

TUGAS AKHIR

**SISTEM DETEKSI SLOT PARKIR MENGGUNAKAN
METODE *TEMPLATE MATCHING***



Oleh:

Stephanie 2024250002

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN REKAYASA
UNIVERSITAS MULTI DATA PALEMBANG
PALEMBANG**

2024

**Fakultas Ilmu Komputer dan Rekayasa
Universitas Multi Data Palembang**

Program Studi Informatika
Tugas Akhir Sarjana Komputer
Semester Genap Tahun 2023/2024

**SISTEM DETEKSI SLOT PARKIR MENGGUNAKAN METODE
*TEMPLATE MATCHING***

Stephanie 2024250002

Abstrak

Sistem deteksi slot parkir merupakan teknologi penting dalam mengelola parkir yang efisien dan meminimalkan waktu pencarian tempat parkir. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi slot parkir menggunakan metode *Template Matching* guna meningkatkan akurasi dan efisiensi pengelolaan parkir. Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental. Instrumen yang digunakan adalah kamera untuk mengambil gambar slot parkir, dan perangkat lunak untuk implementasi algoritma *Template Matching*. Teknik pengumpulan data melibatkan pengambilan gambar dari area parkir yang berbeda pada waktu yang berbeda pula. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik pengolahan citra untuk mengevaluasi performa sistem. Sistem yang dikembangkan berhasil mencapai tingkat keberhasilan deteksi yang signifikan dalam uji coba. Secara kuantitatif, sistem mencapai tingkat keberhasilan sebesar 86,21%, dengan 50 dari 58 slot parkir berhasil terdeteksi dengan benar. Akurasi posisi rata-rata adalah 4.058,2 piksel, dan waktu komputasi rata-rata adalah 1,767 detik per slot parkir. Analisis kualitatif menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi dan melacak status slot parkir secara efektif dalam berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem deteksi slot parkir berbasis *Template Matching* dapat diimplementasikan dengan sukses dalam lingkungan praktis. Sistem ini mampu mendeteksi slot parkir kosong dan terisi dengan akurasi dan kecepatan yang memadai. Implementasi sistem ini berpotensi untuk memperbaiki pengalaman pengguna dalam mencari tempat parkir dan meningkatkan efisiensi manajemen parkir secara keseluruhan.

Kata kunci: Deteksi Slot Parkir, *Template Matching*, Tingkat Keberhasilan, Akurasi Posisi, Waktu Komputasi Rata-rata

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penggunaan kendaraan telah meningkat pesat. Data dari (Badan Pusat Statistik, 2022) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, jumlah kendaraan mobil di provinsi Sumatera Selatan mencapai 412.129 unit. Peningkatan kepemilikan kendaraan dapat memberikan berbagai manfaat, seperti mobilitas yang lebih besar dan kenyamanan dalam bepergian. Namun, juga perlu diperhatikan bahwa pertumbuhan ini juga membawa sejumlah tantangan, termasuk terkait dengan infrastruktur parkir yang memadai (Andriano, 2021). Berdasarkan hasil dari survei lapangan dan wawancara, tantangan dalam mencari tempat parkir yaitu kesulitan menemukan slot parkir yang kosong. Waktu yang terbuang dalam mencari tempat parkir dan ketidakpastian dalam menemukannya merupakan masalah yang perlu diatasi. Solusi yang dapat mengidentifikasi slot parkir yang tersedia secara otomatis dan memberikan informasi kepada pengendara akan sangat bermanfaat.

Penting untuk mengembangkan solusi otomatis yang dapat membantu pengendara menemukan tempat parkir yang tersedia dengan cepat dan efisien karena meskipun beberapa lahan parkir sudah memberikan informasi tentang jumlah slot parkir, belum ada informasi yang menunjukkan secara langsung slot parkir kosong secara real-time sesuai kebutuhan pengguna parkir. Hal ini

menyebabkan penumpukkan kendaraan karena pengguna parkir harus mencari slot parkir yang tersedia aktif (Jatinangor & Sumedang, 2020). Dengan adanya sistem otomatis, pengendara dapat menemukan slot parkir dengan lebih cepat, menghemat waktu dan mengurangi tingkat frustrasi yang mungkin timbul. Sistem ini mampu mengidentifikasi slot parkir yang kosong dengan akurasi yang tinggi, mengurangi kesalahan manusia dalam menilai ketersediaan tempat parkir. Penelitian ini penting untuk memastikan bahwa pengendara diberikan informasi yang akurat tentang slot parkir yang tersedia, sehingga dapat menghindari waktu yang terbuang mencari slot parkir.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi slot parkir kosong adalah metode *Template Matching*. *Template Matching* merupakan algoritma pengenalan citra yang dapat mengenali bagian-bagian dari citra (Hartanto et al., 2015). Metode *Template Matching* digunakan untuk mengenali bagian-bagian dari citra, dan prinsipnya adalah membandingkan citra asli dengan template gambar yang telah disimpan. Proses pengenalan dilakukan dengan melihat nilai tingkat kemiripan antara citra asli dan template, serta dengan menggunakan nilai batas ambang pengenalan. Jika terdapat kesamaan yang cukup tinggi, citra tersebut dikategorikan sebagai objek yang dikenali (Oddy Chrisdwianto & Fitriyah, 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Joshua Keny Andriano, Neneng, dan Damayanti (2021) melakukan pencatatan plat nomor kendaraan pada pintu parkir melalui aplikasi citra menggunakan metode *Template Matching*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam proses antrian

