

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Keaslian Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Comet Assay	12
3.1.1 Buccal mucosa comet assay	12
3.1.2 Deteksi dan klasifikasi kerusakan DNA	13
3.2 Convolutional Neural Network	15
3.2.1 Lapisan konvolusi	17
3.2.1.1 Padding	17
3.2.1.2 Striding	18
3.2.1.3 Dilation	18
3.2.2 Pooling	21
3.2.3 Flattening dan fully connected	22
3.3 Arsitektur Residual Networks (ResNet)	22

3.3.1 Pembelajaran residu	23
3.3.2 Dilated ResNet	24
3.3 Transformer	25
3.3.1 Positional encoding	26
3.3.2 Self-attention (SA)	26
3.3.3 Multi-head self-attention (MHSA)	27
3.3.4 Masked multi-head self-attention (MMHSA)	27
3.3.5 Lapisan Feed-Forward Network (FFN)	28
3.4 Deteksi Objek Otomatis pada Citra	28
3.4.1 Mekanisme deteksi objek pada DETR	29
3.4.1.1 Object queries	30
3.4.1.2 Algoritma Hungarian	31
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	34
4.1 Tahapan Penelitian	34
4.2 Pengumpulan Data	35
4.3 Adaptasi Arsitektur DETR	35
4.3.1 Arsitektur DETR	36
4.3.1.1 Backbone CNN	37
4.3.1.2 Transformer encoder-decoder	38
4.3.1.3 Prediction Feed Forward Network (FFN)	45
4.3.2 Non-autoregressive dan iterative refinement pada decoder Transformer	45
4.4 Pembuatan Model	47
4.5 Evaluasi Model	48
4.5.1 Average precision dan recall	48
4.5.2 Set prediction loss	49
BAB V IMPLEMENTASI	53
5.1 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Library yang digunakan	53
5.2 Implementasi Persiapan Data	53
5.3 Implementasi arsitektur DEtection TRansformer (DETR)	54
5.3.1 Pemuatan set data comet assay buccal mucosa	54
5.3.2 Augmentasi acak pada arsitektur DETR	54
5.3.3 Loss GIoU (Generalized Intersection over Union)	56

5.3.4 Hungarian matcher	57
5.3.5 Positional encoding	58
5.3.6 Backbone	60
5.3.7 Transformer	61
5.3.8 DETR - pengaturan jumlah kelas objek comet	61
5.3.9 Implementasi mesin pelatihan dan evaluasi	62
5.4 Implementasi Proses Latih	64
5.4.1 Konfigurasi hyperparameter	64
5.4.2 Menyimpan file hasil evaluasi model	65
5.4.3 Perintah untuk memulai pelatihan model detr	66
5.5 Implementasi Hasil Prediksi	67
5.5.1 Visualisasi deteksi objek hasil prediksi model	67
5.5.2 Plot log proses latih dan validasi	68
5.5.3 Plot kurva PR (Precision-Recall)	69
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	71
6.1 Pengujian Hyperparameter	71
6.1.1 Hasil pengujian hyperparameter	73
6.2 Pengujian Set Data	75
6.2.1 Hasil pengujian set data	79
6.2.2 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya	83
6.3 Variasi pengujian backbone DETR	84
6.3.1 Hasil deteksi pada pengujian model arsitektur DETR	85
6.3.1.1 Pengaruh kompleksitas arsitektur backbone DETR terhadap AP ..	87
6.3.1.2 Pengaruh faktor dilation pada backbone DETR terhadap AP	89
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	93
7.1 Kesimpulan	93
7.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95