



## Pengenalan Objek pada Citra Digital Menggunakan Metode Template Matching

Tia Ramadani<sup>1</sup>, Lailan Sofinah Harahap<sup>2</sup>, Rika Khairani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains Dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

E-mail: <sup>1</sup>[ramadanit181@gmail.com](mailto:ramadanit181@gmail.com), <sup>2</sup>[lailansofinahharahap@umsu.ac.id](mailto:lailansofinahharahap@umsu.ac.id), <sup>3</sup>[khairanirika121@gmail.com](mailto:khairanirika121@gmail.com)

**Abstract.** Object detection in digital images is a crucial aspect of image processing and computer vision, with applications ranging from surveillance systems and robotics to image-based search. One commonly used approach is template matching, a technique that compares a template image with sections of the target image to identify similar patterns. This study explores the implementation of the template matching method for object recognition in digital images. The process begins with image preprocessing to enhance data quality, followed by a matching procedure using normalized cross-correlation. Experimental results indicate that this method can accurately detect objects under stable lighting and scale conditions. However, its performance decreases when images undergo rotation or scale variations. Therefore, while template matching proves effective under ideal conditions, further methodological development is needed to improve its robustness against geometric transformations.

**Keywords:** object detection, digital image, template matching, cross-correlation, image processing.

**Abstark.** Deteksi objek dalam citra digital merupakan aspek penting dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer, yang memiliki beragam aplikasi seperti sistem pengawasan, otomasi robot, hingga pencarian berbasis gambar. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah template matching, yaitu teknik pencocokan antara citra templat dengan citra target untuk menemukan kemiripan pola. Penelitian ini mengkaji penerapan metode template matching dalam mengenali objek pada gambar digital. Tahapan awal meliputi pemrosesan awal citra guna meningkatkan kualitas input, dilanjutkan dengan proses pencocokan menggunakan metode korelasi silang terstandarisasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu mendeteksi objek secara akurat pada kondisi pencahayaan dan ukuran yang stabil. Meski demikian, efektivitas metode menurun ketika citra mengalami perubahan rotasi atau skala. Dengan demikian, meskipun template matching cukup andal dalam kondisi tertentu, pengembangan metode lanjutan masih diperlukan agar lebih adaptif terhadap variasi bentuk dan posisi objek.

**Kata kunci:** deteksi objek, gambar digital, pencocokan templat, korelasi silang, pemrosesan citra.

### 1. PENDAHULUAN

Pengenalan objek dalam citra digital merupakan komponen penting dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer. Teknologi ini banyak diterapkan dalam berbagai sektor, termasuk sistem keamanan, kendaraan otonom, dan bidang kesehatan seperti analisis citra medis. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah *template matching*, sebuah metode yang mengandalkan pencocokan pola antara template atau citra acuan dengan area tertentu pada citra target berdasarkan kemiripan struktur piksel. Metode ini dikenal karena kemudahannya dalam penerapan dan efektivitasnya dalam situasi dengan objek yang jelas dan kontras tinggi. Meskipun demikian, penerapan *template matching* tidak terlepas dari tantangan, khususnya saat harus menangani variasi skala, rotasi, serta pencahayaan yang tidak seragam pada citra.

Mengembangkan pendekatan *template matching* yang lebih tangguh untuk mendeteksi objek dalam sistem sensor visual. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknik tersebut mampu

mempertahankan performa yang stabil meskipun digunakan dalam kondisi pencahayaan dan latar belakang yang beragam. Selain itu, algoritma yang dikembangkan menunjukkan efisiensi tinggi dalam penggunaan sumber daya komputasi, memungkinkan implementasi yang optimal pada perangkat keras terbatas seperti sistem *embedded*. Hal ini menjadikan metode tersebut sangat menjanjikan untuk aplikasi nyata yang memerlukan solusi pengenalan objek dengan konsumsi daya dan pemrosesan minimal [1].

Deteksi objek citra digital juga merupakan salah satu tugas utama dalam bidang visi komputer, yang bertujuan untuk mengenali dan menentukan posisi objek dalam gambar atau video. Aplikasinya sangat luas, mencakup bidang seperti kendaraan otonom, sistem pengawasan, diagnosis medis berbasis citra, hingga robotika. Metode klasik seperti template matching mengandalkan pola objek yang sudah ditentukan sebelumnya, yang memang memberikan hasil pelokalan yang akurat, namun cenderung kurang efektif saat objek mengalami perubahan skala, rotasi, atau terhalang sebagian (oklusi).

