

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pertumbuhan jumlah kendaraan mobil di Indonesia turut memperburuk permasalahan parkir liar, terutama di trotoar, jalur sepeda, dan ruas jalan umum. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2023 jumlah kendaraan mobil mencapai lebih dari 25 juta unit, dengan pertumbuhan tahunan rata-rata sekitar 4%. Kondisi ini berdampak pada penggunaan area publik yang tidak semestinya, menyebabkan gangguan bagi pejalan kaki dan pesepeda, serta memperparah kemacetan. Ketidaktertiban ini juga mencerminkan kurangnya manajemen parkir yang efisien dan minimnya penegakan aturan [1].

Sistem deteksi lahan parkir yang ada saat ini sebagian besar hanya berfokus pada identifikasi area yang dapat digunakan untuk parkir, tanpa memberikan perhatian terhadap area yang tidak diperuntukkan sebagai lahan parkir. Akibatnya, pelanggaran parkir seperti kendaraan yang diparkir di trotoar, jalur sepeda, dan zona darurat menjadi semakin umum [2]. Hal ini bertentangan dengan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, khususnya Pasal 43 dan Pasal 287 Ayat (3), yang melarang parkir di tempat yang dapat mengganggu lalu lintas serta menetapkan sanksi atas pelanggaran parkir di lokasi terlarang [3]. Selain itu, Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 52 juga melarang parkir pada area yang mengganggu kepentingan umum [4]. Berdasarkan studi dari ITDP (*Institute for Transportation and Development Policy*) pada tahun 2022, 25% area trotoar di kota-kota besar Indonesia digunakan untuk parkir liar, yang mengurangi kenyamanan dan keamanan pejalan kaki serta pengguna transportasi umum.

Salah satu masalah utama adalah banyaknya kasus parkir liar yang tidak tertangani secara optimal, seperti di Jakarta, di mana pelanggaran sering memicu kemacetan dan membahayakan pengguna jalan lain [5]. Selain itu, sistem yang masih konvensional kurang mampu memberikan notifikasi dan dokumentasi yang terstruktur, sehingga penegakan aturan menjadi tidak efektif. Oleh karena itu,

diperlukan solusi berbasis teknologi yang dapat mengotomatisasi pendeteksian pelanggaran secara akurat untuk meningkatkan efisiensi dan akuntabilitas sistem [6].

Selain itu, dalam sistem yang dikembangkan, kendaraan dikategorikan sebagai pelanggar jika berada di zona larangan parkir selama lebih dari 2 menit. Ambang batas ini dipilih berdasarkan hasil observasi di lapangan, di mana kendaraan yang berhenti lebih dari 2 menit pada trotoar atau bahu jalan umumnya tidak hanya berhenti sementara, tetapi benar-benar diparkir. Hal ini sejalan dengan ketentuan *grace period* yang tercantum dalam Peraturan Wali Kota Bandung No. 121 Tahun 2022 Pasal 16, yang menyebutkan bahwa toleransi parkir tanpa tarif diberikan selama maksimal 3 menit [7]. Meskipun ketentuan ini berlaku pada gedung atau lahan parkir, prinsip serupa digunakan untuk membedakan aktivitas berhenti sejenak dengan parkir liar di area publik. Oleh karena itu, ambang waktu 2 menit dipilih untuk meningkatkan akurasi sistem dalam membedakan kendaraan yang hanya berhenti sementara dan kendaraan yang benar-benar melakukan pelanggaran.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan sistem deteksi pelanggaran parkir yang bekerja secara otomatis, cepat, dan akurat. Dengan algoritma YOLOv8 (*You Only Look Once*) dipilih karena merupakan salah satu algoritma deteksi objek terkini yang mampu mendeteksi berbagai objek dalam waktu nyata (*real-time*) dengan akurasi dan efisiensi tinggi [8]. YOLOv8 juga memiliki arsitektur yang lebih ringan, kompatibel dengan perangkat terbatas, dan mampu menangani deteksi multi-objek secara simultan menjadikannya sangat cocok untuk sistem berbasis kamera seperti deteksi parkir liar. Selain itu, sistem ini diintegrasikan dengan Telegram Bot API sebagai media notifikasi karena Telegram mendukung pengiriman pesan otomatis secara *real-time*, termasuk gambar, teks, dan dokumen. Platform ini dipilih karena bersifat lintas perangkat (*mobile* dan *desktop*), mudah diintegrasikan, dan tidak memerlukan instalasi tambahan di sisi pengguna [9]. Streamlit ideal digunakan dalam penelitian ini untuk menyajikan *dashboard* hasil deteksi pelanggaran parkir, yang mencakup visualisasi jumlah pelanggaran, galeri

