
IoT-Based Orange Quality Selection System Using Color and Weight Sensors with Real-Time Monitoring and Classification on the Web

Alvin Kornelius Lie¹⁾, Wahyuni²⁾, dan Presa Taruna Oliver³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Widya Cipta Dharma

^{1,2,3} Jl. M. Yamin No. 25, Samarinda, Kalimantan Timur, 75123

E-mail: 2243021@wicida.ac.id¹⁾, wahyuni@wicida.ac.id²⁾, presa@wicida.ac.id³⁾

ABSTRACT

The quality selection of oranges is generally performed manually based on fruit color and weight, making the process time-consuming and highly dependent on the operator's accuracy. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based orange quality selection system using color and weight sensors that can automatically classify oranges and provide real-time monitoring through the *Blynk* platform. This study employed the Prototyping development method, which consists of the *Communication*, *Quick Plan*, *Modeling Quick Design*, *Construction of Prototype*, and *Deployment, Delivery, and Feedback* stages. The system was developed using an *ESP32-WROOM* microcontroller, a *TCS34725* color sensor, a *Load Cell* integrated with an *HX711* module, and two servo motors as fruit sorting actuators. The results show that the system is capable of reading fruit color and weight, classifying oranges into ripe, unripe, and rotten categories, controlling the servo motors according to the classification results, and displaying monitoring data on the *Blynk* platform in real time. *Black Box* and *White Box* testing results indicate that all system functions operate according to the designed specifications. Therefore, the proposed system can support the orange quality selection process more quickly, consistently, and efficiently.

Keywords: *Internet of Things, ESP32-WROOM, TCS34725, HX711 Load Cell, Orange Quality Sorting, Blynk.*

Sistem Seleksi Kualitas Buah Jeruk Berbasis IOT Menggunakan Sensor Warna & Berat Dengan Monitoring dan Klasifikasi Realtime Pada Web

ABSTRAK

Proses seleksi kualitas buah jeruk umumnya masih dilakukan secara manual berdasarkan warna dan berat buah sehingga memerlukan waktu yang relatif lama serta bergantung pada ketelitian operator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor warna dan sensor berat yang mampu melakukan klasifikasi secara otomatis serta menampilkan hasil monitoring secara *realtime* melalui platform *Blynk*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Prototyping*, yang meliputi tahapan *Communication*, *Quick Plan*, *Modeling Quick Design*, *Construction of Prototype*, serta *Deployment, Delivery, and Feedback*. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler *ESP32-WROOM*, sensor warna *TCS34725*, sensor *Load Cell* yang dipadukan dengan modul *HX711*, serta dua motor servo sebagai aktuator pemilah buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca data warna dan berat buah, mengklasifikasikan buah ke dalam kategori jeruk matang, jeruk mengkal, dan jeruk busuk, menggerakkan motor servo sesuai hasil klasifikasi, serta menampilkan hasil monitoring pada platform *Blynk* secara *realtime*. Hasil pengujian *Black Box* dan *White Box* menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu membantu proses seleksi kualitas buah jeruk menjadi lebih cepat, konsisten, dan efisien.

Kata Kunci: Internet Of Things, ESP32-WROOM, TCS 34725, Load Cell HX711, Seleksi Kualitas Buah Jeruk. *Blynk*.

1. PENDAHULUAN

Buah jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, dengan kualitas yang ditentukan oleh karakteristik fisik seperti warna kulit dan berat buah. Oleh karena itu, proses seleksi kualitas menjadi tahapan penting sebelum buah dipasarkan (Anggraeni & Desyani, 2023).

Pada umumnya, proses penyortiran buah jeruk masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual dan perkiraan berat. Metode ini memiliki kelemahan berupa subjektivitas penilaian, ketidakkonsistenan hasil, serta rendahnya efisiensi waktu dan tenaga, terutama pada skala produksi yang besar (Anggraeni & Desyani, 2023). Hasil wawancara dengan pemilik kebun jeruk di Desa Sajau, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten

Bulungan, Kalimantan Utara, menunjukkan bahwa proses penyortiran masih dilakukan satu per satu berdasarkan warna, ukuran, dan berat buah. Kondisi tersebut menyebabkan proses seleksi memerlukan waktu yang lama serta berpotensi menimbulkan kesalahan pengelompokan akibat faktor kelelahan operator.

