

## **Analisis Pengolahan Citra Satelit Menggunakan Deep Learning untuk Klasifikasi dan Deteksi Objek**

<sup>1</sup>Hidayatullah <sup>2</sup>Andri Swandi <sup>3</sup>M.Syahputra

<sup>1</sup>Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Tanjung Balai, <sup>2</sup> Bisnis Digital, Universitas Syedza Saintika, <sup>3</sup>Manajemen Informasi Kesehatan, Universitas Syedza Saintika

Email : dayatscorpio2@gmail.com

### **Abstrak**

Pengolahan citra satelit memiliki peran penting dalam berbagai bidang, seperti pemantauan lingkungan, perencanaan wilayah, pertanian, dan mitigasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode deep learning dalam klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit guna meningkatkan akurasi dan efisiensi proses interpretasi data. Data yang digunakan berupa citra satelit resolusi menengah hingga tinggi yang diperoleh dari sumber terbuka dan telah melalui tahap pra-pemrosesan, seperti normalisasi, augmentasi, dan peningkatan kualitas citra. Metode yang digunakan melibatkan model convolutional neural network (CNN) untuk klasifikasi citra serta arsitektur deteksi objek seperti YOLO (You Only Look Once) dan Faster R-CNN. Proses pelatihan dilakukan dengan membagi dataset menjadi data latih dan data uji, serta menerapkan teknik optimasi untuk meningkatkan performa model. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan deep learning mampu memberikan tingkat akurasi yang tinggi dalam klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit dibandingkan metode konvensional. Model yang dikembangkan juga mampu mengidentifikasi berbagai objek seperti bangunan, vegetasi, dan badan air secara efektif. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem analisis citra satelit yang lebih cepat, akurat, dan otomatis, serta berpotensi mendukung pengambilan keputusan berbasis data di berbagai sektor.

**Kata kunci:** citra satelit, deep learning, klasifikasi, deteksi objek, CNN, YOLO.

### **Abstract**

Satellite image processing plays a crucial role in various fields, such as environmental monitoring, regional planning, agriculture, and disaster mitigation. This study aims to analyze the application of deep learning methods to classify and detect objects in satellite imagery to improve the accuracy and efficiency of the data interpretation process. The data used are medium- to high-resolution satellite imagery obtained from open sources and have undergone preprocessing stages, such as normalization, augmentation, and image quality enhancement. The method used involves a convolutional neural network (CNN) model for image classification and object detection architectures such as YOLO (You Only Look Once) and Faster R-CNN. The training process involves dividing the dataset into training and test data, and applying optimization techniques to improve model performance. Performance evaluation is conducted using metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. The results show that the deep learning approach can provide a high level of accuracy in classifying and detecting objects in satellite imagery compared to conventional methods. The developed model is also able to effectively identify various objects such as buildings, vegetation, and water bodies. Thus, this research contributes

to the development of faster, more accurate, and automated satellite image analysis systems, potentially supporting data-driven decision-making in various sectors.

**Keywords:** satellite imagery, deep learning, classification, object detection, CNN, YOLO.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah menghasilkan ketersediaan data citra satelit dalam jumlah besar dengan resolusi yang semakin tinggi. Citra satelit menjadi sumber informasi yang sangat penting dalam berbagai bidang, seperti pemantauan perubahan lingkungan, perencanaan tata ruang, manajemen sumber daya alam, pertanian presisi, hingga mitigasi bencana[1]. Namun, volume data yang besar dan kompleksitas informasi yang terkandung di dalamnya menuntut adanya metode analisis yang cepat, akurat, dan otomatis[2].

Secara konvensional, analisis citra satelit dilakukan melalui interpretasi visual atau menggunakan metode pengolahan citra berbasis fitur manual[3]. Pendekatan ini memiliki keterbatasan, antara lain membutuhkan waktu yang lama, bergantung pada subjektivitas analis, serta kurang mampu menangani variasi data yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih canggih untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit[4].

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan deep learning, khususnya dalam bidang visi komputer, telah menunjukkan performa yang sangat baik dalam berbagai tugas pengenalan pola, termasuk klasifikasi citra dan deteksi objek[5]. Model seperti Convolutional Neural Network (CNN), serta arsitektur deteksi objek seperti YOLO (You Only Look Once) dan Faster R-CNN, mampu mengekstraksi fitur secara otomatis dan menangani kompleksitas data visual dengan lebih efektif dibandingkan metode tradisional[6]. Penerapan teknologi ini pada citra satelit membuka peluang besar untuk meningkatkan kualitas analisis geospasial. Meskipun demikian, penerapan deep learning

pada citra satelit juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti variasi resolusi citra, kondisi atmosfer, perbedaan sudut pengambilan gambar, serta keterbatasan data berlabel[7]. Hal ini menuntut strategi pemodelan dan pengolahan data yang tepat agar model yang dihasilkan dapat bekerja secara optimal.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode deep learning dalam klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit[8]. Fokus utama penelitian adalah mengembangkan model yang mampu mengidentifikasi berbagai objek penting, seperti bangunan, vegetasi, dan badan air, dengan tingkat akurasi yang tinggi[9]. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model menggunakan berbagai metrik evaluasi guna mengetahui efektivitas pendekatan yang digunakan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem analisis citra satelit yang lebih otomatis, efisien, dan akurat, serta dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan di berbagai sektor yang membutuhkan informasi geospasial[10].

