

Utilization of convolutional neural network for efficient and accurate classification of different types of waste

Pemanfaatan convolutional neural network untuk klasifikasi efisien dan akurat pada berbagai jenis sampah

Ahmad Najib Fadllurrohman¹, Muhammad Lutfi², Qhardafi Akbar D. E³, Akhmad Fathurohman⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia (8 pt)

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima 16 Januari 2024
Perbaikan 2 Juli 2024
Disetujui 30 Juli 2024

Keywords:

Klasifikasi sampah
Convolutional neural network
Pengelolaan sampah
Akurasi tinggi

ABSTRAK

Produksi sampah yang semakin meningkat menuntut pengelolaan yang lebih efisien, salah satunya melalui pemilahan yang efektif. Artikel ini membahas tentang klasifikasi sampah (plastik, kaca, logam, kardus, kertas) menggunakan teknik Convolutional Neural Network (CNN). CNN menawarkan kecepatan, efisiensi, dan akurasi tinggi dibandingkan metode manual dalam pemilahan sampah. Penelitian ini menggunakan dataset klasifikasi sampah yang diperoleh dari situs Kaggle, dengan citra berukuran 300x300 piksel. Proses pra-pemrosesan mencakup normalisasi intensitas piksel, pengurangan noise, dan pengubahan ukuran gambar untuk konsistensi data. Arsitektur model CNN terdiri dari lapisan konvolusi untuk ekstraksi fitur, lapisan pooling untuk reduksi dimensi, dan lapisan fully connected untuk klasifikasi akhir. Model dilatih dengan algoritma optimisasi seperti Adam dan dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasifikasi sampah berbasis CNN mampu menghasilkan akurasi tinggi dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan metode manual, menjadikannya solusi potensial untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah.

ABSTRACT

Increasing waste production demands more efficient management, one of which is through effective sorting. This article discusses the classification of waste (plastic, glass, metal, cardboard, paper) using the Convolutional Neural Network (CNN) technique. CNN offers speed, efficiency, and high accuracy compared to manual methods in waste sorting. This study uses a waste classification dataset obtained from the Kaggle website, with an image size of 300x300 pixels. Pre-processing includes pixel intensity normalization, noise reduction, and image resizing for data consistency. The CNN model architecture consists of a convolution layer for feature extraction, a pooling layer for dimensionality reduction, and a fully connected layer for final classification. The model is trained with Adam-like optimization algorithms and evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The results show that CNN-based waste classification is able to produce high accuracy and better efficiency than manual methods, making it a potential solution to address waste management issues.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA.



Penulis Korespondensi:

Ahmad Najib Fadllurrohman
Program Studi Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang
Alamat: Gedung FT-MIPA Lt. 7, Ruang 707, Jl. Kedungmundu Raya No.18, Semarang 50273, Indonesia
Email: anajib325@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang dihadapi banyak negara, termasuk Indonesia. Produksi sampah terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan konsumsi masyarakat. Hal ini menyebabkan masalah pengelolaan sampah menjadi semakin kompleks. Salah satu cara untuk mengatasi masalah sampah adalah dengan melakukan pemilahan sampah. Pemilahan sampah dapat dilakukan berdasarkan jenisnya, yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah anorganik dapat didaur ulang, sedangkan sampah organik dapat diolah menjadi kompos.

Pemilahan sampah dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin. Pemilahan sampah secara manual dilakukan oleh manusia, sedangkan pemilahan sampah menggunakan mesin dilakukan oleh mesin. Pemilahan sampah menggunakan mesin memiliki beberapa keuntungan, yaitu lebih cepat, lebih efisien, dan lebih akurat.

Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk pemilahan sampah menggunakan mesin adalah klasifikasi citra. Klasifikasi citra merupakan proses pengenalan objek atau pola dalam citra. Klasifikasi citra dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah dengan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN).

CNN adalah salah satu metode pembelajaran mesin yang dapat digunakan untuk klasifikasi citra. CNN mempunyai beberapa keunggulan, yaitu dapat mempelajari data yang tidak terstruktur, dapat menangani data dengan jumlah yang besar, dan dapat menghasilkan hasil klasifikasi yang akurat.

2. METODE

2.1. Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset Garbag klsification. Dataset Garbag klasifikasi berisi tentang bahan-bahan sampah seperti kaleng kertas. Dataset Garbag klasifikasi diperoleh dari situs Kaggle. Dataset Garbag yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi sampah dengan jumlah 'cardboard', 1: 'glass', 2: 'metal', 3: 'paper', 4: 'plastic', 5: 'trash'. Seluruh gambar pada Garbag klasifikasi memiliki ukuran 300x300 piksel dengan total jumlah citra yaitu 2276. Dataset Garbag klasifikasi terdiri dari 2527 gambar sampah plastik, paper, metal dan gelas.

2.2. Pengumpulan Data

Sebuah kumpulan data yang representatif dari berbagai jenis sampah dikumpulkan dan dianotasi. Data melibatkan gambar sampah dengan label yang mencakup kategori seperti kertas, plastik, logam, dan lainnya.

2.3. Pra-Pemrosesan

Gambar-gambar tersebut diproses sebelum dimasukkan ke dalam model CNN. Pra-pemrosesan melibatkan normalisasi intensitas piksel, pengurangan noise, dan resizing untuk memastikan konsistensi dan kecocokan data masukan.

2.4. Arsitektur CNN

Model CNN dikonfigurasi dengan lapisan-lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur dari gambar, lapisan pooling untuk mereduksi dimensi, dan lapisan terhubung penuh untuk klasifikasi akhir. Arsitektur ini dirancang untuk secara otomatis memahami dan membedakan karakteristik penting dalam setiap kategori sampah.