gambar bukti, dan tautan notifikasi, semuanya dalam satu antarmuka pengguna (UI) [10]. Dengan demikian, sistem dapat secara efisien mengirimkan peringatan pelanggaran kepada petugas, sekaligus mendokumentasikan data berupa waktu dan bukti visual dalam format terstruktur. Penelitian ini secara khusus difokuskan pada pendeteksian kendaraan roda empat (mobil), yang melanggar dan berhenti atau parkir di zona terlarang seperti trotoar dan jalur sepeda. Fokus ini dipilih karena mobil memiliki dampak gangguan paling besar terhadap pengguna jalan lain ketika diparkir di area tersebut.

Keunggulan utama penelitian ini adalah pengembangan sistem yang berfokus pada pendeteksian mobil yang melanggar di area non-parkir seperti bahu jalan, trotoar, dan jalur sepeda. Pendeteksian lahan non-parkir dan penyimpanan data pelanggaran ini menjadi nilai kebaruan (*novelty*) dalam penelitian, karena belum banyak sistem deteksi parkir yang memberikan perhatian terhadap pelanggaran di area tersebut. Dengan implementasi ini, sistem diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan parkir dan menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih tertib dan teratur.

## 1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait deteksi pelanggaran parkir menggunakan *machine learning* dan *deep learning* dirangkum pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Tabel referensi terdahulu.

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
1	Deteksi Kendaraan Dengan Metode YOLO.	Muhammad Fauzan Arif, Ahmad Nurkholis, Sootomosi Laia, Perani Rosyani	2023
2	<i>Sistem Tracking dan Counting</i> Kendaraan Berbasis YOLO untuk Pemetaan Slot Parkir Kendaraan.	Erik Ektrada, Lutfi Hakim, Sepyan Purnama Kristanto	2023

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
3	Deteksi Pelanggaran Parkir Pada Bahu Jalan Tol Dengan <i>Intelligent Transportation System</i> Menggunakan YOLO	Maulana Yusufian, Setianingsih, Astuti, Heardy Casi Ratna	2022
4	Sistem Cerdas Penghitung Jumlah Mobil untuk Mengetahui Ketersediaan Lahan Parkir berbasis Python dan YOLO v4	Getsa Novandra Rizkatama, Anan Nugroho dan Alfa Faridh Suni	2021
5	Deteksi Ketersediaan Tempat Parkir menggunakan <i>Mask R-CNN</i> (Studi Kasus : UNISSULA)	Ahmad Ayudhawara, Bagus Satrio Waluyo Poetro, M. Qomaruddin	2023

Penelitian Muhammad Fauzan Arif, Ahmad Nurkholis, Sootomosi Laia, Perani Rosyani terkait deteksi kendaraan berbasis algoritma YOLO [5], menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai aplikasi. Pada pengembangan deteksi citra mobil dengan *Modified YOLO (MYOLO)*, akurasi mencapai 100% pada 13 data citra. Sistem cerdas berbasis YOLOv4 menunjukkan kinerja dengan akurasi rata-rata 72,8% dalam mendeteksi kapasitas lahan parkir dari tiga video. Deteksi kendaraan umum berbasis YOLO juga berhasil mengklasifikasi kendaraan seperti mobil, bus, dan truk dengan *confidence* bervariasi sesuai pergerakan objek. Tiny-YOLOv4, dengan dataset khusus untuk truk, bus, dan pikap, mencapai mAP sebesar 93,31% dan akurasi hingga 98,23%, meski dengan kecepatan deteksi yang masih terbatas di 13 FPS untuk aplikasi *real-time*. Penelitian ini menunjukkan potensi besar algoritma YOLO untuk pengawasan lalu lintas, sistem parkir otomatis, dan navigasi kendaraan, meskipun peningkatan performa untuk *real-time* dan deteksi objek kecil masih diperlukan.