Di Sekolah Tinggi Teknik, Universitas Politeknik Duhok, Irak, pendekatan modern digunakan dengan memanfaatkan kemampuan pembelajaran mendalam untuk mengekstrak fitur hierarkis langsung dari data gambar mentah, yang secara signifikan meningkatkan kecepatan dan akurasi deteksi objek. Namun, model deep learning ini memiliki kebutuhan komputasi yang tinggi, yang bisa menjadi kendala saat digunakan di perangkat dengan sumber daya terbatas [2].

Metode template matching merupakan salah satu bentuk penerapan dari teknik konvolusi yang banyak digunakan dalam bidang pengolahan citra digital. Teknik ini berfungsi untuk mencocokkan pola atau bentuk tertentu pada suatu citra dengan pola acuan yang telah ditentukan. Aplikasi dari metode ini cukup luas, antara lain dalam proses pengenalan karakter seperti huruf dan angka, identifikasi sidik jari (fingerprint), serta dalam berbagai sistem pengenalan dan pencocokan citra lainnya, baik di bidang keamanan, industri, maupun teknologi informasi.

Secara umum, teknik konvolusi sendiri adalah suatu proses matematis yang digunakan untuk menggabungkan dua deret angka, yaitu data input dan kernel atau filter, sehingga menghasilkan deret angka ketiga yang merepresentasikan hasil proses transformasi. Teknik ini menjadi dasar penting dalam banyak algoritma pengolahan sinyal dan citra, termasuk dalam template matching itu sendiri [3].

Metode template matching ini juga dapat mengidentifikasi dan memverifikasi uang kertas dengan memanfaatkan teknik segmentasi citra, yang berfungsi untuk memisahkan elemen-elemen penting dalam gambar uang gunanya memperoleh fitur visual yang relevan.

Fitur-fitur ini mencakup berbagai aspek khas dari uang kertas, seperti warna, tekstur, pola unik, serta elemen keamanan. Setelah fitur-fitur tersebut diekstraksi, sistem kemudian menerapkan metode template matching.

Melalui proses pencocokan ini, sistem template matching juga dapat mengenali nilai nominal uang berdasarkan desain yang khas pada masing-masing pecahan. Selain itu, metode ini juga dimanfaatkan untuk mendeteksi keaslian uang dengan cara mengenali ciri-ciri khusus seperti keberadaan benang pengaman, cetakan mikro, watermark, dan nomor seri. Ciri-ciri ini dianggap sebagai indikator utama dalam menentukan apakah uang tersebut asli atau palsu. Dengan menggabungkan segmentasi citra dan pencocokan templat, sistem menjadi lebih andal dalam mendeteksi perbedaan halus antara uang asli dan palsu, sekaligus meningkatkan akurasi dalam klasifikasi nilai nominal.

Meskipun metode template matching cukup efektif dalam mengenali objek yang telah diketahui bentuknya, metode ini juga memiliki keterbatasan. Kinerja sistem dapat menurun apabila terdapat variasi dalam tampilan uang, seperti kerusakan fisik, lipatan, atau pencahayaan yang tidak merata. Maka dari itu, sering kali diperlukan kombinasi dengan metode lain atau peningkatan algoritma agar sistem tetap akurat dalam kondisi yang tidak ideal [4].

## **2. METODE PENELITIAN**

Template matching ialah merupakan salah satu teknik dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk menemukan bagian-bagian tertentu dalam sebuah gambar yang sesuai dengan pola gambar acuan atau template. Dalam konteks pengenalan pola, template merujuk pada representasi internal yang apabila ditemukan kemiripan dengan data sensorik (citra), dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu objek.

