

SKRIPSI

SISTEM PENDETEKSI TEMPAT PARKIR KOSONG MENGUNAKAN METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) PADA PARKIR BANDARA INTERNASIONAL I GUSTI NGURAH RAI



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I Dewa Made Erwin Surya Mahotama

NIM. 2115354059

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai di Bali merupakan gerbang utama pariwisata Indonesia yang melayani jutaan penumpang setiap tahun. Seiring meningkatnya jumlah kendaraan yang keluar – masuk pada area bandara, tantangan dalam pengelolaan lahan parkir pun semakin kompleks. Jumlah kendaraan dan ketersediaan tempat parkir memicu berbagai permasalahan seperti kemacetan, antrean panjang, hingga ketidaknyamanan pengguna jasa bandara. Hal ini menuntut adanya solusi yang inovatif dan efisien untuk membantu pengelolaan parkir secara otomatis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksi ketersediaan lahan parkir berbasis teknologi *computer vision* menggunakan algoritma YOLOv11. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kendaraan yang telah terparkir dan mengidentifikasi slot parkir yang masih kosong secara *real-time* melalui citra video dari kamera CCTV. Pengembangan sistem dilakukan dengan bahasa pemrograman Python dan memanfaatkan library OpenCV serta *framework* Flask untuk mendukung tampilan antarmuka. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada metode *Waterfall*, mulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, hingga pengujian menggunakan metode *black-box testing*.

Dalam proses implementasi, sistem memproses video menjadi frame individu dan menjalankan proses deteksi objek menggunakan YOLOv11. Objek kendaraan yang terdeteksi akan ditandai pada frame dengan warna Biru Tosca (terisi) atau Biru (kosong), lalu hasil akhir ditampilkan kembali dalam bentuk video yang telah dianalisis. Penelitian ini memberikan solusi efektif terhadap permasalahan pengelolaan parkir, khususnya di area publik dengan tingkat mobilitas tinggi seperti bandara. Selain itu, hasil penelitian juga dapat menjadi pijakan untuk pengembangan sistem parkir cerdas yang lebih kompleks dan terintegrasi di masa depan.

Kata Kunci: YOLOv11, Computer Vision, Sistem Pendeteksi Parkir, Bandara Internasional Ngurah Rai, Python.

ABSTRACT

Ngurah Rai International Airport in Bali is a primary gateway for Indonesia's tourism, serving millions of passengers annually. As the number of vehicles entering and exiting the airport area continues to rise, parking management challenges have become increasingly complex. The growing number of vehicles and limited parking space have led to various issues such as traffic congestion, long queues, and overall user inconvenience. These problems demand innovative and efficient solutions to support automated parking management.

This study aims to develop a parking availability detection system based on computer vision technology using the YOLOv11 algorithm. The system is designed to detect parked vehicles and identify vacant parking slots in real-time through video feeds from CCTV cameras. The development process employs the Python programming language, utilizing the OpenCV library and Flask framework to support the user interface. The system is developed following the Waterfall methodology, covering stages such as requirement analysis, system design, implementation, and black-box testing.

During implementation, the system processes video into individual frames and applies object detection using YOLOv11. Detected vehicles are marked on the frames with specific colors: turquoise for occupied slots and blue for vacant ones. The analyzed output is then displayed as a video. This research offers an effective solution to parking management issues, especially in high-mobility public areas like airports. Moreover, the results can serve as a foundation for developing more advanced and integrated smart parking systems in the future.

Keywords: YOLOv11, Computer Vision, Parking Detection System, Ngurah Rai International Airport, Python.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Parkir	9
2.2.2 Kendaraan	9
2.2.3 <i>Computer Vision</i>	10
2.2.4 Python	10
2.2.5 <i>Metode You Only Look Once</i>	10
2.2.6 <i>Framework Flask</i>	11

