



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III DASAR TEORI	12
3.1 Citra digital.....	12
3.2 Pre-processing	13
3.3 Segmentasi	13
3.3.1 Perkembangan dan Cara Kerja Mask R-CNN	14
3.3.2 Regional Proposal Network (RPN).....	15
3.3.3 ROI Align Module	15
3.3.4 Perhitungan Galat (Loss) Mask R-CNN	15
3.4 Convolutional Neural Network (CNN).....	16
3.4.1 Cara Kerja CNN.....	17
3.4.2 Convolution Layer	18
3.4.3 Pooling Layer.....	18
3.4.4 Fully Connected Layer.....	19



3.4.5 Batch Normalization	19
3.4.6 Rectified Linear Unit (ReLU)	19
3.4.7 Dropout	20
3.5 Model Regresi	20
3.5.1 Regresi Linier	21
3.5.2 Support Vector Regression (SVR)	21
3.5.3 Decision Tree Regression (DTR)	22
3.5.4 Evaluasi Model Regresi	23
BAB IV METODE PENELITIAN	24
4.1 Bahan dan Peralatan	24
4.2 Prosedur dan Pengumpulan Data	25
4.3 Perancangan Sistem	26
4.3.1 Prapengolahan	28
4.3.2 Analisis Pemilihan Metode Segmentasi	29
4.3.3 Perancangan Model Segmentasi Mask R-CNN	30
4.3.3 Proses Pelatihan Model Segmentasi Mask R-CNN	32
4.3.4 Evaluasi Hasil Model Segmentasi	33
4.3.5 Analisis Pemilihan Metode Estimasi Berat	34
4.3.6 Perancangan Convolution Neural Network (CNN)	35
4.3.7 Perancangan Model Regresi dan Perhitungan Estimasi Berat	38
4.3.8 Proses Pelatihan Algoritma CNN Regresi	41
4.3.9 Evaluasi Hasil Perhitungan Estimasi Berat	42
4.4 Pengujian Sistem	44
4.5 Implementasi Keseluruhan Sistem	45
BAB V IMPLEMENTASI	47
5.1 Perangkat Keras	47
5.2 Prapengolahan Citra	47
5.3 Segmentasi Objek Sapi	48
5.3.1 Persiapan Data Segmentasi	48
5.3.2 Pelatihan Data	52
5.3.3 Pengujian Model Mask R-CNN	53
5.3.4 Penggunaan Model Hasil Pelatihan untuk Segmentasi	54
5.4 Estimasi Berat	56
5.4.1 Persiapan Data	56
5.4.2 Pelatihan Data Citra dan Berat Sapi	60
5.4.3 Pengujian Model CNN-Regresi	63



BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	65
6.1 Prapengolahan	65
6.2 Segmentasi	65
6.2.1 Persiapan Data.....	66
6.2.2 Pelatihan Data	66
6.2.3 Pengujian Model Sistem	69
6.2.4 Penggunaan Model Hasil Pelatihan untuk Segmentasi.....	71
6.3 Hasil Estimasi Berat	76
6.3.1 Persiapan Data.....	76
6.3.2 Pelatihan Data	77
6.3.3 Pengujian Model Estimasi Berat Sapi.....	79
6.2.4 Penggunaan Model Hasil Pelatihan untuk Estimasi Berat.....	83
6.2.5 Analisis Model Estimator Berat Perancangan Mandiri.....	89
6.4 Perbandingan Hasil Estimasi Berat Tanpa dan Dengan Augmentasi.....	91
6.5 Perbandingan Hasil Estimasi Berat Dengan Penelitian Sebelumnya.....	93
BAB VII PENUTUP	94
7.1 Kesimpulan.....	94
7.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Model algoritma <i>Mask R-CNN</i> (He <i>et al.</i> , 2020).....	15
Gambar 3.2 Ilustrasi arsitektur model CNN (Katole <i>et al.</i> , 2015).....	17
Gambar 3.3 Implementasi <i>dropout</i> pada lapisan jaringan syaraf.....	20
Gambar 3.4 Ilustrasi model <i>support vector regression</i> (Amanda, 2014).....	22
Gambar 3.5 Ilustrasi contoh proses pengambilan keputusan sederhana dari model DTR (Pathak, Mishra and Swetapadma, 2018)	23
Gambar 4.1 Ilustrasi prosedur pengambilan citra sapi.....	25
Gambar 4.2 Ilustrasi pembagian data.....	26
Gambar 4.3 Diagram alir tahapan secara umum.....	27
Gambar 4.4 Diagram alir tahap prapengolahan	28
Gambar 4.5 Ilustrasi konvolusi dengan kernel <i>image sharpening</i>	29
Gambar 4.6 Model arsitektur <i>Mask R-CNN</i>	31
Gambar 4.7 Diagram alir proses (a) pelatihan dan (b) pengujian segmentasi	32
Gambar 4.8 Rumus dan ilustrasi perhitungan IoU (Rosebrock, 2018).....	34
Gambar 4.9 Model arsitektur ResNet152V2.....	36
Gambar 4.10 Model arsitektur Xception.....	37
Gambar 4.11 Model arsitektur InceptionResNetV2.....	37
Gambar 4.12 <i>Summary</i> model arsitektur MobileNetV2	38
Gambar 4.13 Ilustrasi variasi model regresi.....	39
Gambar 4.14 Ilustrasi model regresi	39
Gambar 4.15 Diagram alir (a) proses pelatihan (b) proses pengujian estimasi berat sapi CNN Regresi	42
Gambar 4.16 Diagram alir implementasi keseluruhan sistem	46
Gambar 5.1 Perangkat keras pengambilan data	47
Gambar 5.2 Implementasi prapengolahan.....	48
Gambar 5.3 Proses anotasi data dengan perangkat lunak VIA	49
Gambar 5.4 Implementasi persiapan data segmentasi (lanjutan).....	51
Gambar 5.5 Implementasi pelatihan data (lanjutan)	53
Gambar 5.6 Implementasi pengujian model <i>Mask R-CNN</i>	54