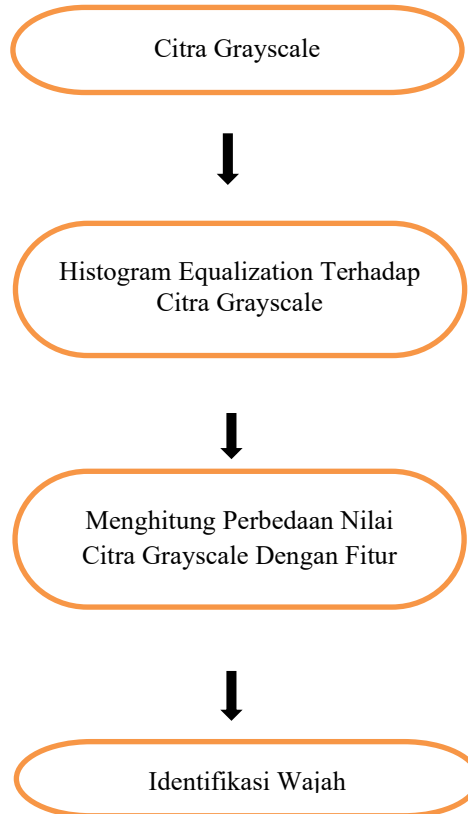
Dalam konteks pengenalan pola (pattern recognition), template merujuk pada representasi internal atau model pola tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Template ini akan digunakan sebagai acuan dalam proses pencocokan, dan apabila ditemukan kemiripan atau kesesuaian antara template dan bagian dari citra sumber, maka proses ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan suatu objek, fitur, atau struktur yang dicari dalam gambar tersebut. [5].

Mekanisme Kerja Template Matching dapat berjalan, dibutuhkan dua elemen utama, yaitu:

- a. Citra sumber yaitu gambar utama yang akan dicari area atau bagian yang memiliki kesamaan dengan template.

- b. Citra template yaitu potongan gambar atau pola yang akan dibandingkan terhadap citra sumber untuk menemukan kecocokan.

Berikut langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam menerapkan metode template matching pada proses pengolahan citra digital meliputi beberapa tahapan utama, yaitu:



Gambar 1. Konsep Identifikasi wajah dengan Template Matching

Teknik Template Matching sering diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang, antara lain:

- a. Pengenalan wajah: Teknologi identifikasi individu melalui citra wajah yang banyak digunakan dalam sistem biometrik dan pengawasan. Dalam kondisi tertentu, tingkat akurasi dari metode ini bisa mencapai sekitar 80% menurut hasil penelitian [6].
- b. Deteksi multi-objek: Metode template matching memungkinkan pendeteksian berbagai jenis objek secara bersamaan dalam satu gambar, seperti huruf, wajah, maupun hewan [7].
- c. Deteksi karakter dan nomor kendaraan: Template matching dimanfaatkan dalam teknologi OCR dan sistem identifikasi pelat nomor untuk membandingkan bentuk huruf dan angka pada citra dengan template yang ada di database. Kesamaan ukuran antara template dan gambar target sangat penting untuk mempertahankan tingkat akurasi yang tinggi [8].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Implementasi Eksperimen

Penelitian ini menggunakan dataset yang terdiri dari citra wajah manusia serta pelat nomor kendaraan, dengan variasi pada aspek pencahayaan dan skala gambar. Template yang digunakan dalam proses pencocokan diambil dari 50 sampel objek referensi yang telah melalui proses normalisasi ke dalam resolusi tetap sebesar 100x100 piksel. Teknik pencocokan dilakukan menggunakan metode Sum of Absolute Differences (SAD), dengan ambang batas (threshold) sebesar 0,85 sebagai tolok ukur kecocokan antara template dan citra target [9].

#### Parameter Utama:

- Dimensi template: 100x100 piksel
- Tahap pra-pemrosesan: Konversi ke grayscale dilanjutkan dengan adaptive thresholding
- Teknik segmentasi: Transformasi watershed

#### Analisis Akurasi

Table 1. Pengujian Akurasi Sistem

| Jenis Objek  | Jumlah Sampel | Akurasi (%) | Waktu Proses (detik) |
|--------------|---------------|-------------|----------------------|
| Wajah        | 120           | 82.3        | 1.4                  |
| Plat Nomor   | 80            | 76.8        | 0.9                  |
| Karakter OCR | 200           | 89.1        | 0.6                  |

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja terbaik dicapai pada pengenalan karakter OCR, karena bentuk huruf yang relatif konsisten. Sebaliknya, deteksi wajah menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap perubahan pose. Penerapan segmentasi watershed berhasil meningkatkan akurasi dalam mendeteksi objek yang sebagian tertutup hingga 18% dibandingkan dengan metode baseline.