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan peluang untuk mengotomatisasi proses seleksi kualitas buah melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi data secara *real-time*. Sensor warna dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah, sedangkan sensor berat digunakan untuk mengukur bobot buah secara akurat sehingga proses seleksi menjadi lebih objektif dan efisien dibandingkan metode manual (Ari

Moch & Andika, 2023). Selain itu, sistem monitoring berbasis *web* memungkinkan hasil klasifikasi dipantau secara *real-time* serta mempermudah pengelolaan data hasil seleksi (Rafli & Andika, 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang Sistem Seleksi Kualitas Buah Jeruk Berbasis *Internet of Things (IoT)* Menggunakan Sensor Warna dan Berat dengan Monitoring dan Klasifikasi Realtime pada *Web*. Sistem memanfaatkan mikrokontroler *ESP32-WROOM*, sensor warna *TCS34725*, sensor berat *Load Cell HX711*, serta platform *Blynk* untuk melakukan klasifikasi otomatis terhadap buah jeruk manis menjadi kategori matang, mentah, dan busuk. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi, konsistensi, dan efisiensi proses seleksi kualitas buah dibandingkan metode manual.

2. RUANG LINGKUP

2.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun sistem seleksi kualitas buah jeruk manis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan sensor warna, sensor berat, serta sistem monitoring berbasis *web* untuk menghasilkan proses klasifikasi kualitas buah secara otomatis, objektif, dan *real-time*?

2.2 Batasan Masalah

1. Sistem yang dikembangkan difokuskan pada proses seleksi kualitas buah jeruk berdasarkan parameter warna kulit dan berat buah.
2. Sensor yang digunakan pada sistem ini terbatas pada sensor warna dan sensor berat untuk memperoleh data kualitas buah jeruk.
3. Sistem seleksi kualitas buah jeruk dirancang berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan pengolahan data dilakukan secara otomatis oleh mikrokontroler.
4. Monitoring dan klasifikasi kualitas buah jeruk ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi berbasis *web*.
5. Klasifikasi kualitas buah jeruk dibatasi pada beberapa kategori kualitas yang ditentukan berdasarkan hasil pengukuran sensor warna dan berat.
6. Pengujian sistem dilakukan pada buah jeruk dalam kondisi tertentu dan tidak membahas pengaruh faktor eksternal seperti kerusakan fisik, penyakit buah, atau kondisi penyimpanan.
7. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi secara mendalam, seperti analisis biaya produksi atau keuntungan komersial dari sistem yang dikembangkan.
8. Objek penelitian yang digunakan hanya buah jeruk manis (*Citrus sinensis*).
9. Klasifikasi kualitas buah dibatasi menjadi tiga kategori, yaitu jeruk matang, jeruk mentah, dan jeruk busuk, berdasarkan nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan.

10. Monitoring hasil seleksi dilakukan menggunakan platform *Blynk* melalui jaringan *Wi-Fi* sehingga sistem bergantung pada ketersediaan koneksi internet.
11. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi pencahayaan yang relatif stabil untuk meminimalkan pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil pembacaan sensor warna *TCS34725*.
12. Sensor warna *TCS34725* hanya melakukan pembacaan warna pada bagian atas permukaan buah jeruk sesuai dengan posisi pemasangan sensor pada prototipe, sehingga warna pada sisi lain buah tidak menjadi bagian dari proses pengukuran.
13. Sensor berat *Load Cell + HX711* digunakan sebagai parameter pendukung dalam proses seleksi kualitas buah jeruk dan tidak dijadikan sebagai parameter utama karena berat buah jeruk manis dapat bervariasi meskipun memiliki tingkat kematangan yang sama.

2.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis *IoT* menggunakan sensor warna dan sensor berat.
2. Mengimplementasikan proses pengukuran warna dan berat buah jeruk secara otomatis untuk menentukan klasifikasi kualitas buah jeruk.
3. Mengintegrasikan sistem *IoT* dengan *web dashboard* untuk menampilkan hasil monitoring dan klasifikasi kualitas buah jeruk secara *real-time*.
4. Menguji tingkat akurasi dan konsistensi sistem dalam mengklasifikasikan kualitas buah jeruk berdasarkan data sensor warna dan berat.
5. Mengevaluasi kinerja *web dashboard* dalam menyajikan informasi monitoring kualitas buah jeruk secara jelas dan mudah dipahami oleh pengguna.

2.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan penerapan *Internet of Things (IoT)* pada sistem seleksi kualitas hasil pertanian, khususnya buah jeruk, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Selain itu, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan objektivitas, akurasi, konsistensi, dan efisiensi proses seleksi buah melalui integrasi sensor warna, sensor berat, mikrokontroler *ESP32-WROOM*, dan monitoring *real-time* berbasis *web*. Penelitian ini juga diharapkan menjadi dasar pengembangan sistem seleksi kualitas buah yang lebih cerdas untuk mendukung implementasi *smart agriculture*.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa komponen utama yang mendukung proses seleksi kualitas buah jeruk berbasis *IoT*, yaitu mikrokontroler *ESP32-WROOM*, sensor warna *TCS34725*, sensor berat *Load Cell* yang dipadukan dengan modul *HX711*, motor servo sebagai aktuator pemilah buah, serta platform *Blynk* sebagai media monitoring *real-time*. Integrasi seluruh komponen tersebut memungkinkan sistem membaca

