

PROTOTYPE SISTEM SORTASI OBJEK OTOMATIS PADA ROLLER BELT CONVEYOR BERBASIS INTERNET OF THINGS

1st Fadhillah
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

fadhill@student.telkomuniversity.ac.id

Dhoni Putra Setiawan
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

setiawandhoni@telkomuniversity.ac.id

Yudiansyah
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

yudiansyah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Indonesia merupakan produsen pisang terbesar ketiga di dunia, namun volume eksportnya masih sangat rendah karena belum optimalnya proses sortasi sesuai standar mutu ekspor. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini merancang sistem sortasi otomatis berbasis computer vision yang mampu mengklasifikasi kondisi fisik pisang secara real-time sebagai upaya peningkatan efisiensi sortasi pascapanen. Model klasifikasi dikembangkan menggunakan platform Teachable Machine dengan total 3.000 citra pisang yang terbagi merata antara kategori segar dan busuk. Model dilatih menggunakan arsitektur CNN selama 50 epoch dan diimplementasikan dalam format TensorFlow.js. Hasil klasifikasi dikirim ke mikrokontroler ESP8266 untuk mengontrol aktuator berupa servo motor, serta ditampilkan pada Blynk Dashboard melalui koneksi Wi-Fi untuk keperluan monitoring. Sistem diuji menggunakan 20 sampel fisik pisang dan menghasilkan akurasi klasifikasi sebesar 90%, dengan waktu respon rata-rata antara 3 hingga 5 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses sortasi secara otomatis dan real-time. Prototipe ini dinilai berhasil mencapai tujuan penelitian sebagai solusi inovatif untuk otomasi sortasi produk hortikultura, khususnya pisang.

Kata kunci— sortasi pisang, computer vision, ESP8266, teachable machine, otomasi, blynk

I. PENDAHULUAN

Industri pertanian saat ini berkembang pesat dengan memanfaatkan teknologi otomasi untuk meningkatkan efisiensi, termasuk dalam proses sortasi. Namun, di banyak sektor, sortasi masih dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan berbagai kendala seperti ketergantungan pada tenaga kerja, potensi kesalahan, serta biaya operasional yang tinggi. Menurut FAO, sekitar 30% hasil panen dunia terbuang karena proses pascapanen yang tidak efisien, termasuk pada tahap sortasi.

Indonesia sebagai produsen pisang terbesar ketiga di dunia, memiliki potensi besar untuk ekspor. Namun, data menunjukkan bahwa volume ekspor pisang Indonesia pada tahun 2023 hanya mencapai 0,27% dari total produksi nasional. Hal ini disebabkan oleh ketidakefisienan dalam proses sortasi yang belum memenuhi standar mutu ekspor, terutama dalam aspek fisik buah seperti ukuran, tekstur, dan kualitas kulit.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe sistem sortasi buah pisang otomatis

menggunakan teachable machine dan mikrokontroler ESP8266. Sistem ini menggunakan kamera untuk menangkap gambar pisang secara real-time, mengklasifikasikannya sebagai segar atau busuk, dan mengirimkan hasilnya ke ESP8266. Informasi klasifikasi akan digunakan untuk mengontrol servo motor yang mengarahkan buah ke tempat yang sesuai dan juga ditampilkan pada dashboard Blynk untuk monitoring. Diharapkan sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam proses sortasi pisang serta mendukung peningkatan daya saing produk hortikultura Indonesia di pasar global.

II. KAJIAN TEORI

Menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian. Poin subjudul ditulis dalam abjad.

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang mengacu pada ekosistem perangkat fisik yang terhubung ke internet, memungkinkan komunikasi dan pertukaran data tanpa intervensi langsung dari pengguna[6]. Implementasi IoT telah banyak diterapkan di berbagai bidang, termasuk smart home, dimana sistem pencahayaan dan keamanan dapat dikendalikan melalui perangkat seluler, smart agriculture yang memanfaatkan sensor kelembaban tanah untuk mengotomatiskan irigasi, smart city dengan sistem pencahayaan jalan adaptif, serta smart health, seperti perangkat wearable yang mampu memantau parameter kesehatan pengguna secara real-time. Dengan demikian, sebuah perangkat baru dapat dikategorikan sebagai IoT apabila memiliki integrasi antara sensor, aktuator, konektivitas internet, serta kemampuan pengolahan dan pengendalian data secara cerdas[4].

