

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Sistem Penyortiran.....	II-1
Gambar 2. 2 Ilustrasi Penerapan Machine Vision di Industri.....	II-1
Gambar 2. 3 <i>Vision Camera</i>	II-2
Gambar 2. 4 Cara Kerja Kamera Visi.....	II-3
Gambar 2. 5 Contoh <i>Image Processing</i>	II-4
Gambar 2. 6 Ilustrasi <i>Machine Learning</i>	II-5
Gambar 2. 7 Arsitektur Algoritma <i>Supervised Learning</i>	II-6
Gambar 2. 8 Arsitektur Algoritma <i>Unsupervised Learning</i>	II-6
Gambar 2. 9 Arsitektur Algoritma <i>Semi-supervised Learning</i>	II-7
Gambar 2. 10 Arsitektur Algoritma <i>Reinforcement Learning</i>	II-7
Gambar 2. 11 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	II-9
Gambar 2. 12 Arsitektur <i>Transfer Learning</i>	II-9
Gambar 2. 13 <i>Software Teachable Machine</i>	II-11
Gambar 2. 14 Raspberry Pi 3.....	II-14
Gambar 2. 15 PLC Tipe Compact.....	II-14
Gambar 2. 16 Komponen Utama PLC.....	II-15
Gambar 2. 17 PLC Compact dan Modular.....	II-16
Gambar 2. 18 Arduino Nano.....	II-17
Gambar 2. 19 HMI (<i>Human Machine Interface</i>)	II-18
Gambar 2. 20 <i>Conveyor Belt</i>	II-18
Gambar 2. 21 <i>Linear Actuator</i>	II-19
Gambar 2. 22 Motor DC.....	II-19
Gambar 2. 23 Bagian-Bagian Motor Servo SG90.....	II-20
Gambar 2. 24 <i>Webcam</i>	II-21
Gambar 2. 25 <i>Photoelectric Sensor</i> tipe reflektif.....	II-22
Gambar 2. 26 Jenis-Jenis <i>Photoelectric Sensor</i>	II-23
Gambar 2. 27 Penelitian Aplikasi <i>Computer Vision</i> Pada Lengan Robot Pemindah Benda Berdasarkan Objek Benda.....	II-24
Gambar 2. 28 Penelitian Pengendalian Robot Lengan Pemilah Benda Berdasarkan Bentuk Menggunakan Teknologi <i>Computer Vision</i>	II-25
Gambar 2. 29 Penelitian Prototipe Pemilah Benda Berdasarkan Bentuk Dan Warna Menggunakan <i>Conveyor</i>	II-26
Gambar 2. 30 Penelitian Deteksi Benda Berdasarkan Bentuk dan Dimensi pada Mesin Pemisah Barang.....	II-27
Gambar 2. 31 Penelitian <i>Design and Sorting of An Object Identification on Machine Vision by Using Line Scan Camera</i>	II-28
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Tahap Pembuatan Sistem.....	III-2
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Pengujian PLC.....	III-4
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Pengujian Raspberry Pi.....	III-5
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Pengujian Unit Arduino Nano.....	III-5
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Pengujian Unit HMI.....	III-6

Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Pengujian Unit <i>Webcam</i>	III-6
Gambar 3. 8 <i>Flowchat</i> Pengujian Unit Motor DC.....	III-7
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> Pengujian Unit Motor Servo.....	III-7
Gambar 3. 10 <i>Flowchart</i> Pengujian Unit <i>Photoelectric Sensor</i>	III-8
Gambar 3. 11 Tahapan Perakitan Sistem.....	III-8
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Pengujian Sistem.....	III-9
Gambar 4. 1 Bentuk Model Benda Uji pada Sistem Penyortir.....	IV-2