2.2.7	Google Colab	11
2.2.8	UML (Unified Modelling Language)	11
2.2.9	Metode Pengembangan <i>Waterfall</i>	15
2.2.10	Metode Pengujian <i>Black Box Testing</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Teknik Pengumpulan Data	16
3.1.1	Wawancara	16
3.1.2	Observasi	16
3.1.3	Studi Pustaka	16
3.2	Metode Pengembangan Sistem	16
3.2.1.	Metode <i>Waterfall</i>	17
3.2.2.	Algoritma YOLO	18
3.3	Rancangan Sistem (<i>Software</i>)	18
3.3.1	Spesifikasi Perangkat	18
3.4	Perancangan Sistem	19
3.4.1	Flowchart Sistem	19
3.4.2	<i>Flowmap</i>	20
3.4.3	<i>Flowmap</i> Sistem Sebelumnya	22
3.4.4	<i>Use Case Diagram</i>	23
3.4.5	<i>Activity Diagram</i> : Melihat Parkir Kosong	24
3.4.6	Squence Diagram	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Hasil Implementasi Sistem	27
4.1.1	Implementasi Alat	27
4.1.2	Implementasi Aplikasi	27

4.2	Hasil Pengujian Sistem	29
4.2.1.	Pengujian Sistem.....	29
4.2.2.	Pengujian Menggunakan <i>Black box Testing</i>	32
4.2.3.	Pengujian Parameter-parameter yang diamati	33
4.3	Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	36
4.3.1	Analisis Implementasi Sistem.....	36
4.3.2	Analisis Pengujian Sistem.....	37
4.3.3	Analisis Perbandingan Hasil Terhadap Acuan yang Dipakai di Tinjauan Pustaka.....	38
BAB V PENUTUP.....		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 2. 2 Notasi Use Case	12
Tabel 2. 3 Notasi Activity Diagram	12
Tabel 2. 4 Notasi Class Diagram.....	13
Tabel 4. 1 Black Box Testing.....	32
Tabel 4. 2 Confusion Matrix	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flowchart.....	19
Gambar 3. 2 Flowmap.....	20
Gambar 3. 3 Flowmap Sistem Sebelumnya	22
Gambar 3. 4 Use Case.....	23
Gambar 3. 5 Activity Diagram.....	24
Gambar 3. 6 Squence Diagram	25
Gambar 4. 1 Tampilan CCTV 1	30
Gambar 4. 2. Tampilan CCTV 2.....	30
Gambar 4. 3. Tampilan CCTV 3	31
Gambar 4. 4. Live Detection	31
Gambar 4. 5 Confusion Matrix	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Perizinan Pencarian Data Skripsi	44
Lampiran 2 Form Bimbimban Skripsi Pembimbing 1	45
Lampiran 3 Form Bimbingan Skripsi Pembimbing 2	46
Lampiran 4 Form Telah Menyelesaikan Bimbingan Skripsi	47
Lampiran 5 Lembar Perbaikan Ujian Komprehensif 1	48
Lampiran 6 Lembar Perbaikan Ujian Komprehensif 2	49
Lampiran 7 Lembar Perbaikan Ujian Komprehensif 3	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali yang terletak di Kabupaten Badung merupakan salah satu pintu gerbang utama pariwisata Indonesia dan bandara tersibuk kedua di Indonesia setelah Bandara Soekarno-Hatta. Bandara ini berperan dalam mendukung industri pariwisata Bali yang menjadi salah satu destinasi wisata terpopuler di dunia. Dengan fasilitas modern dan infrastruktur yang terus berkembang, bandara I Gusti Ngurah Rai mampu melayani jutaan penumpang domestik maupun internasional setiap tahunnya. Sebagai simpul transportasi utama, bandara ini juga menjadi aktivitas logistik dan bisnis di Bali. Namun, seiring dengan meningkatnya jumlah penumpang dan kendaraan yang beraktivitas di area bandara, tantangan dalam pengelolaan fasilitas, seperti area parkir menjadi semakin kompleks. Oleh karena itu, pengembangan solusi berbasis teknologi untuk mengelola dan meningkatkan efisiensi fasilitas bandara, termasuk tempat parkir menjadi kebutuhan yang mendesak guna memberikan kenyamanan dan pelayanan terbaik bagi pengunjung.

