

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan *space* parkir merupakan bagian penting dalam pengelolaan fasilitas pada lingkungan kampus, perkantoran, pusat perbelanjaan, rumah sakit, dan area publik lainnya. Ketika informasi mengenai lokasi parkir yang tersedia tidak dapat diperoleh secara langsung, pengguna kendaraan harus mencari tempat parkir dengan berkeliling di area parkir. Kondisi tersebut dapat memperpanjang proses pencarian, sementara pengelola juga mengalami keterbatasan dalam mengetahui kondisi setiap lokasi parkir secara menyeluruh. Permasalahan ini menunjukkan bahwa informasi ketersediaan parkir tidak hanya berkaitan dengan keberadaan ruang parkir, tetapi juga dengan kemampuan sistem dalam menyampaikan kondisi setiap ruang secara tepat dan terstruktur kepada pengguna maupun pengelola. Tanpa mekanisme pemantauan yang dapat memperbarui status ruang parkir secara otomatis, proses pencarian dan *monitoring* masih bergantung pada pemeriksaan kondisi secara langsung. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang mampu mengidentifikasi kondisi ruang parkir dan menyajikan informasi status Kosong atau Terisi secara terstruktur menjadi penting untuk mendukung proses *monitoring* dan pencarian ruang parkir.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *smart parking*, yaitu pemanfaatan teknologi untuk mendukung pemantauan dan penyajian informasi ketersediaan parkir. Sistem *smart parking* dapat dibangun menggunakan sensor maupun kamera. Pendekatan berbasis sensor dapat memberikan status pada lokasi parkir tertentu, sedangkan pendekatan berbasis kamera memungkinkan beberapa lokasi parkir diamati melalui satu sumber citra. Grbić & Koch (2023) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis visi dapat digunakan untuk mendeteksi lokasi parkir dan mengklasifikasikan status okupansinya berdasarkan citra.

Perkembangan *computer vision* dan *deep learning* mendukung penggunaan citra atau video sebagai sumber informasi dalam sistem parkir cerdas. Yuldashev et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* dapat digunakan untuk membedakan kondisi *space* parkir kosong dan terisi berdasarkan informasi visual. Namun, proses deteksi dapat dipengaruhi oleh pencahayaan, bayangan, perspektif kamera, latar belakang

yang kompleks, dan kendaraan yang tertutup sebagian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan model deteksi saja belum cukup untuk menghasilkan informasi parkir yang stabil dan dapat digunakan secara langsung sebagai dasar penyajian informasi ketersediaan parkir.

Selain mendeteksi kendaraan atau status okupansi, sistem parkir berbasis kamera perlu mampu menghubungkan hasil deteksi dengan lokasi parkir yang tepat. Grbić dan Koch (2023) menjelaskan bahwa sistem berbasis visi menghadapi tantangan berupa variasi sudut pandang kamera, *occlusion*, kondisi lingkungan, serta kebutuhan penentuan posisi slot parkir. Jiang et al. (2025) juga menegaskan bahwa deteksi *space* parkir perlu disertai proses penentuan posisi ruang parkir agar hasilnya dapat digunakan secara efektif. Wong et al. (2023) menunjukkan bahwa penelitian deteksi slot parkir berbasis *deep learning* berkembang melalui berbagai pendekatan, seperti *object detection*, *segmentation*, *regression*, dan *graph neural network*.

Berdasarkan penelitian terdahulu, sejumlah penelitian *smart parking* berfokus pada peningkatan metode klasifikasi okupansi, deteksi geometri slot, maupun evaluasi performa model. Dalam konteks Sistem Informasi, hasil deteksi tidak cukup hanya menghasilkan informasi mengenai keberadaan objek, tetapi perlu diolah menjadi informasi operasional yang dapat dipahami oleh pengguna dan pengelola. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk mengintegrasikan proses deteksi kendaraan, penentuan lokasi parkir, kestabilan pembacaan status, penyimpanan data, serta penyajian informasi dalam satu alur sistem. *Research gap* pada penelitian ini bukan terletak pada pengembangan arsitektur *deep learning* baru, melainkan pada implementasi *prototype* yang mengintegrasikan deteksi kendaraan, batas lokasi parkir, pembacaan status secara temporal, *backend API*, basis data, dan *dashboard monitoring*.