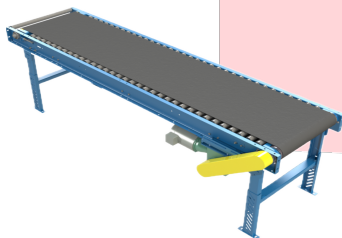
B. Sistem Sortasi

Sistem sortasi adalah suatu mekanisme yang digunakan untuk memilah dan mengklasifikasikan objek berdasarkan karakteristik tertentu, seperti bentuk, warna, ukuran, berat, atau komposisi bahan. Sistem ini banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk manufaktur, logistik, dan pertanian, untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam

proses produksi dan distribusi. Sistem ini terdiri dari berbagai komponen seperti konveyor, sensor atau kamera, dan pengalih yang bekerja secara terintegrasi untuk mengarahkan barang berdasarkan kriteria tertentu[7].

C. Roller Belt Conveyor

Roller belt conveyor adalah salah satu jenis sistem transportasi material yang digunakan dalam berbagai industri untuk memindahkan barang dari satu lokasi ke lokasi lain secara otomatis. Sistem ini terdiri dari serangkaian tabung (roller) yang disusun secara sejajar dan dilengkapi dengan sabuk (belt) yang bergerak mengikuti jalur yang ditentukan[9]. Roller belt conveyor sering digunakan dalam industri manufaktur, logistik, dan pergudangan karena mampu meningkatkan efisiensi proses produksi dan distribusi.



Gambar 1
(Roller belt conveyor)

D. Computer Vision

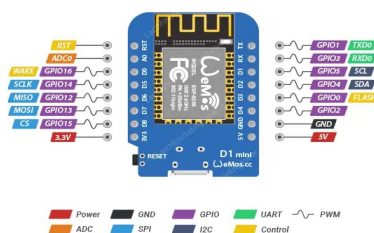
Computer vision adalah bidang dalam kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk mengekstrak, menganalisis, dan memahami informasi dari gambar atau video. Teknologi ini memungkinkan mesin untuk mengenali pola, mendeteksi objek, dan membuat keputusan berdasarkan data visual[10]. Computer vision menggabungkan berbagai bidang ilmu, seperti pengolahan citra digital, pembelajaran mesin, dan pengenalan pola.

E. Perangkat Keras

Perangkat keras adalah komponen fisik dari suatu sistem komputer atau sistem elektronik yang berfungsi untuk menjalankan tugas tertentu sesuai dengan perintah yang diberikan.

1. Node MCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler berbasis Wi-Fi dengan chip ESP8266 yang mendukung komunikasi nirkabel dan pemrosesan data tanpa modul tambahan. Modul ini mendukung Arduino IDE serta antarmuka GPIO, PWM, ADC, dan I2C, sehingga cocok untuk otomasi dan monitoring IoT. Dalam penelitian ini, NodeMCU berfungsi sebagai pengendali utama sistem sortasi, mengolah hasil klasifikasi citra.



Gambar 2

(NodeMCU ESP8266)

2. Servo

Servo motor digunakan sebagai aktuator pengarah objek berdasarkan hasil klasifikasi, dengan keunggulan presisi dan respon cepat melalui sinyal PWM. Motor DC berperan menggerakkan roller belt conveyor secara kontinu, dipilih karena efisiensinya dan kemudahan integrasi. Kamera/webcam digunakan sebagai sensor visual untuk menangkap citra objek secara real-time, yang kemudian diproses oleh sistem klasifikasi visual.



Gambar 3
(Servo)

3. DC Motor

Motor DC (Direct Current Motor) adalah motor listrik yang beroperasi menggunakan arus searah dan mampu menghasilkan torsi tinggi dengan pengendalian kecepatan yang sederhana. Komponen ini berperan sebagai penggerak utama sistem roller belt conveyor, yang menggerakkan belt secara kontinu. Efisiensi, reliabilitas, serta kemudahan integrasi dengan sistem mikrokontroler menjadi



pertimbangan utama dalam penggunaannya [1].