transaksi di pintu parkir dengan cara otomatis mencatat plat nomor kendaraan saat masuk dan keluar dari lahan parkir. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode pengujian accuracy. Hasil dari tingkat akurasi rata-rata yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar 93% dari 200 data citra yang diuji.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ivany Sarief, Harfin Yusuf Biu, dan Sepryan Ismail Chandra (2019) melakukan pendeteksian plat nomor kendaraan menggunakan metode *Template Matching*. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan aplikasi ini dalam sistem parkir otomatis yang bergantung pada pendeteksian plat nomor kendaraan. Dalam prosesnya, sistem menggunakan kamera untuk mengambil gambar kendaraan yang masuk, dan kemudian memanfaatkan teknologi pengolahan citra dengan metode pengenalan *Template Matching Correlation*. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah nilai string yang merepresentasikan plat nomor dari gambar tersebut. Permasalahan yang timbul dalam proses pengenalan ini adalah bagaimana cara untuk mengidentifikasi berbagai jenis karakter dengan berbagai ukuran dan bentuk sehingga di hasilkan nilai string yang sama dengan gambar text. Rata-rata tingkat keberhasilan aplikasi ini yaitu sebesar 70% sehingga masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Thomas Oddy Chrisdwianto, Hurriyatul Fitriyah, dan Edita Rosana Widasari (2018) melakukan perancangan sistem deteksi dan pengenalan rambu peringatan menggunakan metode *Template Matching*. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi Pengolahan Citra Digital (PCD) dalam sistem kendaraan, khususnya sebagai

driver assistant. Fokus utamanya adalah meningkatkan keselamatan berkendara dengan mengurangi tingkat kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia. Hasil pengujian tingkat keberhasilan program dalam mengenali rambu peringatan mencapai 88%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bayu Sy. Kurniawan, Steven Ray Sentinuwo, dan Oktavian A. Lantang (2016) melakukan penomoran kendaraan bermotor melalui aplikasi pengenalan citra menggunakan metode *Template Matching*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah aplikasi berbasis *Computer Vision* dengan menggunakan pengolahan *Image Processing*. Aplikasi ini ditujukan untuk mengenali karakter angka dan huruf plat nomor kendaraan bermotor secara otomatis melalui citra yang diambil oleh kamera digital. Tujuan utamanya adalah mempermudah kinerja pengelola jasa parkir yang biasanya harus memasukkan data plat nomor kendaraan secara manual. Berdasarkan hasil implementasi terhadap 30 sampel citra mobil dengan jumlah 238 karakter didapatkan akurasi 80,25%. Dengan pengujian pada citra ideal yang didapatkan berdasarkan jarak pengambilan gambar dan kecerahan, diperoleh 22 citra dengan 176 karakter menghasilkan akurasi 97,77%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rendra Pranadipa, Vika Novitasari, Maya Kurniawati, Nurlia Puspitasari, dan Yana Bonita (2012) melakukan pengenalan angka pada plat nomor menggunakan metode *Template Matching*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi komputer yang dapat mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan bermotor secara otomatis.

Aplikasi ini telah diuji dengan 34 data uji dan menghasilkan tingkat akurasi 100% untuk 34 data yang telah diujikan tersebut.

Berdasarkan beberapa permasalahan yang telah dijelaskan di atas dan uraian beberapa penelitian terdahulu, maka penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengatasi permasalahan dalam menentukan jumlah slot parkir secara otomatis dengan memanfaatkan pemrograman Python dan algoritma *Template Matching*. Di masa kini, banyak tempat parkir telah dilengkapi dengan kamera CCTV yang hanya digunakan untuk pemantauan. Namun, dengan memproses citra yang dihasilkan oleh CCTV, informasi tersebut dapat diolah lebih lanjut menggunakan sistem yang dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi dan memberikan informasi tentang slot parkir yang kosong kepada pengendara melalui teknik pengolahan citra. Dengan demikian, solusi ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dalam mengelola parkir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem deteksi slot parkir menggunakan metode *Template Matching* sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan kekurangan slot parkir yang menyebabkan kemacetan dan ketidaknyamanan bagi pengguna kendaraan di area parkir secara real-time.

1.3 Analisis terhadap Batasan (*Constraint*)

Dalam bagian ini, akan dilakukan analisis terhadap berbagai aspek yang membatasi solusi yang akan diberikan. Hal ini penting untuk memahami kendala-kendala yang mungkin muncul selama pengembangan sistem deteksi slot parkir menggunakan metode *Template Matching*. Berikut adalah analisis dari berbagai aspek.

