

Daftar Gambar

2.1	Pendeteksian Wajah	10
2.2	Contoh Fitur <i>Haar</i> dan aplikasinya pada citra wajah	11
2.3	<i>Haar Cascade Works</i>	13
2.4	<i>Embedding</i> Wajah dengan <i>ArcFace</i>	13
2.5	Arsitektur <i>DCNN</i> untuk <i>ArcFace</i> , menyoroti normalisasi fitur dan penambahan margin sudut.	15
2.6	Perbandingan margin fungsi loss.	16
2.7	Grafik dua vektor $\vec{A}$ dan $\vec{B}$ dalam ruang dua dimensi	17
2.8	Ilustrasi Pengenalan pelat Nomor	19
2.9	Perbandingan YOLOv8 dan YOLOv11 (Dataset Rambu Lalu Lintas)	20
2.10	<i>YOLOv11</i> Arsitektur	21
2.11	Penerapan OpenCV terhadap gambar pelat nomor	22
2.12	Demo <i>EasyOCR</i> pada pelat Nomor	24
2.13	Ilustrasi <i>Database Relation</i>	27
2.14	Create Read Update Delete	28
2.15	Tipe Data BLOB di MySQL	29
2.16	Contoh Simbol pada Entity Relationship Diagram (ERD)	31
2.17	Contoh Simbol pada <i>Use Case Diagram (UCD)</i>	33
2.18	Contoh Simbol pada <i>Activity Diagram</i>	35
3.1	Diagram alur tahapan pengolahan data wajah	40
3.2	Diagram alur tahapan pengolahan data pelat nomor	41
3.3	<i>Flowchart</i> Model <i>Face Detection</i>	42
3.4	Contoh Sampel Data Wajah	47
3.5	Distribusi ukuran gambar pada dataset wajah yang digunakan dalam penelitian	48
3.6	Hasil Tuning Parameter Haar Cascade	50
3.7	Contoh Hasil Deteksi Wajah dengan Parameter Terbaik	53
3.8	Perbandingan Hasil Evaluasi Deteksi Wajah dengan Parameter Default dan Parameter Tuning	54
3.9	Perbandingan Deteksi Wajah Menggunakan Parameter Default dan Parameter Tuning	55

3.10	Diagram Alur Proses Embedding Menggunakan ArcFace	55
3.11	Diagram Alur Proses Pencocokan Wajah (<i>Face Matching</i>)	57
3.12	<i>Flowchart</i> Model <i>License Plate Recognition</i>	59
3.13	<i>Flowchart</i> General Sistem	65
3.14	<i>Flowchart</i> Sistem Manajemen Parkir Otomatis	66
3.15	Flowchart Sistem Pencatatan Data Pengunjung Masuk (<i>Input Data</i>)	67
3.16	Flowchart System Untuk Pengunjung Keluar dan Pencocokan Data(<i>Get Data</i>)	68
3.17	Flowchart Integrasi Deteksi, Antrian, dan Pencocokan Data	69
3.18	<i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	70
3.19	<i>Use Case Diagram</i> Sistem Manajemen Parkir Otomatis	72
3.20	Activity Diagram Admin - Memulai dan Menghentikan Sistem Pencatatan Parkir Otomatis	75
3.21	Activity Diagram Admin - Proses Membuat dan Membaca Data Parkir	76
3.22	Activity Diagram Admin - Proses Memperbarui dan Menghapus Data Parkir	77
3.23	Activity Diagram - Proses Mencari dan Monitoring Data Parkir	78
3.24	Activity Diagram - Verifikasi Manual oleh Admin	79
3.25	Activity Diagram Pengunjung - Proses Deteksi Wajah dan pelat Nomor Kendaraan	81
3.26	Activity Diagram - Pencocokan Data Wajah dan pelat Nomor	82
4.1	Contoh hasil ekstraksi frame video untuk data wajah	85
4.2	Sample dataset dan keterangan subset data	87
4.3	Distribusi tinggi dan lebar gambar pada tiga subset data pelat nomor	88
4.4	Jumlah Anotasi Pelat Nomor pada Setiap Subset Dataset	89
4.5	Contoh hasil ekstraksi <i>frame video</i> untuk evaluasi pelat nomor	90
4.6	Hasil Pengambilan Data dari Kamera 1 dan Kamera 2	93
4.7	Konfigurasi Pengambilan Kamera untuk <i>Testing</i> Sistem di Lapangan	94
4.8	Diagram alur hasil pengolahan data wajah	95
4.9	Contoh Penerapan <i>Face Alignment</i> Menggunakan <i>Dlib 68-Point Shape Predictor</i>	96
4.10	Diagram Proses Ekstraksi <i>Embedding</i> Wajah Menggunakan <i>ArcFace</i>	97
4.11	Diagram Alur Proses <i>Face Matching</i> Menggunakan <i>Cosine Similarity</i>	98
4.12	Antarmuka Aplikasi <i>Roboflow</i> untuk Anotasi <i>Dataset</i> Citra Wajah	99
4.13	Diagram Alur Pengolahan Data Pelat Nomor Kendaraan	100