Saat ini, kendaraan telah menjadi salah satu kebutuhan utama bagi sebagian besar masyarakat. Dengan perkembangan zaman serta meningkatnya kondisi perekonomian di suatu daerah, jumlah kendaraan mengalami peningkatan yang cukup signifikan setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan di Indonesia meningkat sebesar 18% selama periode 2019 hingga 2022. Pertumbuhan jumlah kendaraan ini tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan parkir yang memadai. Hal ini berdampak langsung pada masyarakat, khususnya di kota-kota besar di Indonesia. Ketersediaan lahan parkir sangat dibutuhkan, terutama pada fasilitas umum seperti perkantoran, bandara, pusat perbelanjaan, rumah sakit, dan berbagai tempat lainnya yang seharusnya disediakan oleh pihak pengelola. Ketidakseimbangan antara jumlah kendaraan dan lahan parkir ini menimbulkan berbagai masalah seperti antrian parkir yang panjang, pengendara kesulitan menemukan tempat parkir yang kosong, hingga menyebabkan kemacetan dan mengganggu kelancaran arus lalu lintas di jalan raya.

Perkembangan teknologi di era digital saat ini berlangsung sangat pesat, baik dalam aspek perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Perangkat lunak banyak dimanfaatkan dalam berbagai sistem, baik untuk mengotomatisasi proses dalam sistem itu sendiri maupun untuk membantu aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu permasalahan yang kerap dihadapi oleh pengguna kendaraan adalah kesulitan dalam menemukan lahan parkir yang tersedia saat hendak memasuki area parkir. Hal ini juga berdampak pada proses pembayaran biaya parkir yang menjadi kendala apabila tempat parkir tidak ditemukan. Oleh karena itu, pengelolaan parkir di berbagai lokasi menjadi sangat penting. Tidak jarang pengelola maupun pengguna lahan parkir mengalami kesulitan dalam mengetahui jumlah slot parkir yang masih tersedia dan posisi slot kosong tersebut, hampir setiap hari dan setiap kali akan memasuki area parkir. Selama ini, pengelolaan parkir masih banyak dilakukan secara konvensional, seperti memeriksa langsung ke setiap sudut area parkir untuk mencari slot yang kosong, atau bahkan sampai harus memindahkan posisi kendaraan lain yang telah terparkir sebelumnya. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan teknologi yang dapat digunakan untuk mendeteksi ketersediaan lahan parkir sebagai salah satu solusi dari permasalahan tersebut[1].

Teknologi komputer merupakan bidang yang berkaitan dengan pengembangan, penggunaan, dan pemeliharaan komputer dan sistem komputasi dan teknologi komputer ini terus berkembang dari waktu ke waktu. Cakupan Teknologi komputer ini meliputi perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, serta infrastruktur yang dibutuhkan untuk menjalankan dan mengelola komputer. Perkembangan teknologi komputer saat ini memberikan dampak besar terhadap berbagai aspek kehidupan termasuk cara kita bekerja, belajar, berkomunikasi, dan bersosialisasi. Dengan perkembangannya yang sangat pesat ini maka sangat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan manusia dalam berbagai sektor. Contoh penerapannya meliputi sistem pengenalan wajah, sistem pendeteksi kematangan buah *strawberry*, sistem pengendali pemadam kebakaran pada rumah, sistem pengenalan nomor plat kendaraan. Salah satu penerapan teknologi komputer

yaitu pada bidang *computer vision* yang mempunyai peranan yang sangat penting untuk melakukan pengenalan objek[2].

Computer vision merupakan salah satu bidang dalam ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang mampu secara otomatis melihat, mengenali, serta memahami citra dan video. Tujuan utama dari teknologi ini adalah agar komputer atau mesin dapat menginterpretasikan dan memahami lingkungan visual sebagaimana manusia melakukannya. Dalam prosesnya, *computer vision* memanfaatkan berbagai algoritma dan teknik pemrosesan citra untuk menganalisis serta mengekstraksi informasi penting dari data visual. Salah satu implementasi dari *computer vision* adalah dalam sistem pengawasan, misalnya dengan mendeteksi keberadaan objek kendaraan [3].