1.3.1 Analisis dari Aspek Ekonomis

Analisis batasan ekonomis dari perangkat lunak yang akan dihasilkan merupakan tahapan yang penting dalam proses pengembangan perangkat lunak. Langkah ini membantu dalam memahami keterbatasan anggaran dan sumber daya yang dapat mempengaruhi proses pengembangan dan penggunaan perangkat lunak. Analisis ini dapat dilakukan dari dua sudut pandang yang berbeda, yaitu sudut pandang pengguna aplikasi dan sudut pandang pengembang aplikasi, sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

a. Sudut Pandang Pengguna Aplikasi

Berdasarkan hasil survei lapangan dan wawancara, didapatkan perkiraan mengenai aspek ekonomi dengan perkiraan harga seperti yang tercantum dalam Tabel 1.1

Tabel 1.1 Perkiraan Aspek Ekonomi

No	Nama Perusahaan	Perkiraan Harga
1	Universitas Multi Data Palembang	Rp 50.000.000,00
2	MDP IT Electronic Superstore	Rp 55.800.000,00
3	YHS Church Palembang	Rp 42.500.000,00
4	SMPK Frater Xaverius 1	Rp 42.500.000,00

5	SMA Kusuma Bangsa	Rp 60.000.000,00
Rata-rata		Rp 50.160.000,00

Dalam Tabel 1.1 di atas, diperoleh perkiraan harga untuk Universitas Multi Data Palembang sebesar Rp 50.000.000,00; MDP IT Electronic Superstore sebesar Rp 55.800.000,00; YHS Church Palembang sebesar Rp 42.500.000,00; SMPK Xaverius 1 Palembang sebesar Rp 42.500.000,00; dan SMA Kusuma Bangsa sebesar Rp 60.000.000,00 dengan rata-rata perkiraan harga sebesar Rp 50.160.000,00

Dalam analisis ekonomis dari sudut pandang pengguna aplikasi, langkah-langkah yang dapat diambil dalam analisis ekonomis dari sudut pandang pengguna aplikasi adalah sebagai berikut:

1. Survei Pengguna: Melalui survei lapangan dan wawancara dengan lima organisasi yang berbadan hukum, mendapati bahwa pengguna aplikasi sistem deteksi slot parkir memiliki berbagai pertimbangan ekonomis. Beberapa pengguna mengharapkan bahwa penggunaan perangkat lunak ini akan mengurangi biaya operasional terkait dengan parkir, termasuk penghematan biaya waktu dan bahan bakar yang sebelumnya dibutuhkan untuk mencari tempat parkir.
2. Evaluasi Dampak Ekonomis: Pengguna aplikasi melaporkan bahwa perangkat lunak deteksi slot parkir memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi operasional, terutama dalam hal pengelolaan data dan proses bisnis terkait parkir. Namun, beberapa organisasi memiliki batasan

anggaran yang mungkin mempengaruhi kemampuan pengguna untuk mengadopsi perangkat lunak ini tanpa pemikiran yang cermat.

3. Preferensi Platform (Web atau Android): Pengguna aplikasi memberikan pandangan terkait preferensi akses ke aplikasi, apakah lebih nyaman melalui web atau aplikasi Android. Preferensi lebih akses ke website, ini mungkin didasarkan pada kenyamanan dan kebiasaan pengguna.
4. Fitur Tambahan yang Diharapkan: Pengguna aplikasi deteksi slot parkir memiliki harapan yang cukup spesifik terkait fitur tambahan yang diinginkan dalam aplikasi ini. Pengguna menginginkan kemampuan untuk melihat informasi cuaca di lokasi parkir sebelum tiba, memungkinkan pengguna merencanakan dengan lebih baik saat cuaca eksternal menjadi faktor penting. Selain itu, fitur pembayaran yang praktis dan elektronik di dalam aplikasi akan membuat pengguna lebih mudah dalam membayar parkir tanpa perlu membawa uang tunai. Pengguna juga menginginkan visibilitas terhadap sisa slot parkir yang terisi, memberikan kepercayaan untuk menemukan tempat parkir yang tersedia. Terakhir, fitur pencarian berdasarkan ukuran lahan parkir sangat penting, Permintaan ini mencerminkan keinginan pengguna untuk pengalaman parkir yang lebih nyaman dan efisien melalui peningkatan fungsionalitas aplikasi deteksi slot parkir.
5. Kisaran Anggaran: Calon pengguna menyebutkan kisaran anggaran antara 30 juta hingga 60 juta rupiah sebagai anggaran untuk membeli aplikasi.

b. Sudut Pandang Pengembang Aplikasi

Dari sudut pandang pengembang perangkat lunak, berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil sebagai berikut:

1. **Survei Perangkat Terkait:** Pengembang mengidentifikasi biaya perangkat keras dan perangkat lunak pengembangan yang diperlukan untuk mengembangkan perangkat lunak deteksi slot parkir. Selain itu, pengembang mempertimbangkan biaya pengujian dan pemeliharaan perangkat lunak ini, termasuk pemeliharaan peralatan deteksi fisik.
2. **Standar Pembiayaan:** Pengembang mendapati bahwa pembiayaan pengembangan perangkat lunak ini sejalan dengan standar industri terkait, namun, ada perbedaan dalam anggaran yang tersedia di antara organisasi pengguna, khususnya dalam hal pengadaan peralatan deteksi slot parkir yang diperlukan.
3. **Biaya Pengembangan dan Perkiraan Waktu:** Berdasarkan survei perangkat terkait dan pembiayaan yang tersedia, pengembang menghitung perkiraan biaya pengembangan perangkat lunak deteksi slot parkir dan memperkirakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan project ini, termasuk instalasi peralatan fisik di lokasi parkir.
4. **Preferensi Platform (Web atau Android):** Pengembang perangkat lunak perlu mempertimbangkan preferensi platform yang diungkapkan oleh pengguna. Pengembangan perangkat lunak harus dapat mendukung kedua platform tersebut atau memiliki strategi pengembangan yang memungkinkan adaptasi yang efisien.