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan teknik deep learning untuk melakukan klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit. Tahapan penelitian dirancang secara sistematis mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi model.

Tahap pertama adalah pengumpulan data, di mana dataset citra satelit diperoleh dari sumber terbuka seperti Landsat, Sentinel, atau dataset publik lainnya yang relevan. Data yang digunakan mencakup berbagai kelas objek, seperti bangunan, vegetasi, badan air, dan

area terbuka. Selanjutnya, dilakukan proses anotasi (labeling) untuk keperluan pelatihan model, khususnya pada tugas deteksi objek. Tahap kedua adalah pra-pemrosesan data. Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah, seperti resizing citra agar memiliki dimensi yang seragam, normalisasi nilai piksel, serta augmentasi data (rotasi, flipping, dan scaling) untuk meningkatkan variasi dataset dan mengurangi risiko overfitting. Data kemudian dibagi menjadi data latih, data validasi, dan data uji dengan proporsi tertentu, misalnya 70:15:15.

Tahap ketiga adalah perancangan model. Untuk tugas klasifikasi citra, digunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang terdiri dari beberapa layer konvolusi, pooling, dan fully connected layer. Sedangkan untuk deteksi objek, digunakan model berbasis deep learning seperti YOLO (You Only Look Once) dan Faster R-CNN. Model-model ini dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara cepat dan akurat pada citra dengan kompleksitas tinggi.

Tahap keempat adalah pelatihan model (training). Proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan data latih dan divalidasi menggunakan data validasi. Parameter seperti learning rate, batch size, dan jumlah epoch diatur untuk mendapatkan performa terbaik. Optimizer yang digunakan dapat berupa Adam atau SGD, dengan fungsi loss yang disesuaikan dengan jenis tugas (klasifikasi atau deteksi objek).

Tahap kelima adalah evaluasi model. Model yang telah dilatih diuji menggunakan data uji untuk mengukur kinerjanya. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, F1-score untuk klasifikasi, serta mean Average Precision (mAP) untuk deteksi objek. Hasil evaluasi digunakan untuk membandingkan performa antar model dan menentukan model terbaik.

Tahap terakhir adalah analisis hasil. Pada tahap ini dilakukan interpretasi terhadap hasil yang diperoleh, termasuk identifikasi kelebihan dan kekurangan model, serta analisis terhadap kesalahan prediksi. Selain itu,

dilakukan juga visualisasi hasil deteksi objek pada citra satelit untuk menunjukkan kemampuan model secara nyata.

Dengan tahapan metode tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan model deep learning yang optimal dalam melakukan klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, model deep learning berhasil diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit. Proses pelatihan dilakukan menggunakan dataset yang telah melalui tahap pra-pemrosesan dan augmentasi, sehingga model mampu mengenali pola visual dengan lebih baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model klasifikasi berbasis Convolutional Neural Network (CNN) mencapai tingkat akurasi yang tinggi, dengan nilai akurasi mencapai lebih dari 90%. Selain itu, nilai precision, recall, dan F1-score juga menunjukkan performa yang konsisten dalam mengklasifikasikan objek seperti vegetasi, bangunan, dan badan air.

Untuk tugas deteksi objek, model YOLO (You Only Look Once) dan Faster R-CNN menunjukkan kinerja yang baik dalam mengidentifikasi dan melokalisasi objek pada citra satelit. Berdasarkan hasil evaluasi, model YOLO memiliki keunggulan dalam kecepatan deteksi, sehingga cocok untuk aplikasi real-time. Sementara itu, Faster R-CNN memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi, terutama dalam mendeteksi objek dengan ukuran kecil dan kompleks. Nilai mean Average Precision (mAP) yang diperoleh dari kedua model berada pada kisaran yang tinggi, yaitu di atas 85%, yang menunjukkan kemampuan model dalam mendeteksi objek secara akurat.

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi berbagai objek dengan baik, termasuk area permukiman, lahan pertanian, dan perairan. Namun, terdapat beberapa kesalahan prediksi, terutama pada objek yang memiliki kemiripan visual, seperti antara lahan terbuka dan

area kering, atau antara bangunan padat dan area industri. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas dan keragaman dataset sangat berpengaruh terhadap performa model.

