

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	iii
BUKTI BEBAS PLAGIASI	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
CATATAN REVISI DOKUMEN.....	xv
ABSTRAK	xvii
RINGKASAN EKSEKUTIF	xix
BAB 1 PENGANTAR.....	1
BAB 2 DASAR TEORI PENDUKUNG	3
2.1 Citra di dalam Komputer.....	3
2.1.1 Matriks sebagai Representasi Citra	3
2.1.2 <i>Color Space</i>	4
2.1.3 <i>Pixels per Inch</i> (PPI)	6
2.2 Representasi Matematis Sistem Linier	7
2.2.1 Definisi Sistem Linier.....	7
2.2.2 Kombinasi Linier Vektor.....	9
2.2.3 Perkalian Dalam dan Perkalian Luar	10
2.2.4 Operasi <i>Transpose</i> Vektor dan Matriks.....	11
2.2.5 Persamaan Linier Matriks	12
2.2.6 Aturan Operasi Matriks	13
2.2.7 Solusi Persamaan Linier dengan Inversi Matriks.....	16
2.3 Limit Fungsi.....	18
2.3.1 Definisi Limit	18
2.3.2 Aturan dan Hukum Limit	19
2.4 Diferensiasi Fungsi.....	20
2.4.1 Aturan-Aturan dalam Diferensiasi Fungsi.....	20
2.4.2 Perkiraan Laju Perubahan Fungsi dengan Turunan	21
2.4.3 Matriks Jacobian (<i>Jacobian Matrix</i>)	23
2.4.4 Eksistensi Solusi Persamaan Diferensial	25
2.5 Sifat-sifat Fungsi.....	26
2.5.1 Fungsi Kontinu (<i>Continuity</i>)	26
2.5.2 Fungsi Monoton (<i>Monotonic</i>)	26
2.5.3 Fungsi Terbatas (<i>Bounded</i>).....	28



2.6	Jaringan Saraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	28
2.6.1	Model Neuron	28
2.6.2	Model Jaringan Saraf Tiruan.....	29
2.6.3	Fungsi Objektif pada Jaringan Saraf Tiruan	34
2.6.4	Fungsi Aktivasi pada Jaringan Saraf Tiruan	36
2.6.5	Propagasi Balik (<i>Backpropagation</i>) pada Jaringan Saraf Tiruan	37
2.6.6	Optimisasi Proses Belajar Jaringan Saraf Tiruan	45
2.7	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	47
2.7.1	Lapisan Konvolusi	47
2.7.2	Lapisan <i>Pooling</i>	51
2.7.3	Lapisan <i>Flatten</i>	52
2.7.4	Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	53
2.8	<i>Single-Board Computer</i> (SBC).....	54
2.9	Sistem Operasi Berbasis Linux	55
2.9.1	Arsitektur Linux.....	55
2.9.2	Pengguna (<i>User</i>) dalam Linux	57
2.9.3	Shell dan Terminal pada Linux.....	58
2.9.4	Sistem Berkas dan Direktori Linux	62
2.9.5	Pembuatan Skrip Shell (<i>Shell Scripting</i>).....	67
2.10	Bahasa Pemrograman Python	68
2.10.1	Tipe Data.....	68
2.10.2	Masukan-Keluaran (<i>Input-Output</i>)	72
2.10.3	<i>Style Guide</i>	74
2.10.4	Logika Pemrograman	76
2.10.5	Fungsi dan Metode	80
2.10.6	Pemrograman Berorientasi Objek (PBO).....	83
2.10.7	Mode Operasi Python.....	86
2.11	Desain Sistem Pembelajaran Mesin (PM).....	87
2.11.1	Alur Desain Sistem PM	87
2.11.2	Pengoperasian Sistem PM	91
2.11.3	Pelaksanaan Proyek PM: Manajemen Data	95
2.11.4	Pelaksanaan Proyek PM: Pengembangan Model	99
2.11.5	Pelaksanaan Proyek PM: Penyebaran (<i>Deployment</i>)	102
2.11.6	Pelaksanaan Proyek PM: Pengawasan dan Pemeliharaan	105
BAB 3	ANALISIS STUDI PUSTAKA KUNCI DAN PEMILIHAN METODE	112
3.1	EfficientDet.....	112
3.1.1	EfficientNet sebagai Jaringan Tulang Belakang	112
3.1.2	Bi-directional Feature Pyramid Network (BiFPN).....	115
3.1.3	Lapisan Prediksi (<i>Head</i>) untuk Kelas dan Kotak Batas.....	116



3.1.4	Komponen Pembentuk EfficientDet	117
3.1.5	<i>Compound Scaling</i> pada Arsitektur EfficientDet	124
3.2	MobileNet-SSDv2	125
3.2.1	MobileNetV2 sebagai Jaringan Tulang Belakang	126
3.2.2	Feature Pyramid Network (FPN)	127
3.2.3	Single-Shot Detector untuk Mendeteksi Objek	128
3.2.4	Arsitektur MobileNet-SSDv2.....	131
3.3	ThunderNet.....	132
3.3.1	SNet sebagai Jaringan Tulang Belakang	132
3.3.2	CEM, RPN, SAM, dan R-CNN Subnet untuk Deteksi Objek.....	133
3.3.3	Arsitektur ThunderNet.....	135
3.4	Pemilihan Metode	135
3.4.1	Pemilihan Perangkat Lunak	135
3.4.2	Pemilihan Perangkat Keras.....	141
BAB 4	DETAIL IMPLEMENTASI.....	144
4.1	Luaran <i>Capstone Project</i> beserta Spesifikasinya	144
4.1.1	Luaran <i>Capstone Project</i>	144
4.1.2	Spesifikasi Luaran	144
4.2	Batasan Masalah	148
4.2.1	Kondisi Lingkungan.....	148
4.2.2	Batasan Perangkat Keras.....	149
4.2.3	Batasan Perangkat Lunak.....	151
4.3	Detail Rancangan	158
4.3.1	Infrastruktur Sistem	158
4.3.2	Proses Manajemen Data.....	159
4.3.3	Proses Pengembangan Model.....	162
4.3.4	Proses <i>Deployment</i>	170
4.3.5	Konfigurasi dan Kasus Deteksi.....	184
BAB 5	PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	187
5.1	Pengujian dan Pembahasan	187
5.1.1	Pengujian Kecepatan Konveyor	187
5.1.2	Pengujian Kinerja Deteksi Perangkat Keras	189
5.1.3	Pengujian Metode Tradisional dan <i>Deep Learning</i>	191
5.1.4	Pengujian Konsumsi Energi Perangkat.....	193
5.1.5	Pengujian Waktu Tunda dan Nilai FPS	197
5.1.6	Pengujian Kinerja Deteksi: Konfigurasi Model.....	200
5.1.7	Pengujian Kinerja Deteksi: Konfigurasi Kecepatan	207
5.1.8	Pengujian Kinerja Deteksi: Konfigurasi Resolusi	211
5.1.9	Pengujian Khusus: Objek Berwarna Sama dengan Konveyor	215



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Implementasi EfficientDet untuk Mendeteksi Objek Bergerak di Atas Konveyor Peraga
TARIQ FITRIA AZIZ, Enas Duhri Kusuma, S.T., M.Eng.; Ir. Sujoko Sumaryono, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

5.1.10	Rangkuman Hasil Pengujian.....	220
5.2	<i>Improvement</i>	221
BAB 6	ANALISIS MENGENAI PENGARUH SOLUSI <i>ENGINEERING DESIGN</i>	223
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	225
7.1	Kesimpulan.....	225
7.2	Saran	226
REFERENSI	227