5. **Fitur Tambahan yang Diharapkan:** Pengembang harus mengidentifikasi fitur tambahan yang sesuai dengan harapan pengguna. Pengembangan fitur tambahan harus memperhitungkan biaya dan waktu yang diperlukan.
6. **Kisaran Anggaran:** Dalam merencanakan pengembangan perangkat lunak, pengembang perlu mempertimbangkan kisaran anggaran yang telah diungkapkan oleh pengguna. Ini akan menjadi panduan dalam menentukan harga perangkat lunak yang kompetitif dan memastikan keberlanjutan bisnis.

1.3.2 Analisis dari Aspek Manufakturabilitas

Analisis terkait kebutuhan waktu penyelesaian perangkat lunak dibangun melalui hasil survei lapangan dan wawancara dengan pengguna. Salah satu alat bantu analisis dapat menggunakan Tabel 1.2 Analisis ini dapat dibangun dengan menggunakan analisis lainnya yang memuat sudut pandang pengguna dalam membatasi waktu penyelesaian masalah atau pengembangan perangkat lunak.

Tabel 1.2 Analisis Aspek Manufakturabilitas

Aspek	Organisasi Universitas Multi Data Palembang	Organisasi MDP IT Electronic Superstore	Organisasi YHS Chruch Palembang	Organisasi SMPK Frater Xaverius 1 Palembang	Organisasi SMA Kusuma Bangsa
Dapat input data standar minimal 30 fps (2 bulan)	OK	OK	OK	OK	OK
Dapat digunakan dengan pencahayaan pagi dan siang hari (1 bulan)	OK	OK	OK	OK	OK
Dapat	OK	OK	OK	OK	OK

memprediksi adanya slot parkir selama 3 detik (1 bulan)					
Total = 4 Bulan					

Dalam menghitung total waktu yang diperlukan untuk memenuhi semua batasan ini, dengan mengambil waktu yang paling lama di antara aspek-aspek tersebut. Dalam hal ini, sistem deteksi slot parkir memerlukan waktu 12 minggu dengan fungsi dan fitur yang diajukan, serta nilai ekonomis yang diajukan juga. Jadi, berdasarkan analisis ini, batasan waktu untuk menyelesaikan perangkat lunak adalah 12 minggu.

1.3.3 Analisis dari Aspek Sustainibilitas

Analisis terkait aspek sustainibilitas perangkat lunak ditujukan pada salah satu prinsip sustainibilitas perangkat lunak yaitu efisiensi energi. Oleh karena itu analisis yang dibangun dapat dilakukan melalui kinerja perangkat lunak dalam beroperasi (dalam satuan waktu). Hal tersebut berarti berapa waktu yang optimal dibutuhkan oleh perangkat lunak untuk menjalankan fungsinya. Adapun analisis ini, dibangun dari sudut pandang pengguna. Salah satu alat bantu untuk membangun analisis ini adalah dengan menggunakan Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Analisis Aspek Sustainibilitas

Aspek	Organisasi Universitas Multi Data Palembang	Organisasi MDP IT Electronic Superstore	Organisasi YHS Church Palembang	Organisasi SMPK Frater Xaverius 1 Palembang	Organisasi SMA Kusuma Bangsa
Perangkat lunak dapat mendeteksi slot parkir (2s)	OK	OK	OK	OK	OK

1.4 Analisis terhadap Karakteristik Solusi

Analisis karakteristik solusi terdapat fungsi-fungsi yang memiliki kejelasan dalam memecahkan masalah, serta terdapat penjelasan mengenai *traceability* setiap fungsi. Adapun *traceability* suatu fungsi merupakan kejelasan dari mengapa fungsi tersebut harus ada pada perangkat lunak. Untuk penjelasan dalam bentuk tabel dapat dijabarkan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Analisis Karakteristik Solusi

No	Masalah	Fungsi
1	Kesulitan dalam menemukan tempat parkir yang tersedia.	Mendeteksi ketersediaan slot parkir secara real-time dan memberikan informasi tentang slot parkir.
2	Waktu terbuang saat mencari tempat parkir yang tersedia	Mengarahkan pengendara secara efisien ke slot parkir yang tersedia untuk menghemat waktu.
3	Kemacetan di area parkir karena pengendara mencari tempat parkir yang kosong	Mengurangi kemacetan di area parkir dengan mengarahkan pengendara secara efisien ke slot parkir yang tersedia.
4	Ruang parkir yang terbatas dan beragam kondisi pencahayaan	Menggunakan teknologi penginderaan seperti kamera dan sensor untuk memonitor dan mendeteksi slot parkir dengan akurasi, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang memadai.
5	Memastikan keselamatan dan	Mengintegrasikan sistem deteksi slot

	pengamanan area parkir.	parkir dengan sistem manajemen parkir untuk pemantauan dan pengelolaan yang lebih baik.
--	-------------------------	---