Gambar 4. 2 (a), (b), dan (c) <i>Flowchart</i> Sistem Kerja.....	IV-4
Gambar 4. 3 Arsitektur Sistem.....	IV-7
Gambar 4. 4 Algoritma Sistem Penyortir Benda berdasarkan Bentuk....	IV-9
Gambar 4. 5 <i>Flowchart</i> Formulasi Pemilihan Komponen.....	IV-14
Gambar 4. 6 Desain Sistem.....	IV-18
Gambar 4. 7 Desain Panel Kontrol Tampak Luar.....	IV-19
Gambar 4. 8 Desain Panel Kontrol Tampak Dalam.....	IV-20
Gambar 4. 9 Rancangan Sistem Pendeteksian Benda.....	IV-21
Gambar 4. 10 Pembuatan Kelas Klasifikasi.....	IV-22
Gambar 4. 11 Training Data Model <i>Machine Learning</i>	IV-23
Gambar 4. 12 Progam Inisiasi <i>Package</i>	IV-23
Gambar 4. 13 Program untuk Memasukkan Model <i>Machine Learning</i> ...	IV-24
Gambar 4. 14 Program untuk Membuat Fungsi Klasifikasi Gambar.....	IV-24
Gambar 4. 15 Program untuk Mengambil Gambar dari <i>Webcam</i>	IV-24
Gambar 4. 16 Program untuk Melakukan <i>Realtime Classification</i>	IV-25
Gambar 4. 17 Layout HMI; (a) Tampilan <i>Splash</i> dan (b) Tampilan <i>Main Menu</i>	IV-27
Gambar 4. 18 Layout HMI; (a) Tampilan <i>Sorting Interface</i> , (b) Tampilan <i>Sorting I/O Table</i> , dan (c) Tampilan <i>Process Flow</i> <i>Diagram (PFD)</i>	IV-28
Gambar 4. 19 Layout HMI; (a) Tampilan <i>Pop Up Menu</i> , (b) Tampilan <i>Pop Up Counter Data</i> , dan (c) Tampilan <i>System Failure</i> ..	IV-29
Gambar 4. 20 Komunikasi Modbus TCP/IP pada Sistem Penyortiran....	IV-31
Gambar 4. 21 Topologi Jaringan Komunikasi Ethernet.....	IV-32
Gambar 4. 22 <i>Setting IP Address</i> PLC.....	IV-32
Gambar 4. 23 <i>Setting IP Address</i> Raspberry Pi.....	IV-33
Gambar 4. 24 <i>Setting IP Address</i> HMI.....	IV-33
Gambar 4. 25 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Terminal <i>Input</i> PLC.....	IV-34
Gambar 4. 26 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Terminal <i>Input</i> PLC.....	IV-35
Gambar 4. 27 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Komunikasi Modbus Raspberry Pi dengan PLC.....	IV-37
Gambar 4. 28 <i>Wiring Diagram</i> Pegujian Unit Arduino Nano.....	IV-38
Gambar 4. 29 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Komunikasi Modbus HMI dengan PLC.....	IV-40
Gambar 4. 30 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Unit <i>Webcam</i>	IV-42
Gambar 4. 31 Hasil Tangkapan Citra dari <i>Webcam</i>	IV-43
Gambar 4. 32 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Unit Motor DC.....	IV-44
Gambar 4. 33 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Unit Motor Servo.....	IV-46
Gambar 4. 34 <i>Wiring Diagram</i> Pengujian Unit <i>Photoelectric sensor</i>	IV-47

Gambar 4. 35 Hasil Perakitan Komponen Kontrol pada Box Panel.....	IV-50
Gambar 4. 36 Hasil Wiring Komponen Kontrol pada Box Panel.....	IV-50
Gambar 4. 37 Hasil Perakitan Sistem pada Papan Triplek.....	IV-51
Gambar 4. 38 Hasil Wiring Sensor dan Aktuator Sistem Penyortir Benda.....	IV-52