Salah satu teknik dalam pendeteksian objek adalah dengan menggunakan algoritma YOLO (*You Only Look Once*), yaitu metode dalam bidang *computer vision* dan pengenalan objek yang digunakan untuk deteksi objek dalam gambar dan video secara *real-time*. Kelebihan utama dari YOLO terletak pada kecepatannya dalam mendeteksi objek secara menyeluruh hanya dalam satu kali proses, serta tingkat akurasi yang tinggi. Dalam implementasinya, model YOLO dapat memproses gambar hingga 45 FPS, bahkan dengan versi jaringan saraf yang lebih kecil [4].

Berdasarkan permasalahan dalam mengetahui ketersediaan lahan parkir, peneliti tertarik untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem untuk mendeteksi jumlah ketersediaan tempat parkir. Dalam proses pengembangannya, peneliti menggunakan bahasa pemrograman berbasis *Python*, Untuk mendukung pendeteksian objek, serta memanfaatkan YOLOv11 yang memiliki kemampuan deteksi objek yang lebih luas dan presisi yang lebih tinggi, sehingga deteksi terhadap kendaraan dapat dilakukan dengan lebih akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian sistem pendeteksi lahan parkir kosong menggunakan metode *You only look once* diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan sistem pendeteksi ketersediaan lahan parkir yang efektif dan efisien untuk membantu pengguna menemukan parkir yang tersedia?
2. Bagaimana teknologi *computer vision* dapat diterapkan dalam sistem untuk mendeteksi ketersediaan lahan parkir secara otomatis?

1.3 Batasan Masalah

Diperlukan sebuah batasan-batasan masalah yang akan digunakan sebagai pedoman untuk mencapai target dari penelitian, maka batasan-batasan dari penelitian ini antara lain:

1. Sistem ini difokuskan pada deteksi ketersediaan lahan parkir menggunakan algoritma YOLO.
2. Sistem ini tidak mencakup pengelolaan parkir secara menyeluruh seperti reservasi parkir atau pembayaran parkir.
3. Data masukan berupa citra atau video yang diambil dari kamera di area parkir dan diatur dalam posisi tetap untuk memantau lahan parkir secara langsung.
4. Sistem hanya mendeteksi ketersediaan lahan parkir untuk kendaraan roda empat (mobil), dan kendaraan seperti bus atau truk tidak menjadi fokus penelitian.
5. Pengujian sistem dilakukan dalam lingkungan parkir yang terkendali, seperti parkir gedung perkantoran atau pusat perbelanjaan.
6. Perangkat keras yang digunakan adalah kamera CCTV dengan resolusi standar dan komputer yang mendukung pemrosesan gambar.
7. Sistem ini menggunakan algoritma *computer vision* berbasis *You Only Look Once* (YOLO) untuk melakukan deteksi lahan parkir.

1.4 Tujuan

Tujuan diperlukan agar penelitian ini memiliki arah dan tujuan yang akan dicapai, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem berbasis *computer vision* menggunakan algoritma *You Only Look Once (YOLO)* yang dapat mendeteksi ketersediaan lahan parkir secara otomatis.
2. Menerapkan teknologi *computer vision* dalam menganalisis data visual dari area parkir guna mendeteksi kendaraan yang sudah terparkir atau slot parkir yang kosong.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Peneliti
 - a. Pengembangan Kemampuan Penelitian: Melakukan penelitian ini akan mengasah kemampuan penulis dalam merancang penelitian, mengumpulkan data, menganalisis data, dan menyimpulkan hasil. Ini merupakan pengalaman berharga dalam pengembangan karir di bidang penelitian atau bidang terkait.
 - b. Peningkatan Pengetahuan dan Pemahaman: Proses penelitian akan memperdalam pengetahuan penulis tentang *computer vision*, algoritma YOLO, manajemen parkir, dan penerapan teknologi dalam menyelesaikan masalah praktis.
 - c. Pengembangan Kemampuan Pemecahan Masalah: Penelitian ini melatih penulis untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan solusi, dan menguji efektivitas solusi tersebut secara sistematis.
2. Manfaat Bagi Pembaca
 - a. Informasi dan Pengetahuan Baru: Laporan penelitian akan memberikan informasi baru tentang penerapan *computer vision* dan YOLO dalam konteks manajemen parkir. Ini bermanfaat bagi peneliti lain, mahasiswa, dan masyarakat umum yang tertarik dengan topik ini.
 - b. Referensi untuk Penelitian Selanjutnya: Penelitian ini dapat menjadi referensi dan landasan bagi penelitian-penelitian selanjutnya di bidang yang sama atau bidang terkait, seperti pengembangan sistem parkir pintar yang lebih canggih.