Penelitian ini menggunakan video CCTV simulasi dengan posisi kamera tetap sebagai sumber *input* visual. Area parkir dipetakan ke dalam sebelas *polygon* atau *Region of Interest* (ROI), yaitu lokasi A1 sampai A5 dan B1 sampai B6. Model YOLO26n digunakan untuk mendeteksi kendaraan pada setiap *frame* video. Hasil deteksi kemudian dicocokkan dengan *polygon* lokasi parkir untuk menentukan status setiap slot sebagai Kosong atau Terisi. Penentuan status tidak hanya didasarkan pada satu *frame*, tetapi menggunakan pembacaan beberapa *frame* secara berurutan untuk mengurangi perubahan

status akibat hasil deteksi yang tidak stabil pada satu *frame*.

Hasil pengolahan video diproses melalui *backend* FastAPI dan disimpan pada basis data MySQL. Basis data digunakan untuk menyimpan status terbaru setiap slot serta riwayat hasil pembacaan status parkir. Data kemudian disajikan melalui *dashboard* berbasis PHP yang menampilkan total lokasi parkir, jumlah lokasi Kosong dan Terisi, status setiap lokasi, *snapshot* CCTV dengan *polygon* ROI, serta laporan historis berdasarkan hasil pembacaan sistem. Dengan integrasi tersebut, hasil deteksi kendaraan tidak hanya menjadi keluaran model, tetapi diolah menjadi informasi ketersediaan parkir yang dapat dipantau secara terstruktur.

Penelitian ini dibatasi pada penggunaan video CCTV simulasi dengan posisi kamera tetap dan tidak membahas identifikasi pelat nomor, warna kendaraan, identitas pemilik kendaraan, pembayaran parkir, reservasi, maupun implementasi CCTV IP pada lingkungan produksi. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengangkat judul “Implementasi Model Deep Learning dalam Deteksi Space Parkir untuk Sistem Parkir Cerdas”. Penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan *prototype monitoring* parkir berbasis video yang mampu mendeteksi kendaraan, menentukan status setiap lokasi parkir sebagai Kosong atau Terisi, menyimpan hasil pembacaan, serta menyajikan informasi ketersediaan parkir secara terstruktur kepada pengguna dan pengelola.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan model YOLO26n untuk mendeteksi kendaraan pada video CCTV simulasi dan menentukan status slot parkir Kosong atau Terisi berdasarkan *polygon Region of Interest* (ROI) serta pembacaan beberapa *frame* secara berurutan?
2. Bagaimana mengintegrasikan hasil deteksi kendaraan dan status slot parkir dengan *backend* FastAPI, basis data MySQL, dan *dashboard* PHP agar informasi ketersediaan serta riwayat status parkir dapat disajikan secara terstruktur?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini

adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan model YOLO26n untuk mendeteksi kendaraan pada video CCTV simulasi dan menentukan status slot parkir Kosong atau Terisi berdasarkan *polygon Region of Interest* (ROI) serta pembacaan beberapa *frame* secara berurutan.
2. Mengembangkan *prototype* sistem parkir cerdas yang mengintegrasikan hasil deteksi kendaraan, *backend* FastAPI, basis data MySQL, dan *dashboard* PHP untuk menyajikan informasi ketersediaan serta riwayat status parkir secara terstruktur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi mengenai penerapan *deep learning*, *computer vision*, dan *polygon Region of Interest* (ROI) dalam pengembangan sistem parkir cerdas. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai integrasi model deteksi kendaraan, pemetaan lokasi parkir, *backend* API, basis data, dan *dashboard monitoring* dalam bidang Sistem Informasi.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Pengelola

Prototype sistem dapat membantu pengelola memantau kondisi area parkir melalui informasi jumlah total slot, jumlah slot Kosong, jumlah slot Terisi, status setiap slot, serta riwayat hasil pembacaan status parkir.

b. Bagi Pengguna

Sistem dapat membantu pengguna memperoleh informasi mengenai slot parkir yang tersedia berdasarkan kode lokasi, seperti A1 sampai A5 dan B1 sampai B6, sehingga pencarian lokasi parkir dapat dilakukan secara lebih terarah.