2.5. Pelatihan Model

Model CNN dilatih menggunakan data latih untuk memahami pola visual dan hubungan antar kategori sampah. Fungsi kerugian seperti categorical cross-entropy digunakan bersama dengan algoritma optimisasi seperti Adam untuk meningkatkan akurasi model.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil menerapkan teknik Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi sampah menjadi beberapa kategori: plastik, kaca, logam, kardus, dan kertas. Model CNN yang dikembangkan

telah diuji menggunakan dataset Garbag Classification dari situs Kaggle, yang terdiri dari 2527 gambar sampah dengan resolusi 300x300 piksel. Berdasarkan hasil evaluasi, model CNN yang dilatih mampu mencapai tingkat akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan sampah, dengan rata-rata akurasi sebesar 95%. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score, yang menunjukkan bahwa model ini tidak hanya akurat tetapi juga memiliki presisi dan recall yang tinggi, sehingga mampu mengidentifikasi sampah dengan tepat dan konsisten. Selain akurasi, model CNN juga menunjukkan kecepatan dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan metode manual, sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan dalam waktu singkat dan meningkatkan efisiensi operasional dalam sistem pengelolaan sampah.



Gambar 1. Hasil testing model menggunakan CNN

Penggunaan CNN dalam klasifikasi sampah menawarkan beberapa keunggulan utama, termasuk kemampuan untuk mempelajari dan mengenali pola visual dalam gambar dengan tingkat akurasi yang tinggi, yang memungkinkan klasifikasi dilakukan secara otomatis dan konsisten, mengurangi potensi kesalahan pada metode manual. Langkah-langkah pra-pemrosesan data seperti normalisasi intensitas piksel, pengurangan noise, dan resizing gambar berperan penting dalam memastikan konsistensi dan kesesuaian data masukan untuk pelatihan model, yang berkontribusi pada peningkatan akurasi dan efisiensi model. Implementasi teknologi CNN dalam sistem pengelolaan sampah memiliki implikasi praktis yang signifikan, karena dengan akurasi dan efisiensi yang tinggi, sistem berbasis CNN dapat mengotomatisasi proses pemilahan sampah di berbagai fasilitas pengelolaan sampah, meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung upaya daur ulang serta pengolahan sampah yang lebih efektif.

Meskipun hasil penelitian ini sangat menjanjikan, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti kebutuhan untuk menguji model dengan dataset yang lebih beragam dan besar guna memastikan generalisasi yang lebih baik, serta integrasi sistem CNN dengan infrastruktur pengelolaan sampah yang ada. Penelitian masa depan dapat fokus pada pengembangan model yang lebih robust dan adaptif, serta eksplorasi penggunaan teknologi AI lainnya dalam pengelolaan sampah, guna mengatasi tantangan ini dan memaksimalkan potensi teknologi dalam mendukung keberlanjutan lingkungan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi sampah (plastik, kaca, logam, kardus, kertas) merupakan solusi potensial yang efektif dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah. CNN terbukti memberikan beberapa keuntungan signifikan dibandingkan metode pemilahan manual, termasuk kecepatan, efisiensi, dan akurasi yang lebih tinggi. Dengan memanfaatkan dataset yang ekstensif dan teknik pra-pemrosesan yang tepat, model CNN mampu mengklasifikasikan sampah dengan akurasi tinggi, bahkan untuk sampah yang memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi. Implementasi CNN dalam sistem pengelolaan sampah dapat membantu meningkatkan

efisiensi proses pemilahan dan mendukung upaya daur ulang serta pengolahan sampah secara lebih efektif. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa teknologi berbasis CNN memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas dalam pengelolaan sampah, mengurangi beban lingkungan, dan mendukung keberlanjutan ekosistem.

REFERENSI

- [1] Jinan, A., & Hayadi, B. H. (2022). Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron). *Journal of Computer and Engineering Science*, 37-44.
- [2] Lawi, A., Intizhami, N. S., Mukhtarom, R., & Amir, S. (2023, February). Klasifikasi Penyakit Citra Daun Tanaman Tomat Dengan Ensemble Convolutional Neural Network. In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* (Vol. 8, No. 1, pp. 239-243).
- [3] Solikin, S. (2020). Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mangga Dengan Citra Digital: Tinjauan Literatur Sistematis (SLR). *Bina Insani Ict Journal*, 7(1), 63-72.
- [4] Purwadi, P., & Nasyuha, A. H. (2022). Implementasi Teorema Bayes Untuk Diagnosa Penyakit Hawar Daun Bakteri (Kresak) Dan Penyakit Blas Tanaman Padi. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 777-783.
- [5] Rofiqoh, S., Kurniadi, D., & Riansyah, A. (2020). Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining untuk Diagnosa Penyakit Tanaman Karet. *Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*.
- [6] Krishnaswamy Rangarajan, A., & Purushothaman, R. (2020). Disease classification in eggplant using pre-trained VGG16 and MSVM. *Scientific reports*, 10(1), 2322.
- [7] Mahmud, K. H., Adiwijaya, A., & Al Faraby, S. (2019). Klasifikasi Citra Multi-Kelas Menggunakan Convolutional Neural Network. *eProceedings of Engineering*, 6(1).
- [8] Johan, T. M. (2023). Klasifikasi Citra Ikan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network dengan Arsitektur VGG-16. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(2), 978-985.
- [9] ANALISIS PERFORMA ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS MENGGUNAKAN ARSITEKTUR LENET DAN VGG16
- [10] Mayana, H. C., & Leni, D. (2023). Deteksi Kerusakan Ban Mobil Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur ResNet-34. *Jurnal Surya Teknik*, 10(2), 842-851.