Penelitian Erik Ektrada, Lutfi Hakim, dan Sepyan Purnama Kristanto menggunakan YOLOv3 untuk deteksi dan pelacakan kendaraan pada area parkir mall di Banyuwangi dan Jember [6]. Dataset berupa 10 video dengan resolusi

1920x1080 piksel digunakan untuk mendeteksi dua jenis kendaraan, yaitu sepeda motor dan mobil. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sistem sebesar 85%, dengan rata-rata waktu deteksi per dataset selama 22 menit 10 detik. Performansi sistem dalam menghitung jumlah kendaraan mencapai 77,55%. Beberapa faktor yang memengaruhi akurasi meliputi jumlah dataset yang terbatas, kualitas kamera yang kurang optimal, serta gangguan seperti objek yang berhimpitan. Untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian ini merekomendasikan peningkatan model deteksi menggunakan pendekatan yang lebih canggih, penambahan fitur penghitungan kendaraan yang lebih akurat, serta implementasi sistem secara *real-time* agar lebih aplikatif.

Penelitian Maulana Heardy Yusufian, Casi Setianingsih, dan Ratna Astuti mengembangkan sistem deteksi pelanggaran parkir pada bahu jalan tol dengan memanfaatkan algoritma YOLO dan fitur *Intelligent Transportation System (ITS)* [8]. Sistem mencapai hasil pelatihan terbaik pada learning rate 0.06 dengan jumlah maksimum batch 4000, menghasilkan mAP sebesar 97,96% dan akurasi sebesar 80%. Sistem ini mampu mendeteksi kendaraan yang melanggar dan mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada petugas jalan tol melalui bot Telegram, dengan pesan berupa "Terdeteksi Kendaraan Melanggar". Pelatihan dilakukan menggunakan *Jupyter Notebook*, namun saat menggunakan Google Colab terdapat batasan penggunaan GPU yang menyebabkan *runtime* terputus, sehingga grafik performa pelatihan tidak dapat ditampilkan secara optimal. Untuk mendukung performa deteksi, perangkat keras dengan spesifikasi tinggi, termasuk GPU NVIDIA, digunakan untuk memastikan kelancaran proses *bounding box*, mendeteksi kendaraan pelanggar, dan mencegah penurunan FPS saat sistem mengirim notifikasi melalui bot Telegram.

Pada penelitian Getsa Novandra Rizkatama, Anan Nugroho dan Alfa Faridh Suni, Sebuah perangkat lunak "Penghitung Jumlah Mobil Untuk Mengetahui Kapasitas Lahan Parkir" [11], Hasil deteksi kendaraan pada video 1, video 2, dan video 3 masing-masing menunjukkan akurasi sebesar 97%, 46,5%, dan 75%, dengan akurasi rata-rata sebesar 72,8%. Angka ini menunjukkan bahwa perangkat

lunak yang digunakan cukup dapat diandalkan untuk menghitung kapasitas lahan parkir dan melakukan deteksi kendaraan secara umum. Namun, perbedaan yang signifikan antara akurasi pada video 1 yang tinggi dan video 2 yang rendah menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan dalam kondisi tertentu. Untuk pengembangan sistem ke depannya, disarankan untuk menambahkan beberapa kamera dengan sudut pandang yang berbeda agar mencakup area yang lebih luas. Sebagai tambahan, sistem juga dapat diintegrasikan dengan perangkat nirkabel dan platform daring untuk memungkinkan akses jarak jauh, mempermudah pemantauan, dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan kapasitas parkir.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem deteksi ketersediaan tempat parkir berbasis Mask R-CNN [12], dapat diterapkan dengan tingkat akurasi sebesar 96%. Namun, akurasi dalam pendeteksian jumlah objek kendaraan masih kurang optimal, dengan nilai mAP model sebesar 65%. Selain itu, spesifikasi komputer yang memadai sangat diperlukan agar program dapat berjalan dengan baik, karena pada penelitian ini, video deteksi hanya menghasilkan rata-rata kecepatan pemrosesan di bawah 1 FPS. Untuk meningkatkan akurasi pendeteksian objek kendaraan, disarankan pengambilan video dari sudut kamera yang lebih baik serta pelatihan model Mask R-CNN menggunakan dataset yang lebih besar dan lebih spesifik untuk kendaraan.

Dari penelitian – penelitian yang sudah dipaparkan, terutama penelitian yang dilakukan Maulana Heardy Yusfian, Casi Setianingsih, dan Ratna Astuti menggunakan *YOLOv4* untuk mendeteksi pelanggaran parkir di bahu jalan tol dengan mengirimkan notifikasi ke bot Telegram tanpa manajemen data terpusat, sementara penelitian ini menggunakan *YOLOv8* untuk mendeteksi pelanggaran parkir secara umum. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini juga dilengkapi dengan platform web untuk menyimpan hasil deteksi ke dalam database, serta integrasi dengan bot Telegram untuk memberikan notifikasi kepada pengawas, sehingga lebih fleksibel dan dapat diterapkan di berbagai area parkir.