1.5 Analisis terhadap Karakteristik Solusi

Penelitian terkait penyelesaian masalah sistem deteksi slot parkir menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients*, *Template Matching*, dan *Thresholding* merupakan upaya untuk mengembangkan solusi yang efektif dalam mengelola parkir secara otomatis. *Histogram of Oriented Gradients* adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengekstraksi fitur citra dengan mengukur orientasi gradien piksel dalam citra (Suradi et al., 2023) dan membentuk histogram distribusi orientasi gradien dalam wilayah citra (Liao, 2013). HOG dapat digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan yang parkir dalam slot dengan menganalisis gradien orientasi pada citra (Suradi et al., 2023). Metode HOG dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti deteksi wajah, kendaraan, dan objek lain dalam citra. Keunggulan HOG terletak pada kemampuannya untuk mengenali objek berdasarkan pola tekstur dan gradien citra. HOG mengukur gradien atau perubahan intensitas dalam citra dan kemudian menggambarkan distribusi arah gradien tersebut untuk mengidentifikasi ciri-ciri dalam objek (Laia et al., 2023), sehingga dapat menjadi solusi yang efisien dalam memecahkan masalah deteksi status slot parkir. Sementara itu, *Template Matching* adalah metode yang digunakan untuk mencocokkan atau mencari citra sumber dengan citra template yang telah disiapkan (Oddy Chrisdwianto & Fitriyah, 2018). Metode ini melibatkan penggunaan citra template yang mewakili slot parkir kosong. Citra

template ini digunakan untuk mencocokkan citra template ini dengan bagian-bagian citra sumber yang lebih besar. Jika ada kesamaan yang signifikan antara citra template dan citra sumber, itu menunjukkan bahwa slot parkir dianggap kosong. Sebaliknya, jika tidak ada kesamaan yang signifikan, maka slot parkir dianggap terisi (Muchtari & Apriadi, 2019). Penelitian terkait *Template Matching* seringkali melibatkan pengembangan algoritma pencocokan citra dan analisis kesamaan untuk mencapai tujuan tertentu, sehingga metode ini dapat menjadi solusi yang sederhana namun efektif untuk masalah deteksi status slot parkir, terutama jika citra template yang tepat tersedia dan variasi objek dalam slot parkir relatif rendah (Oddy Chrisdwianto & Fitriyah, 2018). Metode *Thresholding* merupakan metode yang berfokus pada penentuan nilai ambang batas kontras dalam citra untuk memisahkan objek dari latar belakang dan menciptakan perbedaan kontras yang signifikan antara objek yang diminati dan latar belakang, sehingga mempermudah proses identifikasi objek dalam citra (Rofi'i & Ningtias, 2022). Dalam aplikasi deteksi slot parkir, *Thresholding* dapat digunakan untuk membedakan kendaraan yang parkir (objek) dari latar belakang (slot parkir kosong). Nilai ambang digunakan sebagai kriteria pemisahan antara kedua area tersebut.

Penelitian-penelitian terkait telah mengerucutkan berbagai pendekatan menjadi tiga metode utama yang menjadi fokus dalam penyelesaian masalah deteksi slot parkir yaitu metode *Template Matching*, metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG), dan metode *Thresholding*. Pertama adalah metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG), yang mengandalkan ekstraksi fitur yang

digunakan dalam pengolahan citra komputer untuk mengidentifikasi dan membedakan objek dalam citra. HOG bekerja dengan menganalisis distribusi orientasi gradien lokal dalam citra (Suradi et al., 2023). Kedua, metode *Template Matching*, yang merupakan salah satu teknik dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk mencocokkan tiap-tiap bagian dari suatu citra dengan citra yang menjadi template (acuan). Tujuannya adalah untuk menemukan lokasi atau area di citra sumber yang paling mirip dengan citra template (Arulampalam Kunaraj, P.Chelvanathan, Ahmad AA Bakar, 2023). Ketiga, metode *Thresholding*, yang bekerja dengan mengatur ambang batas kontras dalam citra (Maria et al., 2018). Nilai ambang digunakan sebagai kriteria pemisahan antara dua area, yaitu area pertama dan area kedua. Nilai yang lebih kecil dari nilai ambang dianggap sebagai bagian dari area pertama yang merupakan objek yang ingin diidentifikasi atau diisolasi, sementara nilai yang lebih besar daripada atau sama dengan nilai ambang dianggap sebagai area kedua, yang biasanya berperan sebagai latar belakang. Tujuan utama dari penggunaan ambang batas ini adalah untuk menciptakan perbedaan kontras yang signifikan antara objek yang diminati dan latar belakang, sehingga mempermudah proses identifikasi dan isolasi objek tersebut (Rofi'i & Ningtias, 2022). Contoh penerapan yang relevan adalah dalam deteksi kendaraan di area parkir, di mana ambang batas membantu memisahkan kendaraan sebagai objek dari area parkir sebagai latar belakang (Fida et al., 2018). Ketiga metode ini memiliki karakteristik unik yang dapat diadaptasi sesuai dengan kebutuhan dan kondisi sistem deteksi slot parkir