Gambar 5.7 Implementasi penggunaan model untuk segmentasi.....	55
Gambar 5.8 Implementasi augmentasi data <i>mirror</i>	56
Gambar 5.9 Implementasi augmentasi data rotasi	57
Gambar 5.10 Implementasi membaca dan transformasi citra (lanjutan)	59
Gambar 5.11 Implementasi pembagian data.....	59
Gambar 5.12 Implementasi model arsitektur CNN.....	61
Gambar 5.13 Implementasi proses pelatihan algoritma CNN Regresi.....	62
Gambar 5.14 Implementasi pelatihan metode regresi.....	63
Gambar 5.15 Implementasi evaluasi pengujian model CNN Regresi	64
Gambar 6.1 Cuplikan data citra sapi (a) sebelum ditajamkan (b) setelah ditajamkan.....	65
Gambar 6.2 Cuplikan <i>JSON file</i> berisi anotasi data.....	66
Gambar 6.3 Grafik hasil pelatihan (a) nilai galat (L_{total}) terhadap <i>epoch</i> (b) nilai galat <i>bounding box</i> (L_{box}) terhadap <i>epoch</i> (c) nilai galat label kelas (L_{cls}) terhadap <i>epoch</i> dan (d) nilai galat <i>mask</i> (L_{mask}) terhadap <i>epoch</i>	67
Gambar 6.4 Grafik nilai rata-rata IoU data uji terhadap <i>epoch</i>	69
Gambar 6.5 Hasil segmentasi terbaik IoU 0,91 (a) evaluasi hasil segmentasi dan label anotasi (b) hasil segmentasi objek sapi	74
Gambar 6.6 Hasil segmentasi terbaik IoU 0,91 (a) evaluasi hasil segmentasi dan label anotasi (b) hasil segmentasi objek sapi	74
Gambar 6.7 Hasil segmentasi kurang baik IoU 0,76 (a) evaluasi hasil segmentasi dan label anotasi (b) hasil segmentasi objek sapi	75
Gambar 6.8 Hasil segmentasi kurang baik IoU 0,78 (a) evaluasi hasil segmentasi dan label anotasi (b) hasil segmentasi objek sapi	75
Gambar 6.9 Persiapan data (a) hasil segmentasi objek sapi.....	77
Gambar 6.10 Grafik hasil pelatihan (a) nilai galat atau MSE terhadap <i>epoch</i> (b) nilai MSE terhadap <i>epoch</i> dan (c) nilai MAE terhadap <i>epoch</i>	78
Gambar 6.11 Grafik perbandingan hasil estimasi dan data aktual model (a) MobileNetV2 (b) ResNetV2 (c) Xception dan (d) InceptionResNetV2. 80	
Gambar 6.12 Grafik perbandingan hasil estimasi dan data aktual metode regresi (a) SVR dan (b) DTR.....	81



Gambar 6.13 Hasil estimasi berat sapi terbaik (nilai error estimasi rendah)	88
Gambar 6.14 Hasil estimasi berat sapi kurang baik (nilai error estimasi tinggi)..	88
Gambar 6.15 Diagram alir struktur lapisan (a) MLP dan (b) CNN sederhana	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi penelitian	8
Tabel 4.1 Kebutuhan sistem.....	24
Tabel 4.2 Spesifikasi perangkat keras <i>Kaggle Notebook</i> atau <i>Google Notebook</i> .	25
Tabel 4.3 Parameter pengambilan data	25
Tabel 4.4 Spesifikasi ukuran citra setiap arsitektur	40
Tabel 4.5 Target capaian pengujian pada sistem	45
Tabel 5.1 Spesifikasi ukuran citra setiap arsitektur	60
Tabel 6.1 Data pengukuran galat proses pelatihan.....	68
Tabel 6.2 Pengaruh parameter <i>backbone</i> dan <i>learning rate</i> terhadap nilai IoU ...	70
Tabel 6.3 Data hasil nilai IoU data uji	71
Tabel 6.4 Data pengaruh arsitektur CNN terhadap metrik evaluasi	79
Tabel 6.5 Data pengaruh jenis metode regresi terhadap metrik evaluasi.....	81
Tabel 6.6 Data pengaruh jenis metode regresi terhadap metrik evaluasi menggunakan model arsitektur InceptionResNetV2	82
Tabel 6.7 Data pengaruh jenis metode regresi terhadap metrik evaluasi menggunakan model arsitektur ResNet152V2.....	82
Tabel 6.8 Data pengaruh jenis metode regresi terhadap metrik evaluasi menggunakan model arsitektur MobileNetV2	82
Tabel 6.9 Data hasil estimasi berat sapi pada data uji.....	83
Tabel 6.10 Hasil pengujian variasi metode MLP dan CNN sederhana.....	91
Tabel 6.11 Perbandingan hasil metrik evaluasi pada perlakuan tanpa augmentasi dan dengan augmentasi	92
Tabel 6.12 Perbandingan galat estimasi dengan penelitian sebelumnya	93