

HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTISARI	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Kontribusi Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Detection Transformer	7
2.2 Semantic-Aligned-Matching DETR	7
2.3 Fitur Multiskala pada Model Berbasis DETR	8
2.4 Penggunaan Fitur Multilevel	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 <i>Attention</i>	10
3.1.1 <i>Scaled Dot-Product Attention</i>	10
3.1.2 <i>Multi-Head Attention</i>	15
3.2 Model DETR	22
3.2.1 <i>Object Detection Set Prediction Loss</i>	22
3.2.2 Arsitektur DETR	24
3.3 Semantic-Aligned-Matching DETR	26
3.4 Feature Pyramid Network	28
3.4.1 Jalur <i>Bottom-Up</i>	28
3.4.2 Jalur <i>Top-Down</i> dan Koneksi Lateral	30
3.5 <i>Intersection Over Union (IoU)</i>	30
3.6 <i>Confusion Matrix</i>	30
3.7 <i>Mean Average Precision</i>	32
3.8 <i>Floating-Point Operations per Second</i>	32
3.9 <i>Frames Per Second</i>	33

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	34
4.1 Dataset Primer	34
4.1.1 Pengumpulan Data Video Skenario Berkendara	34
4.1.2 Ekstraksi Citra	35
4.1.3 Anotasi Data Citra	35
4.1.4 Pembagian Dataset Kepada Data Latih, Validasi, dan Uji	35
4.2 Dataset Sekunder	36
4.3 SAM-DETR dengan Concatenated FPN	36
4.4 Pelatihan Model	38
4.5 Pengujian Model	40
4.6 Evaluasi Model	40
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	41
5.1 Dataset Primer	41
5.2 Hasil Deteksi pada Dataset Primer	45
5.3 Hasil Deteksi pada Dataset Sekunder	49
5.4 Pembahasan	50
5.4.1 Fitur Multilevel	52
5.4.2 <i>Positional Embedding</i>	53
5.4.3 <i>Focal Loss</i>	53
5.4.4 Kinerja Model pada Masing-masing Kelas, Terutama Kelas dengan Jumlah Data Terbatas	53
5.4.5 Perbandingan Kinerja Metode Berbasis CNN dan Transformer	54
5.4.6 Kinerja Model pada Kelas Tertentu	55
5.4.7 Pengaruh Pencahayaan terhadap Hasil Deteksi	56
5.5 Studi <i>Ablation</i>	57
5.5.1 Efek Algoritma <i>Downsampling</i>	57
5.5.2 Efek Berbagai Strategi untuk Mengintegrasikan Fitur FPN	57
5.5.3 Efek Jumlah Level Fitur	58
5.5.4 Pengaruh Augmentasi <i>Copy-Paste</i>	58
5.6 Keterbatasan Penelitian	59
5.6.1 Klasifikasi Ukuran Objek Berbasis Piksel Absolut	59
5.6.2 Tantangan dan Potensi Peningkatan Deteksi Objek Kecil	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63