Gambar 4
(DC Motor)

4. Modul Kamera

Modul kamera atau webcam adalah perangkat keras yang digunakan untuk menangkap citra dalam bentuk gambar atau video secara real-time. Modul ini berfungsi sebagai sensor visual yang mengkonversi cahaya menjadi sinyal digital sehingga dapat diproses oleh sistem komputer atau mikrokontroler. Modul kamera digunakan untuk mengakuisisi citra objek yang akan diklasifikasikan oleh sistem [16].



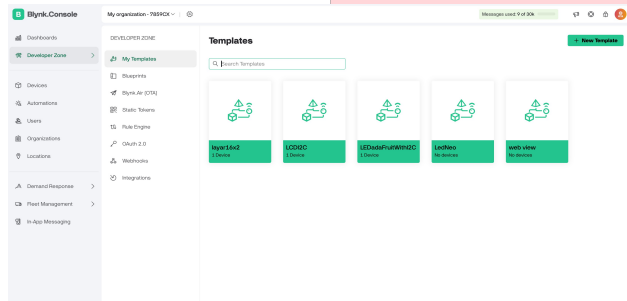
Gambar 5
(Modul Kamera)

F. Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah sekumpulan instruksi atau program yang digunakan untuk mengendalikan dan mengoperasikan perangkat keras komputer agar dapat menjalankan tugas tertentu. Perangkat lunak berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras, memungkinkan sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah beberapa perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini.

1. Blynk Web Server

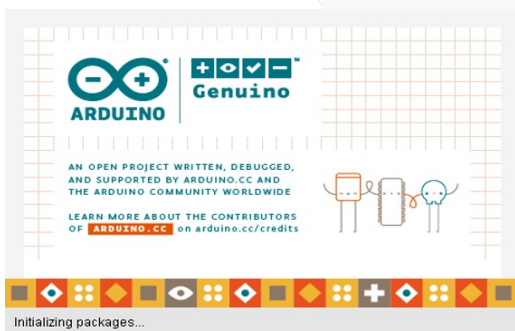
Blynk merupakan platform IoT berbasis web yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat secara real-time melalui internet. Dalam penelitian ini, Blynk digunakan untuk menampilkan hasil klasifikasi objek dan mengirim notifikasi sistem secara jarak jauh. Kemudahan integrasi, antarmuka intuitif, dan kompatibilitas luas menjadikannya solusi efektif dalam pengembangan sistem sortasi otomatis berbasis IoT.



Gambar 6
(Blynk Web Server)

2. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak pemrograman mikrokontroler, termasuk ESP8266, dengan antarmuka sederhana dan dukungan pustaka luas. Dalam penelitian ini, Arduino IDE digunakan untuk menulis, mengunggah, dan menguji kode yang mengatur koneksi jaringan, sensor, aktuator, serta integrasi dengan platform Blynk secara real-time.

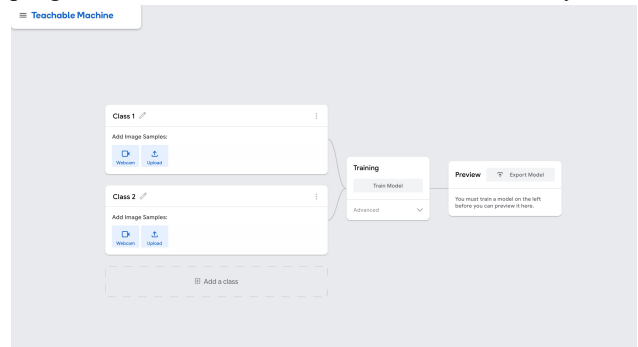


Gambar 7
(Arduino IDE)