- c. Inspirasi untuk Inovasi: Hasil penelitian dapat menginspirasi inovasi-inovasi lain dalam bidang manajemen parkir atau bidang lainnya yang memanfaatkan teknologi *computer vision*.
3. Manfaat Bagi Institusi
- a. Peningkatan Reputasi Institusi: Publikasi hasil penelitian dapat meningkatkan reputasi institusi di mata masyarakat ilmiah dan umum.
 - b. Pengembangan Kurikulum: Hasil penelitian dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum perkuliahan atau pelatihan di bidang terkait.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun Struktur penulisan dalam skripsi ini disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan uraian dari kutipan buku-buku, serta referensi pustaka lainnya yang relevan dengan penelitian, yang digunakan sebagai dasar dan landasan dalam proses perancangan sistem.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode penelitian, perancangan sistem, kebutuhan perangkat keras dan lunak, serta diagram-diagram seperti *Flowchart*, *Flowmap*, *Flowmap* Sistem Sebelumnya, *Activity*, dan *Sequence Diagram*.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil implementasi sistem, disertai pengujian dan pengoperasian sistem yang telah dilakukan.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dijadikan pertimbangan untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Sistem pendeteksi tempat parkir kosong yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan algoritma YOLOv11 untuk mengetahui tempat parkir yang kosong pada area parkir Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai. Sistem ini dapat mengidentifikasi status tempat parkir baik kosong maupun terisi melalui input video dari CCTV atau kamera secara langsung, dan menampilkan hasilnya dalam bentuk *bounding box* yang berisikan label "*occupied*" dan "*empty*".

Berdasarkan hasil evaluasi performa model menggunakan parameter precision, recall, dan mAP50, Sistem ini menunjukkan performa yang tinggi dengan nilai presisi dan recall diatas .90 , serta mAP50 sebesar 0.98. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi yang baik dalam mengidentifikasikan status parkir dari berbagai sudut pandang dan kondisi. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang menggunakan YOLO versi sebelumnya (YOLOv4), sistem ini menunjukkan peningkatan performa yang baik dari segi akurasi maupun efisiensi. Keunggulan ini membuat sistem ini layak untuk diterapkan di skenario nyata seperti parkir pada tempat umum atau area parkir bandara.

5.2 Saran

Disarankan pada penelitian sistem pendeteksi tempat parkir kosong terus dikembangkan dengan fokus pada peningkatan akurasi dan keandalan, terutama melalui fitur *live detection* . Peningkatan ini akan memberikan manfaat tambahan bagi pengguna yang memerlukan informasi untuk ketersediaan parkir bandara. Selain itu metode YOLOv11 yang digunakan pada sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam berbagai konteks lain seperti sistem pendeteksi lainnya yang dapat meningkatkan aksesibilitas pengguna secara luas.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi berbagai metode deteksi lainnya atau kombinasi model *deep learning* yang mampu mempertimbangkan elemen waktu dan konteks lingkungan seperti kondisi cahaya