Dalam pemilihan metode untuk menyelesaikan masalah deteksi slot parkir, penting untuk memberikan argumentasi yang mendalam tentang pemilihan metode tertentu. Metode *Template Matching* memiliki beberapa keunggulan, terutama dalam segi penerapan algoritma yang sederhana dan kecepatan eksekusi (Asih & Medan, 2017). Metode ini memakan waktu yang relatif singkat atau cepat (Oddy Chrisdwianto & Fitriyah, 2018), juga mempunyai tingkat akurasi yang tinggi sebesar 100% (Jupiyandi Saniputra et al., 2019) dan dapat menghasilkan data yang akurat dibandingkan dengan metode lain (Putri et al., 2018), cocok untuk aplikasi waktu nyata seperti sistem deteksi slot parkir yang memerlukan respons cepat. *Template Matching* juga memiliki potensi yang tinggi untuk mengenali objek yang serupa dengan template dengan baik dengan membandingkan gambar asli dengan template gambar yang telah disimpan (Oddy Chrisdwianto & Fitriyah, 2018). Oleh karena itu, jika variasi objek slot parkir rendah dan template yang tepat tersedia, metode *Template Matching* dapat menjadi pilihan yang kuat untuk mencapai tingkat deteksi slot parkir yang akurat dan efisien dalam berbagai kondisi lingkungan.

1.6 Skenario Pemanfaatan Produk oleh Pengguna

Petugas parkir akan melakukan penandaan awal pada semua slot parkir secara manual hanya sekali. Setelah penandaan ini dilakukan, sistem akan otomatis mendeteksi status setiap slot parkir tanpa memerlukan penandaan ulang. Proses ini dilakukan dengan menggunakan kamera CCTV yang terpasang di area parkir untuk mengambil gambar atau rekaman video secara berkala. Dengan

memanfaatkan perangkat lunak pemrosesan gambar dan teknik komputer visi, sistem dapat menganalisis gambar atau rekaman video untuk mendeteksi apakah ada kendaraan yang memasuki atau meninggalkan slot parkir.

Saat pengguna datang ke area parkir, mereka tidak perlu melakukan tindakan tambahan selain melihat halaman web yang telah disediakan. Halaman web ini akan menampilkan informasi real-time tentang status setiap slot parkir, menunjukkan apakah slot-slot tersebut kosong atau sudah terisi. Selain itu, pengguna akan mengetahui melalui Telegram yang memberikan informasi ringkas tentang jumlah slot parkir yang terisi, slot yang kosong, serta jumlah total slot yang tersedia. Informasi ini bertujuan untuk mengetahui status terkini dari slot parkir. Semua informasi ini juga akan ditampilkan secara jelas pada TV yang dipasang di area depan pintu masuk parkir atau pintu masuk perusahaan, memastikan bahwa petugas atau pengunjung dapat dengan mudah melihat kondisi parkir secara langsung.

1.7 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi slot parkir.
2. Menerapkan metode *Template Matching* meningkatkan efisiensi penggunaan ruang parkir dan mengurangi waktu yang dihabiskan oleh pengendara dalam mencari tempat parkir yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amputri, D., Nadra, S., Gasim, G., & Al Rivan, M. E. (2017). Perbandingan Jarak Potret Dan Resolusi Kamera Pada Tingkat Akurasi Pengenalan Angka Kwh Metermenggunakan Svm. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 8(1), 7–12. <https://doi.org/10.36982/jiig.v8i1.218>
- Andriano, J. K. (2021). *PARKIR MENGGUNAKAN METODE TEMPLATE MATCHING*. 1(1), 78–81.
- Arulampalam Kunaraj, P.Chelvanathan, Ahmad AA Bakar, I. Y. (2023). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Journal of Engineering Research*.
- Asih, M. S., & Medan, H. (2017). Pengenalan Huruf Pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Template Matching. *Medan: Sekolah Tinggi Teknik Harapan*, 70.
- Babazadeh, H., & Javan, S. (2022). *Real Time Image Processing on Object Tracking CNC*. AuSMT. <https://gigvvy.com/journals/ausmt/articles/ausmt-2022-12-01-2386.pdf>
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi dan Jenis Kendaraan (unit)*, 2022. Badan Pusat Statistik. https://www.archive.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/0000/api_pub/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2UDRMQT09/da_10/1
- Budiarto, R. (2017). Kinerja Algoritme Pengenalan Wajah untuk Sistem Penguncian Pintu Otomatis Menggunakan Raspberry-Pi. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 3(2), 80–87. <https://doi.org/10.23917/khif.v3i2.5160>
- Chen, C., Wang, W., Ozolek, J. A., & Rohde, G. K. (2013). A flexible and robust approach for segmenting cell nuclei from 2D microscopy images using supervised learning and template matching. *Cytometry Part A*, 83 A(5), 495–507. <https://doi.org/10.1002/cyto.a.22280>
- Fida, A., Virgono, A., & Saputra, R. E. (2018). Perancangan Sistem Parkir Otomatis Subsistem: Deteksi Garis pada Robot Mobil Pengikut Garis Menggunakan Metode Thresholding Citra. *EProceedings ...*, 5(1), 1072–1079. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/>

article/view/6143%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/6143/6121