3. Machine Learning

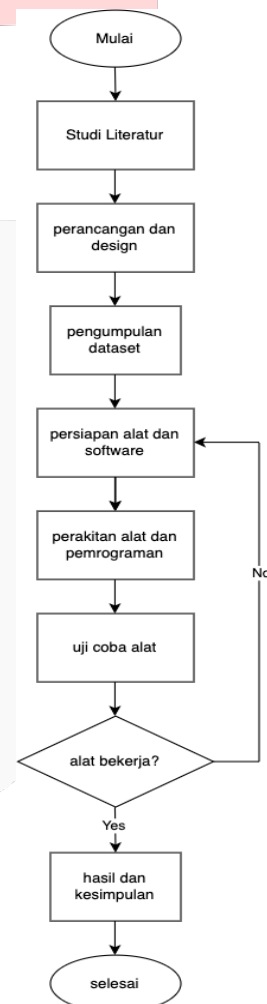
Teachable Machine adalah platform web dari Google untuk melatih model klasifikasi berbasis gambar tanpa perlu keahlian pemrograman. Dalam penelitian ini, platform ini digunakan untuk melatih model pengenalan objek yang akan

mengarahkan objek ke jalur sortir berdasarkan citra dari kamera. Output klasifikasi digunakan sebagai dasar pengendalian sistem sortasi otomatis berbasis conveyor belt.



Gambar 8
(Teachable Machine)

III. METODE

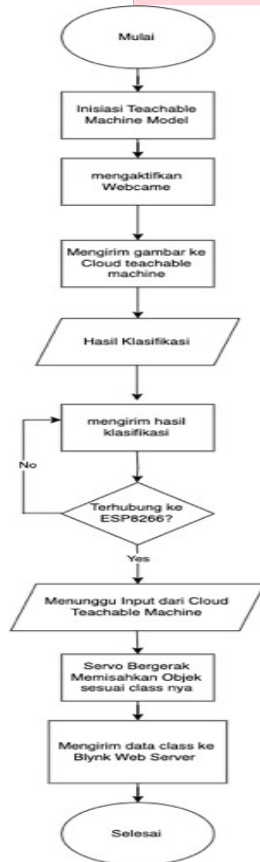


Gambar 9
(Diagram Alir Penelitian)

Tabel 1
(Jumlah data pelatihan)

Class	Jumlah Data Gambar	Keterangan
1	1500	Pisang segar
2	1500	Pisang busuk

Berdasarkan percobaan yang didapat, penulis membuat Sebanyak 3.000 citra digunakan untuk pelatihan model, terdiri dari 1.500 gambar per kelas guna menjaga keseimbangan dan mencegah bias. Variasi posisi, sudut pandang, jarak, dan pencahayaan diterapkan dalam pengambilan gambar untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap kondisi nyata saat inferensi.

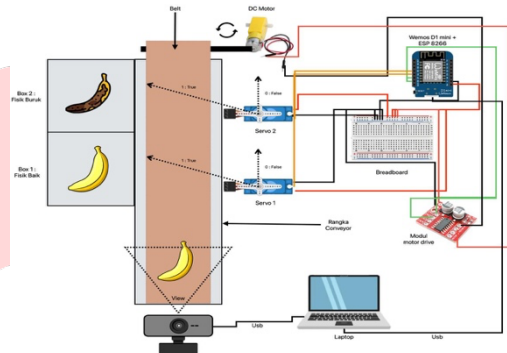


Gambar 10
(Diagram Alir Sistem)

Perancangan sistem ini mengintegrasikan kamera, model Teachable Machine, mikrokontroler ESP8266, dan platform Blynk untuk klasifikasi dan sortasi objek secara otomatis. Proses dimulai dari inisialisasi model dan kamera untuk menangkap citra pisang, yang dikirim ke cloud untuk klasifikasi. Setelah hasil diperoleh, ESP8266 mengelola konektivitas Wi-Fi dan komunikasi dengan Blynk. Motor DC menggerakkan konveyor, sementara servo motor menyortir objek berdasarkan hasil klasifikasi. Informasi jumlah objek per kelas dikirim ke Blynk untuk pemantauan real-time.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disajikan hasil pengujian proses perakitan dan pengujian sistem berbasis ESP8266 yang terdiri dari berbagai komponen elektronik dan mekanik. Implementasi perangkat keras mencakup integrasi antara sensor, aktuator, serta sistem komunikasi berbasis internet menggunakan platform Blynk. Bagian ini berisi paparan objektif peneliti terhadap hasil-hasil penelitian berupa penjelasan dan analisis terhadap penemuan-penemuan penelitian, pada bagian ini juga menjelaskan proses pengujian hipotesis beserta hasilnya.