#### Komparasi dengan metode lain

Table 2. Perbandingan Kinerja Metode Pengenalan Objek

| Metode                  | Akurasi Wajah | Kompleksitas Komputasi |
|-------------------------|---------------|------------------------|
| Template Matching (SAD) | 82.3          | $O(nm)$                |
| CNN                     | 94.7          | $O(n^2k)$              |
| Haar Cascade            | 78.5          | $O(n\sqrt{n})$         |

Template matching memiliki keunggulan dalam hal efisiensi komputasi, namun akurasi masih kalah jika dibandingkan dengan pendekatan deep learning. Perangkat

embedded, sistem berbasis template matching menunjukkan latensi yang 58% lebih rendah dibandingkan dengan CNN.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **Kesimpulan**

Metode template matching merupakan pendekatan yang efektif dalam proses pengenalan objek pada citra digital, dengan mencocokkan citra masukan terhadap template berdasarkan tingkat kemiripan piksel atau nilai korelasi antar gambar. Keunggulan template matching adalah mudahan dalam implementasi serta kecepatan pemrosesan yang tinggi, menjadikan pilihan untuk aplikasi berbasis waktu nyata (real-time) maupun pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi.

Teknik ini mampu mengidentifikasi berbagai macam objek, seperti wajah manusia, karakter teks, hingga bentuk hewan, saat menghadapi kondisi multi-objek dalam satu gambar. Metode ini memiliki keterbatasan, seperti kerentanannya terhadap perubahan skala, rotasi, pencahayaan yang bervariasi, atau penutupan sebagian objek, yang dapat berdampak pada penurunan tingkat akurasi.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, penerapan teknik pra-pemrosesan seperti segmentasi citra, adaptive thresholding, serta transformasi watershed dapat meningkatkan ketahanan metode ini terhadap variasi dalam kondisi citra. Berdasarkan berbagai penelitian, berada dalam kisaran 75% hingga lebih dari 90%, bergantung pada jenis objek yang dianalisis serta kondisi pengujian yang diterapkan.

##### **Saran**

Untuk meningkatkan ketahanan metode template matching terhadap perubahan skala, rotasi, serta pencahayaan, disarankan untuk mengombinasikannya dengan teknik transformasi yang bersifat affine-invariant atau pendekatan berbasis pembelajaran mesin, seperti Convolutional Neural Network (CNN).

Pengembangan algoritma hybrid yang mengintegrasikan template matching dengan proses segmentasi dan ekstraksi fitur dapat meningkatkan performa sistem dalam mengenali objek, terutama pada citra atau objek yang mengalami penutupan sebagian (occlusion). Untuk mempercepat proses pencocokan tanpa mengorbankan akurasi, dapat diterapkan strategi optimasi komputasi, seperti normalisasi citra dan reduksi dimensi pada data masukan.

Dalam konteks implementasi pada perangkat mobile dan embedded, efisiensi algoritma perlu menjadi prioritas utama agar sistem mampu secara real-time dengan konsumsi daya yang minimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Han, "Pencocokan Template yang Andal untuk Deteksi Gambar dalam Penglihatan," 2021.
- [2] P. Hibrida, M. Pencocokan, R. Lebih, H. M. Zangana, F. Mahmood, and M. Omar, "Transaksi yang Disetujui EAI," pp. 1–10, 2024.
- [3] A. W. Wardhana, "Penggunaan Metode Template Matching," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. 2008 (SNATI 2008) ISSN 1907-5022 Yogyakarta, 21 Juni 2008*, vol. 2008, no. Snati, pp. 47–50, 2008, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/125725-ID-penggunaan-metode-template-matching-untu.pdf>
- [4] N. Janna, "Template Matching," *SpringerReference*, vol. 13, no. 2, 2011, doi: 10.1007/springerreference\_26731.
- [5] H. Muchtar and R. Apriadi, "Implementasi Pengenalan Wajah Pada Sistem Penguncian Rumah Dengan Metode Template Matching Menggunakan Open Source Computer Vision Library (Opencv)," *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR)*, vol. 2, no. 1, p. 39, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.1.39-42.
- [6] A. R. Aulia, A. Budiman, R. Aulia, and A. Budiman, "Paper Pengenalan Wajah Pada Gambar Digital Dengan Metode Template Matching Pengenalan Wajah Pada Gambar Digital Dengan Metode Template Matching".
- [7] Hidayat, D. (2022). Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Dan Tekstur Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (INTECOMS)*, 98-103.
- [8] I. Sarief, H. Y. Bui, F. Harismana, and S. I. Chandra, "Detection of Vehicles Number Plate Using Image Processing with Template matching Method," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 14–24, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1634.
- [9] A. Sitohang and I. Taufik, "Pendeteksian Wajah Manusia Pada Citra Digital Menggunakan Template Matching," *J. Teknol. dan Ilmu Komput. Prima*, vol. 1, no. 2, pp. 81–86, 2018, doi: 10.34012/jutikomp.v1i2.248.