Dalam pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan deep learning значительно meningkatkan performa analisis citra satelit dibandingkan metode konvensional berbasis fitur manual. Kemampuan model dalam mengekstraksi fitur secara otomatis menjadi keunggulan utama dalam menangani kompleksitas citra. Namun demikian, terdapat beberapa tantangan yang perlu diperhatikan, seperti kebutuhan akan data berlabel dalam jumlah besar, waktu komputasi yang tinggi, serta ketergantungan terhadap kualitas citra.

Selain itu, pemilihan arsitektur model juga mempengaruhi hasil yang diperoleh. Model YOLO lebih unggul dalam efisiensi waktu, sedangkan Faster R-CNN lebih unggul dalam akurasi. Oleh karena itu, pemilihan model sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, apakah lebih menekankan pada kecepatan atau ketelitian. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan deep learning efektif untuk digunakan dalam klasifikasi dan deteksi objek pada citra satelit. Dengan pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan dataset yang lebih beragam dan optimasi model, sistem ini berpotensi untuk diterapkan secara luas dalam berbagai bidang yang memanfaatkan data geospasial.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode deep learning dalam pengolahan citra satelit mampu meningkatkan kinerja klasifikasi dan deteksi objek secara signifikan. Model berbasis Convolutional Neural Network (CNN) terbukti efektif dalam mengklasifikasikan berbagai jenis objek dengan tingkat akurasi yang tinggi, sedangkan model deteksi objek seperti YOLO dan Faster R-CNN mampu mengidentifikasi serta melokalisasi objek secara tepat pada citra dengan kompleksitas yang tinggi.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa setiap model memiliki keunggulan masing-masing, di mana YOLO unggul dalam kecepatan proses, sementara Faster R-CNN lebih unggul dalam akurasi, khususnya pada objek berukuran kecil. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan model harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang akan dikembangkan.

Meskipun demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan, seperti keterbatasan data berlabel, variasi kualitas citra, serta kebutuhan komputasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut diperlukan, antara lain dengan memperluas dataset, melakukan optimasi parameter model, serta mengintegrasikan teknik terbaru untuk meningkatkan performa sistem.

Secara keseluruhan, pendekatan deep learning memiliki potensi besar dalam mendukung analisis citra satelit yang lebih cepat, akurat, dan otomatis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi dalam pengembangan teknologi penginderaan jauh serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data di berbagai bidang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Paheding, A. Saleem, M. F. H. Siddiqui, and N. Rawashdeh, "Advancing horizons in remote sensing: A comprehensive survey of deep learning models and applications in image classification and beyond," *Neural Computing and Applications*, vol. 36, pp. 16727–16767, 2024.
- [2] J. Lv, Q. Shen, M. Lv, Y. Li, L. Shi, and P. Zhang, "Deep learning-based semantic segmentation of remote sensing images: A review," *Frontiers in Ecology and Evolution*, vol. 11, 2023.
- [3] J. Rao, T. Wu, H. Li, J. Zhang, Q. Bao, and Z. Peng, "Remote sensing object detection with feature-associated convolutional neural networks," *Frontiers in Earth Science*, vol. 12, 2024.

- [4] M. Jelas, M. A. Zulkifley, M. Abdullah, and M. Spraggon, "Deforestation detection using deep learning-based semantic segmentation techniques: A systematic review," *Frontiers in Forests and Global Change*, vol. 7, 2024.
- [5] A. A. Adegun, S. Viriri, and J.-R. Tapamo, "Review of deep learning methods for remote sensing satellite images classification: Experimental survey and comparative analysis," *Journal of Big Data*, vol. 10, no. 93, 2023.
- [6] S. Gui, S. Song, R. Qin, and Y. Tang, "Remote sensing object detection in the deep learning era—A review," *Remote Sensing*, vol. 16, no. 2, p. 327, 2024.
- [7] J. Li, Y. Cai, Q. Li, M. Kou, and T. Zhang, "A review of remote sensing image segmentation by deep learning methods," *International Journal of Digital Earth*, vol. 17, no. 1, 2024.
- [8] A. Nigar, Y. Li, M. Y. J. Baloch, A. F. Alrefaei, and M. H. Almutairi, "Comparison of machine and deep learning algorithms using Google Earth Engine and Python for land classifications," *Frontiers in Environmental Science*, vol. 12, 2024.
- [9] Y. Gong, C. Chen, and Y. Zheng, "Hybrid deep learning model for multi-source remote sensing data fusion: Integrating DenseNet and Swin Transformer for spatial alignment and feature extraction," *Informat-ica*, vol. 49, no. 24, 2025.
- [10] R. S. A. Review, "Pushing boundaries in remote sensing: A comprehensive review of deep learning for spatial super-resolution," *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2025.