Gambar 11
(Rangkaian detail sistem)

Tabel 2
(Koneksi Wemos D1 Mini (ESP8266) ke Komponen)

Pin Wemos D1 Mini	Terhubung ke	Keterangan
5V	Breadboard (Rel +)	Power ke servo & motor driver
GND	Breadboard (Rel -)	Ground bersama
D7	IN1 Motor Driver	Kontrol arah motor DC
D8	IN2 Motor Driver	Kontrol arah motor DC
D5	Sinyal Servo 1	Kontrol lengan ke Box 1
D6	Sinyal Servo 2	Kontrol lengan ke Box 2

Tabel 3
(Koneksi ke Servo Motor)

Servo	Kabel Merah (VCC)	Kabel Hitam (GND)	Kabel orange (Sinyal)	Terhubung ke ESP8266
Servo 1	Breadboard + (5V)	Breadboard - (GND)	D5	Lengan ke Box 1 (Baik)
Servo 2	Breadboard + (5V)	Breadboard - (GND)	D6	Lengan ke Box 2 (Buruk)

Tabel 4

Pin Modul Motor Driver	Terhubung ke	Keterangan
VCC	Breadboard + (5V)	Power input
GND	Breadboard - (GND)	Ground
IN1	D7 Wemos	Kontrol arah motor
IN2	D8 Wemos	Kontrol arah motor
OUT1	Salah satu kabel motor DC	Output ke motor
OUT2	Kabel motor DC lainnya	Output ke motor

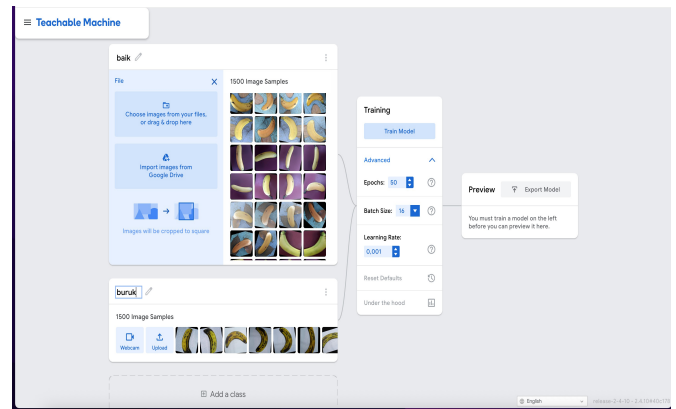
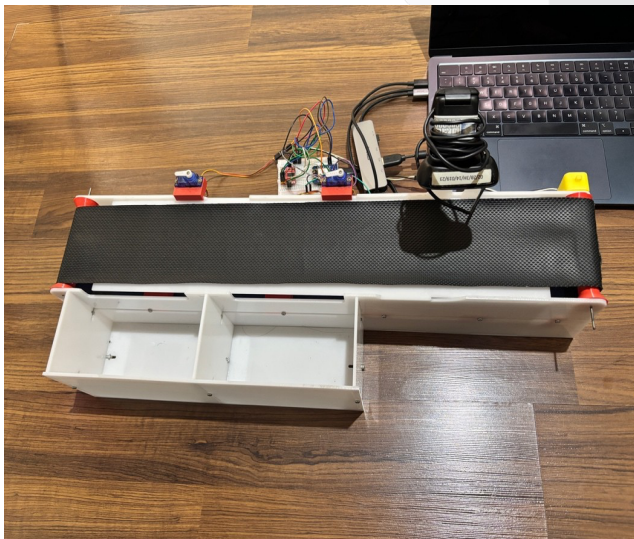
(Koneksi Motor Driver ke ESP8266 dan DC Motor)

Tabel 5

Sumber Daya	Terhubung ke	Keterangan
Laptop via USB	Wemos D1 Mini	Memberi daya & upload code
Breadboard rel + (5V)	VCC Servo, Motor Driver	Jalur power
Breadboard rel - (GND)	Semua GND komponen	Jalur ground

(Power Supply)

Gambar 12
(Gambar fisik prototipe system)