Gall, J., Gehler, P., & Leibe, B. (2015). Preface. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9358, v–vi. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24947-6>

Google. (2023). *Object Detection*. OpenCV. https://docs.opencv.org/3.4/df/dfb/group__imgproc__object.html#ga586ebfb0a7fb604b35a23d85391329be

Hartanto, S., Sugiharto, A., & Endah, S. N. (2015). Optical Character Recognition Menggunakan Algoritma Template Matching Correlation. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 5(9), 1–12. <https://doi.org/10.14710/jmasif.5.9.8435>

Hidayatno, A., Isnanto, R. R., & Dhody, K. (2006). Penentuan wilayah wajah manusia pada citra berwarna berdasarkan warna kulit dengan metode. *Teknologi Elektro*, 5(2), 1–8.

Informatika, F. T., Telkom, U., Tranform, F., Analysis, S., Projection, H. V., & Matching, T. (2013). *SOBEL EDGE METHOD AND TEMPLATE MATCHING IN AUTOMATIC NUMBER* Latar Belakang Teknologi membuat berbagai pekerjaan manusia menjadi lebih mudah dan cepat . Waktu menjadi sesuatu yang sangat diperhitungkan (computer vision). Melalui computer vision lahir berb.

Jatinangor, K., & Sumedang, K. (2020). 3 1,2,3. 3(April), 127–134.

Jupiyandi Saniputra, Pratama, F. R., & Yoga Dharmawan. (2019). Pengembangan Deteksi Citra Mobil Untuk Mengetahui Jumlah Tempat Parkir Menggunakan Cuda Dan Modified Yolo Development of Car Image Detection To Find Out the Number of Parking Space Using Cuda and Modified Yolo. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 6(4), 413–419. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201961275>

Kaushal, M., Khehra, B. S., & Sharma, A. (2018). Soft Computing based object detection and tracking approaches: State-of-the-Art survey. *Applied Soft Computing Journal*, 70, 423–464. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.05.023>

Kraus, A. (2006). *Development Methods: Top-Down and Bottom-Up Method*. ASP.NET. [https://www.andreas-kraus.net/blog/development-methods-top-down-and-bottom-up-method/#:~:text=Development Methods%3A Top-Down and Bottom-Up Method 1 Application,Method ... 5 The Standard%3A Bottom-Up Method](https://www.andreas-kraus.net/blog/development-methods-top-down-and-bottom-up-method/#:~:text=Development%3A%20Top-Down%20and%20Bottom-Up%20Method%201%20Application,Method%20...%205%20The%20Standard%3A%20Bottom-Up%20Method)

Kuncoro, A. D., Setyawan, L. B., & Setiaji, F. D. (2013). *Aplikasi Webcam Untuk Menjejak Pergerakan Manusia Di Dalam Ruangan*. 12, 51–60.

Laia, F. H., Rosnelly, R., Naswar, A., Buulolo, K., & Christin Lase, M. (2023). Deteksi Pengenalan Wajah Orang Berbasis AI Computer Vision. *Teknologi*

Informasi Mura, 15(1), 61–71.

- Liao, H. (2013). *EECE-7313 Pattern Recognition SPRING2013 Human Detection Based on Histograms of Oriented Gradients and SVM*.
- Maria, E., Yulianto, Y., Arinda, Y. P., Jumiarty, J., & Nobel, P. (2018). Segmentasi Citra Digital Bentuk Daun Pada Tanaman Di Politani Samarinda Menggunakan Metode Thresholding. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 2(1), 37. <https://doi.org/10.30872/jurti.v2i1.1377>
- Maulana, H., Herumurti, D., & Yuniarti, A. (2018). Metode Maximally Stable Extremal Regions Dan Harris Corner Untuk Mendeteksi Lokasi Plat Nomor Kendaraan Bermotor. *SCAN - Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 13(1). <https://doi.org/10.33005/scan.v13i1.1056>
- Muchtar, H., & Apriadi, R. (2019). Implementasi Pengenalan Wajah Pada Sistem Penguncian Rumah Dengan Metode Template Matching Menggunakan Open Source Computer Vision Library (Opencv). *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOmputeR)*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.24853/resistor.2.1.39-42>
- Mulyadi H, H., & Thiang. (2002). *Pengenalan rambu lalu lintas sederhana dengan menggunakan metode template matching*.
- Munawaroh, Y. F., & Salamah, I. (2018). Analisa Perbandingan Algoritma Histogram of Oriented Gradient (HOG) dan Gaussian Mixture Model (GMM) Dalam Mendeteksi Manusia. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018*, 4(2), 251–255.
- Nafi'iyah, N. (2016). *Perbandingan Modus , Median , K _ Standar Deviasi , Iterative , Mean Dan Otsu Dalam Thresholding*. 8(2), 31–36.
- Nugraha, R., Jati, A. N., Ahmad, U. A., Prodi, S., Komputer, S., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2016). IMPLEMENTASI HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT (HOG) PADA EMBEDDED SYSTEM UNTUK IDENTIFIKASI SLOT PARKIR SEBAGAI Implementation Histogram Of Oriented Gradient (HOG) in Embedded System For Identification Of Parking In Support Slot Smart Parking System. *E-Proceeding of Engineering*, 3(1), 771–777.
- Oddy Chrisdwianto, T., & Fitriyah, H. (2018). Perancangan Sistem Deteksi dan Pengenalan Rambu Peringatan Menggunakan Metode Template Matching. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2(3), 1265–1274. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Palit, A. D. (2017). Mengenali Rambu Lalu Lintas Menggunakan Metode Hog Dan Knn. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 3(2). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol3.iss2.2017.128>
- Putri, A. M., Mustofa, S., & Putri, G. T. (2018). Identifikasi Citra Sidik Jari dengan Menggunakan Metode Template Matching untuk Korban Bencana Alam. *Medula*, 8(April), 71–77.