4.14	<i>Flowchart</i> Seleksi Baris Atas dari Hasil <i>OCR EasyOCR</i>	101
4.15	Antarmuka Aplikasi <i>Roboflow</i> untuk <i>Annotasi Dataset</i> Citra Pelat Nomor Kendaraan	102
5.1	Contoh hasil deteksi wajah dengan model <i>Haar Cascade</i> (parameter default)	106
5.2	Contoh hasil deteksi wajah setelah <i>tuning parameter Haar Cascade</i> . Terlihat berkurangnya <i>false positive</i> secara signifikan dan deteksi lebih akurat pada wajah dengan atribut kompleks.	109
5.3	Perbandingan performa <i>Haar Cascade</i> antara parameter <i>default</i> dan hasil <i>tuning</i>	110
5.4	Contoh hasil <i>augmentasi</i> wajah dengan berbagai transformasi.	112
5.5	Contoh hasil <i>face matching</i> yang mengilustrasikan prediksi dan <i>ground truth</i>	116
5.6	Grafik evaluasi model <i>YOLOv11</i> berdasarkan metrik <i>precision</i> , <i>recall</i> , <i>mAP50</i> , dan <i>box loss</i> berdasarkan <i>testing data</i>	119
5.7	<i>Confusion matrix</i> dari model <i>YOLOv11n</i> yang menunjukkan performa model dalam mengklasifikasikan pelat nomor dan latar belakang.	120
5.8	Kurva evaluasi model <i>YOLOv11n</i> yang menunjukkan hubungan antara <i>precision</i> , <i>recall</i> , dan <i>confidence</i> pada berbagai <i>threshold</i>	121
5.9	Tahapan seleksi karakter baris atas pelat nomor dengan toleransi vertikal menggunakan <i>bounding box</i> hasil dari <i>EasyOCR</i>	123
5.10	Visualisasi <i>Ground Truth Bounding Box</i> vs <i>Prediction Bounding Box</i>	127
5.11	<i>Confidence Scores</i> per Individu, Pelat Nomor, dan Kondisi	128
5.12	Contoh Hasil <i>Cropping</i> Pelat Nomor	129
5.13	Accuracy vs. Pixel Count (Resolution)	132
5.14	Jumlah Eksekusi Masing-Masing Proses Sistem	137
5.15	Rata-Rata Durasi Eksekusi Masing-Masing Proses	138
6.1	Struktur Direktori Proyek Sistem Parkir	150
6.2	Tampilan Menu Command Line Interface Sistem Parkir	151
6.3	Struktur Relasional dan Informasi Tabel pada Database MySQL	152
6.4	Tabel <i>deteksi_pelat_nomor</i> pada Database	152
6.5	Tabel <i>deteksi_wajah</i> pada Database	153
6.6	Tabel <i>log_history_pengunjung</i> pada Database	153
6.7	Tabel <i>pencocokan_similarity</i> pada Database	154
6.8	Hasil penyimpanan lokal pendeteksian wajah (<i>deteksi_wajah</i>) dan pelat nomor (<i>deteksi_pelat_nomor</i>) pada sistem.	154