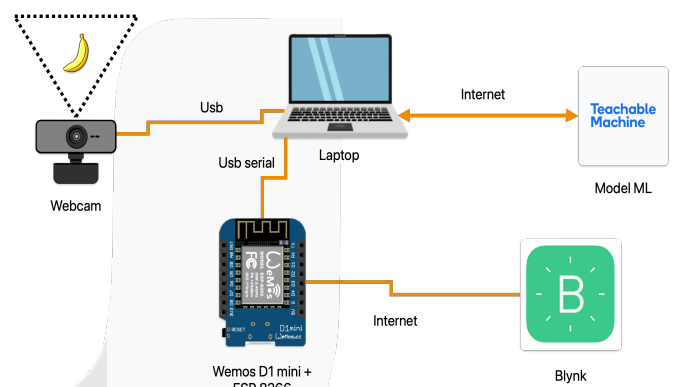


Gambar 13

(Proses pelatihan model)

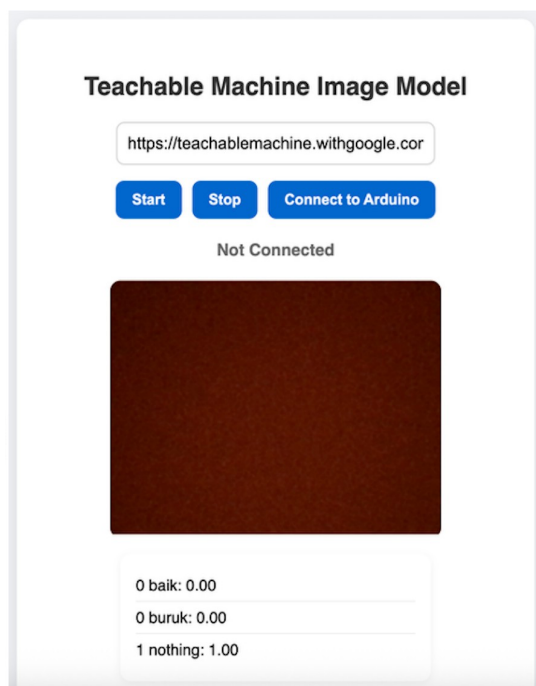
Model klasifikasi dilatih menggunakan Teachable Machine dengan 3.000 citra, terdiri dari dua kelas: pisang segar dan busuk (masing-masing 1.500 citra). Data dikumpulkan dengan variasi latar, pencahayaan, dan posisi untuk meningkatkan generalisasi model. Pelatihan dilakukan selama 50 epoch menggunakan arsitektur CNN bawaan Teachable Machine. Hasil pelatihan menunjukkan akurasi sebesar 90%, didukung oleh analisis confusion matrix untuk mengevaluasi performa model.

Gambar 14

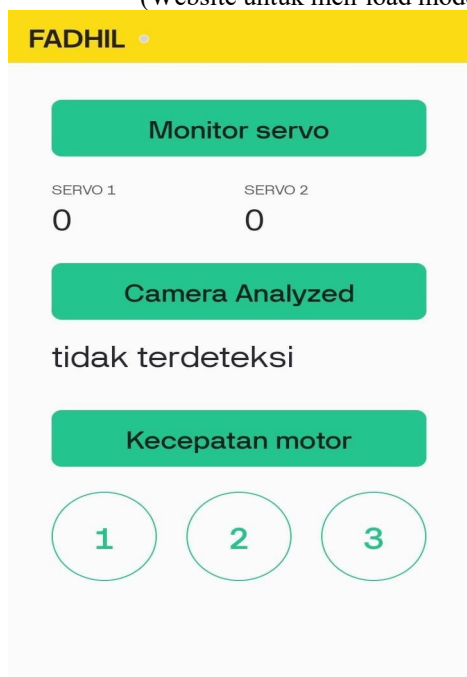


(Alur komunikasi data)

Alur sistem dimulai dari akuisisi citra objek secara real-time menggunakan kamera yang terhubung ke laptop. Citra kemudian diproses oleh model klasifikasi Teachable Machine berbasis web untuk menghasilkan label kelas dan confidence score. Output hasil klasifikasi dikirim dari laptop ke mikrokontroler ESP8266 melalui komunikasi serial. ESP8266 menerima hasil klasifikasi dan mengontrol aktuator sesuai instruksi. Selain itu, ESP8266 juga mengirimkan data sistem ke platform Blynk untuk pemantauan status dan hasil klasifikasi secara real-time melalui jaringan internet. Diagram sistem menggambarkan keterhubungan komponen serta aliran data dari input hingga output secara menyeluruh.