Gambar 4. 39 Ilustrasi Posisi <i>Webcam</i> Pada Pengujian.....	IV-53
Gambar 4. 40 Pengujian Intensitas Pencahayaan.....	IV-54
Gambar 4. 41 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda Kubus berdasarkan Intensitas Pencahayaan.....	IV-54
Gambar 4. 42 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda Tabung berdasarkan Intensitas Pencahayaan.....	IV-55
Gambar 4. 43 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda Prisma Trapesium berdasarkan Intensitas Pencahayaan...	IV-55
Gambar 4. 44 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda Tabung Oval berdasarkan Intensitas Pencahayaan.....	IV-56
Gambar 4. 45 Grafik Rata-Rata Waktu Deteksi Bentuk Benda Kubus pada Proses Pendeteksian Bentuk Benda.....	IV-57
Gambar 4. 46 Rata-Rata Waktu Deteksi Bentuk Benda Tabung pada Proses Pendeteksian Bentuk Benda.....	IV-57
Gambar 4. 47 Grafik Rata-Rata Waktu Deteksi Bentuk Benda Prisma Trapesium pada Proses Pendeteksian Bentuk Benda.....	IV-58
Gambar 4. 48 Grafik Rata-Rata Waktu Deteksi Bentuk Benda Tabung Oval pada Proses Pendeteksian Bentuk Benda.....	IV-58
Gambar 4. 49 Hasil Deteksi Bentuk Benda pada Intensitas Pencahayaan; (a) 5 Lux, (b) 50 Lux, (c) 80 Lux, (d) 150 Lux, dan (e) 200 Lux.....	IV-59
Gambar 4. 50 Posisi Kemiringan <i>Webcam</i> ; (a) tegak lurus dan (b) 45 derajat.....	IV-59
Gambar 4. 51 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda ketika Posisi <i>Webcam</i> Tegak Lurus terhadap Benda.....	IV-60
Gambar 4. 52 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda ketika Posisi <i>Webcam</i> 45 Derajat terhadap Benda.....	IV-60
Gambar 4. 53 Grafik Lama Waktu Pendeteksian Bentuk Benda ketika Posisi <i>Webcam</i> Tegak Lurus terhadap Benda.....	IV-61
Gambar 4. 54 Grafik Lama Waktu Pendeteksian Bentuk Benda ketika Posisi <i>Webcam</i> 45 Derajat terhadap Benda.....	IV-61
Gambar 4. 55 Hasil Pendeteksian Bentuk pada Posisi <i>Webcam</i> Tegak Lurus terhadap Benda; (a) Tabung, (b) Kubus, (c) Prisma Trapesium, dan (d) Tabung Oval.....	IV-62
Gambar 4. 56 Hasil Pendeteksian Bentuk pada Posisi <i>Webcam</i> 45° terhadap Benda; (a) Tabung, (b) Kubus, (c) Prisma Trapesium, dan (d) Tabung Oval.....	IV-62
Gambar 4. 57 Nilai <i>Confidence Score</i> pada Proses Pendeteksian Bentuk Benda.....	IV-64
Gambar 4. 58 Hasil Pendeteksian Bentuk Benda berdasarkan Kecepatan Konveyor.....	IV-65

Gambar 4. 59 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda berdasarkan Intensitas Pencahayaan.....	IV-68
Gambar 4. 60 Grafik Rata-Rata Waktu Deteksi Bentuk Benda pada Proses Pendeteksian Bentuk Benda.....	IV-69
Gambar 4. 61 Rata-Rata Total Waktu Deteksi Sistem pendeteksian pada Perubahan Intensitas Cahaya.....	IV-70
Gambar 4. 62 Grafik Tingkat Akurasi Pendeteksian Bentuk Benda terhadap Posisi <i>Webcam</i>	IV-71
Gambar 4. 63 Grafik Lama Waktu Pendeteksian Bentuk Benda berdasarkan Posisi <i>Webcam</i>	IV-72
Gambar 4. 64 Nilai <i>Confidence Score</i>	IV-73