atau cuaca, sehingga sistem dapat beradaptasi lebih baik dalam berbagai kondisi nyata di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. N. Rizkatama, A. Nugroho, and A. F. Suni, “Sistem Cerdas Penghitung Jumlah Mobil untuk Mengetahui Ketersediaan Lahan Parkir berbasis Python dan YOLO v4,” *Edu Komputika J.*, vol. 8, no. 2, pp. 91–99, 2021, doi: 10.15294/edukomputika.v8i2.47865.
- [2] D. Indra, H. Herman, and F. S. Budi, “Implementasi Sistem Penghitung Kendaraan Otomatis Berbasis Computer Vision,” *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 53–62, 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i1.9082.
- [3] T. Sutisna, A. Rachmat Raharja, E. Hariyadi, and V. Hafizh Cahaya Putra, “Penggunaan Computer Vision untuk Menghitung Jumlah Kendaraan dengan Menggunakan Metode SSD (Single Shoot Detector),” *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 4, pp. 6060–6067, 2024, [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/10071/6958>
- [4] N. Khairunisa, . C., and A. Jamaludin, “Analisis Perbandingan Algoritma Cnn Dan Yolo Dalam Mengidentifikasi Kerusakan Jalan,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4434.
- [5] S. Jupiyandi, F. R. Saniputra, Y. Pratama, M. R. Dharmawan, and I. Cholissodin, “Pengembangan Deteksi Citra Mobil untuk Mengetahui Jumlah Tempat Parkir Menggunakan CUDA dan Modified YOLO,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 4, p. 413, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019641275.
- [6] E. Ektrada, L. Hakim, and S. P. Kristanto, “Sistem Tracking dan

- Counting Kendaraan Berbasis YOLO untuk Pemetaan Slot Parkir Kendaraan,” *Softw. Dev. Digit. Bus. Intell. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 55–60, 2023, doi: 10.57203/session.v1i02.2023.55-60.
- [7] פרדיקין צ. וז'ק ע, “No Titleתיתחצי שווקים,” vol. 3, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [8] amwin Aldhiyatika, “Algoritma You Only Look Once (Yolo) Tugas Akhir,” pp. 1–60, 2021, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/34154/17523176AldhiyatikaAmwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] A. Muzaki, T. T. Mabruroh, R. Ibrahim, and R. Wulaningrum, “Deteksi Ketersediaan Lahan Parkir Dengan Menggunakan OpenCV,” *Semin. Nas. Teknol. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 237–244, 2024, doi: 10.29407/stains.v3i1.4291.
- [10] M. Y. , C. S. , Ikhwan Ruslianto, “Pendeteksi Tempat Parkir Mobil Kosong Menggunakan Metode Canny,” *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 5, no. 3, 2021, doi: 10.26418/coding.v5i3.22571.
- [11] S. Rahman *et al.*, *Python : Dasar Dan Pemrograman Berorientasi Objek*. 2023.
- [12] C. Fatichah and R. Dikairono, “122326-242135-1-Pb,” vol. 12, no. 3, 2023.
- [13] D. F. Ningtyas and N. Setiyawati, “Implementasi Flask Framework pada Pembangunan Aplikasi Purchasing Approval Request,” *J. Janitra Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–34, 2021, doi: 10.25008/janitra.v1i1.120.

- [14] R. Gelar Guntara, “Deteksi Atap Bangunan Berbasis Citra Udara Menggunakan Google Colab dan Algoritma Deep Learning YOLOv7,” *J. Manaj. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–18, 2023, doi: 10.59431/jmasif.v2i1.156.
- [15] M. T. Prihandoyo, “Unified Modeling Language (UML) Model Untuk Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 1, pp. 126–129, 2019, doi: 10.30591/jpit.v3i1.765.
- [16] T. Pricillia and Zulfachmi, “Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD),” *J. Bangkit Indones.*, vol. 10, no. 1, pp. 6–12, 2021, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153.
- [17] Fahrizal, F. O. Reynaldi, and N. Hikmah, “Implementasi Machine Learning pada Sistem PETS Identification Menggunakan Python Berbasis UBuntu,” *J. Inf. Syst. Informatics Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 86–91, 2020, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisicom/article/view/212>
- [18] S. R. Wicaksono, *Black Box Testing Teori Dan Studi Kasus*, no. February. 2022. doi: 10.5281/zenodo.7659674.
- [19] M. S. Nabila, H. Herlawati, and A. Hidayat, “Pendeteksian dan Klasifikasi Sampah pada Bank Sampah Berbasis Web Menggunakan YOLO v11,” vol. 6, no. 1, pp. 99–112, 2025.