Gambar 15
(Website untuk men-load model)



Datastreams

ID	Name	Pin	Color	Data Type	Units	Is Raw	Min	Max
1	kecepatan	V0		Integer		false	0	1023
2	servo1	V1		String		false		
3	servo2	V2		String		false		
4	Analyzed	V3		String		false		
5	Pisang baik	V4		Integer		false	0	10000
6	Pisang buruk	V5		Integer		false	0	10000

Gambar 16
(Blynk dashboard dan datastream pada system)

V. KESIMPULAN

1. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem sortasi buah pisang pada roller belt conveyor yang mampu mengklasifikasikan pisang berdasarkan kondisi kulit luarnya menggunakan metode computer vision. Sistem ini memanfaatkan webcam untuk menangkap citra buah pisang, kemudian mengklasifikasikannya sebagai "baik" atau "buruk" secara real-time menggunakan model klasifikasi berbasis Teachable Machine.
2. Penggunaan Teachable Machine terbukti menjadi metode yang praktis dalam pelatihan model klasifikasi citra, karena memungkinkan proses pelatihan tanpa pengkodean kompleks. Model tersebut mampu memberikan hasil klasifikasi dengan akurasi yang cukup baik pada kondisi pencahayaan yang memadai dan latar belakang yang sederhana. Permasalahan seperti kesalahan klasifikasi akibat pencahayaan yang redup dan latar belakang yang kompleks berhasil diminimalkan melalui penyesuaian lingkungan pengambilan citra.
3. Sistem ini telah berhasil diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP8266, di mana hasil klasifikasi dari komputer dikirim melalui komunikasi serial ke ESP8266 untuk mengontrol servo motor yang bertindak sebagai aktuator dalam proses sortasi. Selain itu, sistem juga mampu mengirimkan hasil klasifikasi ke platform Blynk, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan secara real-time melalui perangkat seluler.

REFERENSI

- [1] A. Helwan, M. K. Sallam Ma'Aitah, R. H. Abiyev, S. Uzelaltinbulat, and B. Sonyel, "Deep Learning Based on Residual Networks for Automatic Sorting of Bananas," J Food Qual, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/5516368.
- [2] Bindu Puthentharyil Vikraman, "Iot-Based Multiclass Fruit Classification System using Transfer Learning," Journal of Electrical Systems, vol. 20, no. 7s, pp. 1308–1314, May 2024, doi: 10.52783/jes.3703.
- [3] N. Suwchien and S. Suchaipron, "THE IMAGE PROCESSING IN A VISION SYSTEM-BASED SIZE INSPECTION FOR DRIED FLATTENED BANANAS."
- [4] R. E. Saragih, Y. Pernando, A. J. Santoso, Y. Roza, M. Kh, and I. Verdian, "OPTIMIZING THE SORTING OF BARANGAN BANANAS THROUGH HYBRID AND TRANSFER LEARNING APPROACHES,"

- [5] J. Pendidikan and D. Konseling, "Pemodelan Pengolahan Citra untuk Klasifikasi Jenis Buah Pisang Menggunakan Metode KNN."
- [6] D. Anggreani, M. I. Nasution, and N. Nasution, "Sistem Penyortir Otomatis Kematangan Tomat Berdasarkan Warna dan Berat dengan Sensor Tcs3200 dan Sensor Load Cell Hx711 Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 3, pp. 374–380, Jul. 2023, doi: 10.25077/jfu.12.3.373-379.2023.
- [7] Mochamad Andri Prasetyo, Henna Nurdiansari, and Kuntoro Bayu Ajie, "Rancang Bangun Alat Pemilah Ikan Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 35–52, May 2024, doi: 10.55606/jtmei.v3i2.3768.
- [8] R. Saputra and S. Ch, "BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Prototype Alat Pemilah Sampah Organik, Logam, dan Non Logam Menggunakan Mikrokontroler Esp32," *Media Online*), vol. 5, no. 2, pp. 46–54, 2024, doi: 10.47065/bees.v5i2.6218.