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem parkir

cerdas yang lebih lanjut, seperti integrasi CCTV IP secara langsung, penggunaan beberapa kamera atau area parkir, pengembangan notifikasi ketersediaan parkir, serta pengujian sistem pada lingkungan parkir nyata dengan variasi pencahayaan, sudut kamera, cuaca, kepadatan kendaraan, dan *occlusion* yang lebih beragam.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, fokus, dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka penulis menetapkan ruang lingkup dan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada penentuan status slot parkir dalam dua kondisi, yaitu Kosong dan Terisi.
2. Sumber *input* sistem berupa video CCTV simulasi area parkir dengan posisi kamera tetap.
3. Area parkir direpresentasikan menggunakan sebelas *polygon Region of Interest* (ROI) yang terdiri atas slot A1 sampai A5 dan B1 sampai B6.
4. Model YOLO26n hasil *fine-tuning* digunakan untuk mendeteksi kendaraan kelas *vehicle* pada *frame* video.
5. Hasil deteksi kendaraan dipetakan ke *polygon* ROI setiap slot parkir sebagai dasar dalam menentukan status Kosong atau Terisi.
6. Penentuan status slot dilakukan berdasarkan pembacaan beberapa *frame* video secara berurutan untuk mengurangi perubahan status yang disebabkan oleh hasil deteksi yang tidak stabil pada satu *frame*.
7. *Backend* sistem dikembangkan menggunakan FastAPI untuk menjalankan proses deteksi, menyediakan data status parkir melalui API, dan menghasilkan *snapshot* CCTV.
8. Basis data MySQL digunakan untuk menyimpan status terbaru setiap slot parkir pada tabel `parking_slots` dan riwayat hasil pembacaan status pada tabel `parking_status_logs`.
9. *Dashboard* sistem dikembangkan menggunakan PHP untuk menampilkan total slot parkir, jumlah slot Kosong, jumlah slot Terisi, status setiap slot, *snapshot* CCTV, serta laporan historis status parkir.

10. Penelitian tidak membahas identifikasi pelat nomor, warna kendaraan, identitas pemilik kendaraan, pembayaran parkir, reservasi tempat parkir, maupun navigasi kendaraan.
11. Penelitian dibatasi pada *prototype* menggunakan video CCTV simulasi lokal dan belum diimplementasikan menggunakan CCTV IP pada lingkungan parkir produksi.
12. Deteksi kendaraan pada penelitian menggunakan satu kelas objek, yaitu *vehicle*. Penelitian tidak melakukan klasifikasi kendaraan berdasarkan jenis, ukuran, jumlah roda, maupun dimensi kendaraan. Penentuan status difokuskan pada kondisi okupansi masing-masing slot parkir dalam skenario video CCTV simulasi yang digunakan pada penelitian.

1.6 Kebaruan

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan *prototype* sistem parkir cerdas yang mengintegrasikan proses deteksi kendaraan, pemetaan lokasi parkir, penentuan status secara temporal, penyimpanan data, dan penyajian informasi parkir dalam satu alur sistem. Berbeda dengan sejumlah penelitian terdahulu yang lebih berfokus pada peningkatan performa model deteksi, klasifikasi okupansi, atau penentuan geometri ruang parkir, penelitian ini memanfaatkan model YOLO26n hasil *fine-tuning* untuk mendeteksi kendaraan dan menghubungkan hasil deteksi tersebut dengan *polygon Region of Interest* (ROI) pada setiap slot parkir.

Penentuan status slot tidak hanya didasarkan pada satu *frame*, tetapi menggunakan pembacaan beberapa *frame* secara berurutan untuk memperoleh status Kosong atau Terisi yang lebih stabil. Hasil penentuan status kemudian diintegrasikan dengan *backend* FastAPI, basis data MySQL, dan *dashboard* PHP. Basis data digunakan untuk menyimpan status terbaru setiap slot serta riwayat hasil pembacaan, sedangkan *dashboard* menyajikan informasi jumlah slot Kosong dan Terisi, status setiap slot, *snapshot* CCTV, serta laporan historis status parkir. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini bukan pada penciptaan arsitektur *deep learning* baru, melainkan pada penerapan dan integrasi komponen deteksi visual menjadi sebuah *prototype* Sistem Informasi yang mengubah hasil deteksi kendaraan menjadi informasi ketersediaan parkir yang terstruktur bagi pengguna dan pengelola.