

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Proyek Akhir	3
1.4. Batasan Proyek Akhir	4
1.5. Manfaat Proyek Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Lingkup Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. Identifikasi Kualitas Jeruk	9
2.2.2. ESP32CAM	10
2.2.3. Arduino Mega R3	10
2.2.5. ESP32 Dev	12
2.2.6. USB Serial TTL Programmer PL2303	12
2.2.7. Sensor Lidar VL53L0X	13
2.2.8. Sensor Load Cell 1 KG dan Driver HX711	13
2.2.9. Buck Converter XL4015 Step Down	14
2.2.10. Kecerdasan Buatan	15
2.2.11. <i>Convolution Neural Network (CNN)</i>	16
2.3. Hipotesis	20
BAB III METODE PROYEK AKHIR	21
3.1. Bahan	21
3.2. Peralatan	21

3.3.	Tahapan Proyek Akhir	21
3.4.	Rancangan Alat dan Analisis Data	22
3.4.1.	Diagram Kerja Umum	22
3.4.2.	Rancangan Mekanik	23
3.4.3.	Rancangan Elektronik	25
A.	Flowchart Kendali	25
B.	Flowchart Pengaturan Mesin	28
C.	Diagram Blok Kendali	30
D.	Diagram Komponen Kendali	31
E.	Diagram Blok ESP32 CAM	32
F.	Diagram Daya	33
G.	Rangkaian Skematik Kendali	33
H.	Rangkaian Skematik ESP32CAM	35
3.4.4.	Augmentasi Data	36
3.4.5.	<i>Preprocessing</i> Data	37
A.	Proses Ratio Pixel per Milimeter	37
2.	Deteksi Tepi	38
3.	Menemukan Kontur Terbesar	38
4.	Pembacaan nilai tepi objek	38
5.	Menemukan Jarak Pixel	39
6.	Menghitung ukuran diameter dan tinggi objek	39
B.	<i>Preprocessing</i> Data Gambar	39
C.	<i>Preprocessing</i> Data Numerik	41
3.4.6.	Rancangan Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	42
A.	Input Layer	42
B.	Convolution Layer	43
C.	Maxpool Layer	43
D.	Hidden Layer	44
E.	Output Layer	45
3.4.7.	Rancangan Arsitektur Training Neural Network	45
3.4.8.	Propagasi Maju	46
3.5.	Rancangan Arsitektur Jaringan Komunikasi Data	49
3.6.	Rancangan Aplikasi Graphical User Interface (GUI)	50
3.6.1.	Rancangan GUI Utama (Main)	50
3.6.2.	Rancangan GUI Ambil Data Training	51
3.6.3.	Rancangan GUI Pengaturan Jaringan	51

3.6.4.	Rancangan GUI Pengaturan Mesin.....	52
3.6.5.	Rancangan GUI Analisis Warna dan Cahaya	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1.	Hasil Prototipe Sistem Pemilah Kualitas Buah Jeruk.....	54
4.1.1.	Kotak <i>Prototype</i>	54
A.	Ruang Pembacaan.....	54
B.	Ruang Kendali	55
4.1.2.	Rangkaian PCB Mesin	56
4.1.3.	Rangkaian Catu Daya.....	58
4.1.4.	Analisis Kecerahan Lampu Penerangan.....	59
A.	PWM Arduino Nano.....	60
B.	Modul Driver LED HPL Mosfet F5305S	60
C.	Analisis Frekuensi dan PWM Library TimerOne.h.....	61
4.1.5.	Pengujian Koneksi Jaringan Antar Komponen	62
A.	Pengaturan ESP32 Dev Sebagai Akses Poin	62
B.	Menghubungkan Akses Poin dengan Komputer	63
C.	Pengujian Koneksi ESP32CAM	63
D.	Pengujian Koneksi dengan ESP01.....	66
E.	Komunikasi Data antar ESP01 dan Arduino Mega R3	68
4.1.6.	Proses Pengambilan Data dari Mesin Menuju GUI	70
A.	Pengambilan Data Melalui GUI Utama (Capture)	70
B.	Pengambilan Data Melalui GUI Ambil Data Training.....	71
C.	Proses Pengambilan Data Pada Mesin.....	71
4.1.7.	Proses Pengiriman Data dari GUI ke Mesin	73
A.	Proses Pada GUI Pengaturan Mesin	73
B.	Proses Pada ESP01	74
C.	Proses Pada Arduino Mega R3	74
4.1.8.	Mekanisme Prediksi Otomatis	75
4.2.	Kalibrasi Data	75
4.2.1.	Sensor Berat Load Cell	75
A.	Mesin Timbangan Kalibrasi	75
B.	Sertifikat Mesin Timbangan Kalibrasi.....	76
C.	Kalibrator Anak Timbangan	78
D.	Sertifikat Anak Kalibrator Timbangan	78
E.	Thermometer Pengukur Suhu Ruangan Kalibrasi	79
4.2.2.	Jangka Sorong	83

A.	Acuan Perbandingan	83
B.	Alat yang Akan Dikalibrasi	84
C.	Benda Ukur Kalibrasi	84
D.	Hasil Data Kalibrasi	84
4.2.3.	Ratio Pixel per Milimeter	87
4.2.4.	Analisis Pengujian Posisi Kamera	88
4.2.5.	Analisis Kalibrasi Warna dan Pencahayaan	89
A.	Pengambilan Data Gambar Bola Warna RGB	89
B.	Analisis Histogram HSV	92
C.	Analisis Chromaticity	93
D.	Analisis Root Mean Square Error (RMSE)	94
4.3.	Analisis Keterkaitan Durasi dan Akurasi Data Sensor	98
4.3.1.	Analisis Durasi Lidar (Jarak) untuk Memperoleh Diameter dan Tinggi	98
4.3.2.	Analisis Durasi Loadcell (Berat)	99
4.3.3.	Analisis Durasi ESP32Cam (Gambar)	100
4.4.	Analisis <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	101
4.4.1.	Pengumpulan Data Penelitian	101
4.4.2.	Augmentasi Data	103
4.4.3.	<i>Preprocessing</i> Data	103
A.	Penghapusan Latar Belakang (Background)	104
B.	<i>Crop</i> Gambar	104
4.4.4.	Membangun Sistem	106
4.4.5.	Analisis Percobaan Kinerja Sistem	106
A.	Percobaan Sistem 1	107
B.	Percobaan Sistem 2	108
C.	Percobaan Sistem 3	110
D.	Percobaan Sistem 4	112
4.4.6.	Menghitung Kinerja Sistem	114
BAB V	PENUTUP	120
5.1.	Kesimpulan	120
5.2.	Saran	120
DAFTAR PUSTAKA		122