunjukkan nilai precision tertinggi dibandingkan ANN dan SVM pada sebagian besar kelas (Gambar 3). Hal ini mengindikasikan bahwa CNN lebih efektif dalam mengurangi kesalahan positif dalam klasifikasi. ANN memiliki precision yang lebih rendah dibandingkan CNN, sementara SVM memiliki precision yang paling rendah di antara ketiga model.



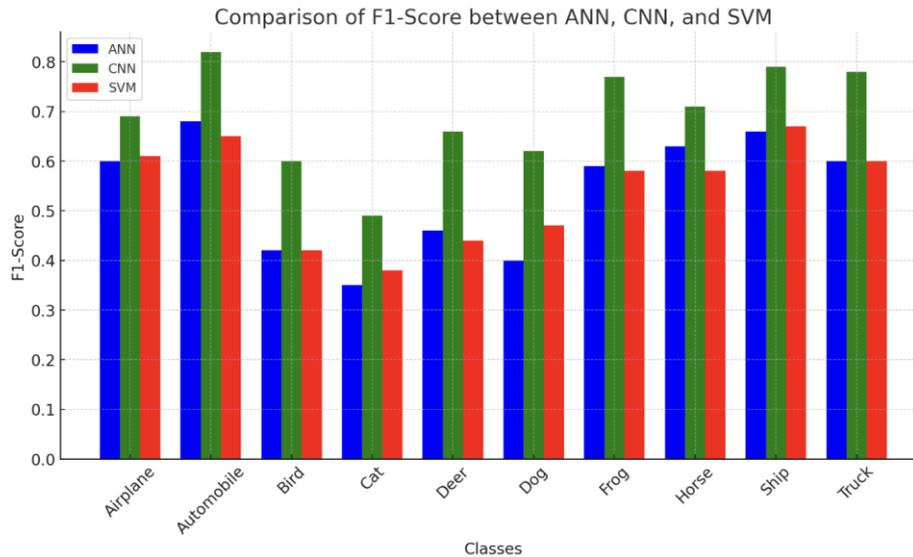
Gambar 3. Grafik Perbandingan precision antara model ANN, CNN, SVM

CNN juga memiliki nilai recall yang lebih tinggi dibandingkan dengan ANN dan SVM. Hal ini menunjukkan bahwa CNN lebih mampu mengenali sampel positif dibandingkan model lainnya (Gambar 4). ANN memiliki recall yang cukup baik tetapi masih di bawah CNN, sedangkan SVM menunjukkan performa recall yang lebih rendah, menandakan tingkat kesalahan dalam mendeteksi kelas yang benar lebih tinggi dibandingkan dua model lainnya.



Gambar 4. Grafik perbandingan recall antara model ANN, CNN, SVM

CNN memiliki f1-score tertinggi, menunjukkan keseimbangan terbaik antara precision dan recall. ANN memiliki f1-score yang lebih rendah dari CNN tetapi masih lebih baik dibandingkan SVM. SVM memiliki f1-score terendah, yang menunjukkan bahwa model ini kurang efektif dalam menangani keseimbangan antara precision dan recall.



Gambar 5. Grafik perbandingan F1-Score antara model ANN, CNN, SVM

4. KESIMPULAN

Dari hasil perbandingan ini, CNN terbukti memiliki kinerja terbaik dibandingkan dengan ANN dan SVM dalam tugas klasifikasi. ANN memiliki performa yang lebih baik daripada SVM tetapi masih kalah dibandingkan CNN. SVM menunjukkan kinerja paling rendah dalam semua metrik evaluasi. Oleh karena itu, dalam tugas klasifikasi berbasis gambar, CNN lebih direkomendasikan karena kemampuannya dalam menangkap fitur spasial yang lebih kompleks.