### 1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang sudah diuraikan maka rumusan masalah yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem deteksi otomatis pelanggaran parkir dengan algoritma YOLOv8?
2. Bagaimana kinerja sistem deteksi otomatis pelanggaran parkir dengan algoritma YOLOv8?

### 1.4 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi otomatis pelanggaran parkir dengan algoritma YOLOv8.
2. Menguji kinerja sistem deteksi otomatis pelanggaran parkir dengan algoritma YOLOv8.

### 1.5 Manfaat

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat yang ingin di capai yaitu :

#### 1. Manfaat Akademis

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *computer vision* dan *deep learning*. Dengan menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi area non-parkir, penelitian ini memperkaya penerapan kecerdasan buatan dalam mengatasi pelanggaran parkir. Studi ini menambah wawasan tentang bagaimana teknologi berbasis kecerdasan buatan dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan parkir secara otomatis dan *real-time*.

#### 2. Manfaat Praktis

Penelitian ini juga memberikan manfaat nyata yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan parkir. Sistem deteksi yang dikembangkan mampu mendeteksi area non-parkir yang digunakan secara

tidak semestinya, sehingga mencegah parkir liar yang sering kali mengganggu kelancaran lalu lintas.

## 1.6 Batasan Masalah

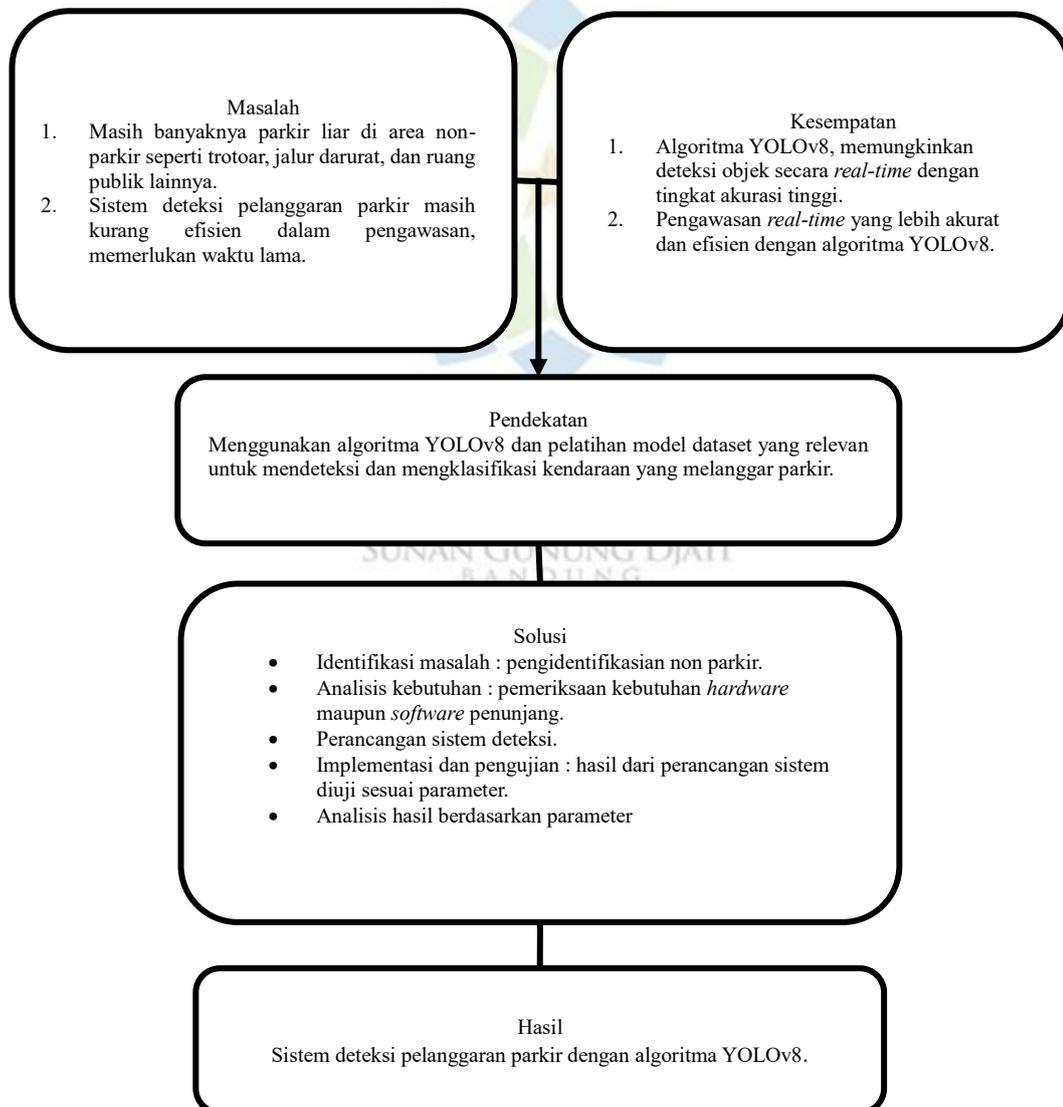
Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam penelitian ini, agar yang akan didapat lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada :

1. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data deteksi kendaraan (mobil dan motor) serta plat nomor, yang bersumber dari Roboflow dan dataset pribadi. Dataset ini memiliki keterbatasan dalam jumlah, sudut pengambilan gambar, dan variasi lokasi, sehingga mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi parkir sebenarnya di lapangan.
2. Penelitian ini secara spesifik dibatasi pada deteksi pelanggaran parkir liar di area trotoar, bahu jalan umum dan jalur sepeda saja. Sistem tidak mencakup deteksi pelanggaran parkir di area lain dan tidak dirancang untuk mendeteksi jenis pelanggaran lalu lintas lainnya.
3. Penelitian ini berfokus pada pengembangan model deteksi menggunakan YOLOv8 dan pembuatan aplikasi sistem monitoring, tanpa menyertakan implementasi penuh pada sistem manajemen parkir skala besar atau integrasi langsung dengan perangkat keras IoT seperti kamera CCTV permanen atau sensor lapangan.
4. Zona larangan parkir yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan secara manual dengan polygon berbasis koordinat yang telah didefinisikan sebelumnya. Sistem tidak secara otomatis mengidentifikasi atau mengklasifikasikan area larangan parkir baru di luar polygon yang telah ditentukan.
5. Pengujian sistem dilakukan menggunakan kamera ponsel dengan resolusi 1080p dalam orientasi *landscape*, yang memberikan cakupan pandang *horizontal* sekitar 90 derajat. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kendaraan secara optimal pada jarak antara 5 hingga 12 meter dari posisi kamera. Deteksi di luar rentang tersebut tidak dijamin akurat karena

keterbatasan pada kualitas gambar, sudut pengambilan, serta kondisi pencahayaan. Selain itu, sistem belum diuji untuk penggunaan kamera dengan sudut pandang ekstrem atau penempatan kamera yang terlalu tinggi dari permukaan jalan.

## 1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan alur pemikiran yang memuat uraian sistematis dari perumusan masalah dan pendekatan yang digunakan dalam pengembangan sistem deteksi otomatis pelanggaran parkir dengan integrasi *real-time*. Kerangka berpikir penelitian ini disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir.

## **1.8 Sistematika Penulisan**

Sistem penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

BAB I berisi gambaran umum dan dasar-dasar dalam penyusunan skripsi sesuai dengan judul, seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat hasil penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

BAB II berisi kajian kritis yang sistematis tentang aspek atau variable yang diteliti dengan menggunakan teori, konsep, dalil, ataupun peraturan yang relevan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

BAB III berisi metodologi penelitian yang di dalamnya membahas tahapan-tahapan yang diambil selama penelitian yang memuat jenis penelitian, sampel atau data, metode pengambilan data, jenis dan sumber data.

### **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

BAB IV menjelaskan tentang rencana penelitian yaitu dengan merancang model deteksi pelanggaran parkir menggunakan YOLOv8 dan sistem monitoring berbasis web yang dilengkapi penyimpanan database MySql dan notifikasi pelanggaran parkir melalui Telegram dan dilakukannya pengujian pada sistem.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

BAB V berisi tentang hasil-hasil pengujian pada sistem yang telah dirancang. Pengujian sistem ini meliputi pengujian deteksi pada model dengan skenario yang sudah ditentukan. Kemudian, melakukan pengujian terhadap .

### **BAB VI PENUTUP**

BAB IV terdiri dari kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.