- [http://repository.lppm.unila.ac.id/11421/1/Identifikasi Citra Sidik Jari dengan Menggunakan Metode Template Matching untuk Korban Bencana Alam.pdf](http://repository.lppm.unila.ac.id/11421/1/Identifikasi%20Citra%20Sidik%20Jari%20dengan%20Menggunakan%20Metode%20Template%20Matching%20untuk%20Korban%20Bencana%20Alam.pdf)
- Raj, L. (2019). *Top-Down Design — an Approach for Flawless Software Design and Implementation*. DZone. <https://dzone.com/articles/top-down-design-an-approach-for-flawless-software>
- Retnowati, D., Ernawati, E., & Anggriani, K. (2018). Penerapan Support Vector Machine Untuk Pendeteksian dan Klasifikasi Motif Pada Citra Batik Besurek Motif Gabungan Berdasarkan Fitur Histogram Of Oriented Gradient. *Pseudocode*, 5(2), 75–84. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.5.2.75-84>
- Rofi'i, M., & Ningtias, D. R. (2022). Local Adaptive Thresholding Menggunakan Metode Sauvola sebagai Tahapan Pra Pengolahan pada Data Citra Isyarat ECG. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 10(1), 103. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v10i1.2904>
- Rohpandi, D., Sugiharto, A., & Winara, G. A. (2015). Aplikasi Pengolahan Citra Dalam Pengenalan Pola Huruf Ngalagena Menggunakan MATLAB. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika*, 772–777.
- Rovani, J. (2022). *End-to-end Object Detection with Template Matching using Python*. SICARA. <https://www.sicara.fr/blog-technique/object-detection-template-matching>
- Sedaghat, A., & Mohammadi, N. (2019). *Evaluation of Similarity Measures for Template Matching*. *Jgst.Issgeac.Ir*. <https://jgst.issgeac.ir/article-1-774-en.html>
- Seemanthini, K., & Manjunath, S. S. (2018). Human Detection and Tracking using HOG for Action Recognition. *Procedia Computer Science*, 132(Iccids), 1317–1326. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.048>
- Solin, M. C., Ginting, G., Julyus, M., & Sirati, F. (2019). Penerapan Metode Template Matching pada Citra Berwarna. *Jurnal Pelita Informatika*, 7(3), 310–312. http://id.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic
- Suradi, A. A. M., Djafar, I., Alam, S., & ... (2023). Perbandingan Metode Haar Cascade dan Dlib Dalam Mendeteksi Wajah Secara Realtime. ... *Dan Teknologi* ..., XII(2), 94–102. <https://ejurnal.diponegara.ac.id/index.php/sisiti/article/view/1331%0Ahttps://ejurnal.diponegara.ac.id/index.php/sisiti/article/view/1331/1001>
- SUSILO, E. (2019). *Cara Menggunakan System Usability Scale (SUS) Pada Evaluasi Usability*. UI/UX | Usability. <https://www.edisusilo.com/cara-menggunakan-system-usability-scale/>
- Team, I. E. (2022). *Software Testing Methodologies: A Complete Guide*. Indeed. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/testing-methodologies>

- Thiang, & Lim, R. (2001). Type of Vehicle Recognition Using Template Matching Method. *Proc. of the International Conf. on Electrical, ...*, 3, 3–7. http://faculty.petra.ac.id/thiang/download/paper/Pengenalan_Mobil_P017.pdf
- Wardhana, A. W. (2008). Penggunaan Metode Template Matching. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008) ISSN: 1907-5022 Yogyakarta, 21 Juni 2008, 2008(Snati), 47–50.* <https://media.neliti.com/media/publications/125725-ID-penggunaan-metode-template-matching-untu.pdf>
- Wijayanto, B. S. A., Utaminingrum, F., & Arwani, I. (2019). Face Recognition Untuk Sistem Pengaman Rumah Menggunakan Metode HOG dan KNN Berbasis Embedded. *Universitas Brawijaya, Jurnal Pengembangan TI Dan Ilmu Komputer, e-ISSN 2548-964X*, 3(3), 2774–2781.
- Zhang, J. qi, Shi, L., Xu, X. ning, Huang, S. chong, Lu, B., Ji, L. li, & Wang, Z. tao. (2014). Therapeutic detoxification of quercetin against carbon tetrachloride-induced acute liver injury in mice and its mechanism. *Journal of Zhejiang University: Science B*, 15(12), 1039–1047. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1400104>