Penelitian ini membandingkan performa Artificial Neural Network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN), dan Support Vector Machine (SVM) dalam klasifikasi dataset CIFAR-10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN memiliki akurasi terbaik sebesar 70%, diikuti oleh SVM dan ANN dengan akurasi masing-masing 54%. Keunggulan CNN disebabkan oleh kemampuannya menangkap pola spasial yang kompleks pada citra, sedangkan ANN dan SVM memiliki keterbatasan dalam menangani data berdimensi tinggi.

CNN juga menunjukkan efisiensi waktu komputasi yang lebih baik dibandingkan SVM, meskipun memerlukan waktu pelatihan lebih lama dibandingkan ANN. Teknik regulasi seperti dropout dan PCA membantu meningkatkan performa dengan mencegah overfitting. Berdasarkan hasil ini, CNN direkomendasikan sebagai algoritma terbaik untuk tugas klasifikasi citra yang kompleks, sementara ANN dan SVM lebih cocok untuk dataset dengan dimensi dan kompleksitas yang lebih rendah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Cervantes, J., Garcia-Lamont, F., Rodríguez-Mazahua, L., & Lopez, A. (2020). A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges and trends. *Neurocomputing*, 408, 189–215. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.10.118>
- Doon Tarun Kumar Rawat Shweta Gautam, R. (n.d.). *Cifar-10 Classification using Deep Convolutional Neural Network*.
- Gu, J., Wang, Z., Kuen, J., Ma, L., Shahrudy, A., Shuai, B., Liu, T., Wang, X., Wang, G., Cai, J., & Chen, T. (2018). Recent advances in convolutional neural networks. *Pattern Recognition*, 77, 354–377. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2017.10.013>
- Isaac Abiodun, O., Jantan, A., Esther Omolara, A., Victoria Dada, K., AbdElatif Mohamed, N., & Arshad, H. (2018). State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey. *Heliyon*, 4, e00938. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018>

- Jordan, M., Kleinberg, J., & Schölkopf, B. (n.d.). *Pattern Recognition and Machine Learning*.
- Li, Z., Liu, F., Yang, W., Peng, S., & Zhou, J. (2022). A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 33(12), 6999–7019. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2021.3084827>
- Pisner, D. A., & Schnyer, D. M. (2019). Support vector machine. In *Machine Learning: Methods and Applications to Brain Disorders* (pp. 101–121). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815739-8.00006-7>
- Recht, B., Roelofs, R., Schmidt, L., & Shankar, V. (2018). Do CIFAR-10 Classifiers Generalize to CIFAR-10? <http://arxiv.org/abs/1806.00451>
- Sharma, N., Jain, V., & Mishra, A. (2018). An Analysis of Convolutional Neural Networks for Image Classification. *Procedia Computer Science*, 132, 377–384. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.198>
- Sugeng, & Praminiarto, H. (2024). Detection of Drowsiness in Drivers Using Image Processing and Support Vector Machine (SVM) Classification. *Jurnal Online Informatika*, 9(2), 238–248. <https://doi.org/10.15575/join.v9i2.1076>
- Thakkar, V., Tewary, S., Graduate, -Ieee, Member, S., Chakraborty, C., Member, I., & Engineering, E. (n.d.). Batch Normalization in Convolutional Neural Networks-A comparative study with CIFAR-10 data.
- Toennies, K. D. (n.d.). *An Introduction to Image Classification From Designed Models to End-to-End Learning*.
- Wu, Y. chen, & Feng, J. wen. (2018). Development and Application of Artificial Neural Network. *Wireless Personal Communications*, 102(2), 1645–1656. <https://doi.org/10.1007/s11277-017-5224-x>
- Xia, Z. (2024). Overfitting of CNN model in cifar-10: Problem and solutions. *Applied and Computational Engineering*, 37(1), 212–221. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/37/20230511>
- Zheng, Y. Y., Huang, H. X., & Chen, J. M. (2024). Comparative analysis of various models for image classification on Cifar-100 dataset. *Journal of Physics: Conference Series*, 2711(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2711/1/012015>