parameter fisik buah, melakukan klasifikasi otomatis, mengendalikan proses pemilahan, serta mengirimkan hasil klasifikasi kepada pengguna melalui jaringan internet. Sensor TCS34725 digunakan untuk memperoleh nilai intensitas warna kulit buah sebagai dasar penentuan tingkat kematangan, sedangkan *Load Cell* berfungsi mengukur berat buah yang kemudian diproses oleh modul HX711 sebelum dikirimkan ke ESP32-WROOM. Mikrokontroler selanjutnya menjalankan logika klasifikasi berdasarkan parameter yang telah ditentukan dan mengendalikan motor servo sesuai kategori hasil identifikasi.

3.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Prototyping* karena memberikan proses pengembangan yang bersifat iteratif sehingga setiap tahapan dapat dievaluasi dan disempurnakan berdasarkan kebutuhan sistem. Pendekatan ini dipilih karena sistem yang dikembangkan merupakan integrasi antara perangkat keras, perangkat lunak, sensor, aktuator, serta sistem monitoring berbasis internet.

1. *Communication*, yaitu mengidentifikasi kebutuhan sistem melalui studi pustaka, observasi, dan wawancara dengan pemilik kebun jeruk di Desa Sajau, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara.
2. *Quick Plan*, yaitu menyusun konsep sistem, menentukan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, serta menetapkan fungsi masing-masing komponen.
3. *Modeling Quick Design*, dilakukan perancangan sistem dalam bentuk diagram blok, flowchart, rangkaian perangkat keras, serta rancangan antarmuka monitoring menggunakan platform Blynk.
4. *Construction of Prototype*, dilakukan dengan mengimplementasikan rancangan ke dalam bentuk prototipe menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM, sensor warna TCS34725, sensor berat *Load Cell* yang dipadukan dengan modul HX711, dan motor servo sebagai aktuator pemilah buah. Setelah seluruh komponen terintegrasi, dilakukan proses kalibrasi sensor, pengujian pembacaan data, serta implementasi sistem monitoring secara *real-time*.
5. *Deployment, Delivery, and Feedback*, dilakukan melalui pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* untuk menguji fungsi sistem dan *White Box Testing* untuk mengevaluasi logika program sehingga sistem dapat dipastikan berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

3.3 Skenario Pengujian

Skenario pengujian sistem pada penelitian ini disusun untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan, ketepatan, dan kestabilan kerja purwarupa sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis *IoT* sebelum hasil pengujian dibahas lebih lanjut pada bab evaluasi. Proses pengujian dilakukan dengan menerapkan metode *black box testing*

dan *white box testing* guna memastikan bahwa sistem mampu bekerja sesuai dengan rancangan, baik dari sisi fungsional perangkat maupun logika program internal.

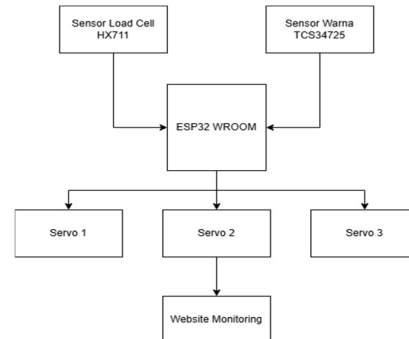
4. PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Pengembangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sistem dirancang dalam bentuk prototipe seleksi kualitas buah jeruk berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32-WROOM sebagai pengendali utama. Sistem menggunakan sensor warna TCS34725 untuk membaca warna kulit buah dan sensor berat *Load Cell* yang dipadukan dengan modul HX711 untuk mengukur berat buah. Data dari kedua sensor diproses oleh ESP32-WROOM untuk menentukan kategori kualitas buah, yaitu jeruk matang, jeruk mentah, atau jeruk busuk berdasarkan nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan. Selanjutnya, motor servo akan mengarahkan buah ke wadah sesuai hasil klasifikasi, sedangkan hasil pembacaan sensor dan klasifikasi dikirimkan ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi sehingga dapat dipantau secara *real-time*.

4.2 Hasil Perancangan Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen pada sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis *Internet of Things* (IoT). ESP32-WROOM berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor warna TCS34725 dan sensor berat *Load Cell* melalui modul HX711. Data sensor diproses untuk mengklasifikasikan buah menjadi jeruk matang, mentah, atau busuk, kemudian mengendalikan motor servo sebagai mekanisme pemilah. Selanjutnya, hasil klasifikasi dikirim ke platform Blynk melalui koneksi Wi-Fi sehingga dapat dipantau secara *real-time*.



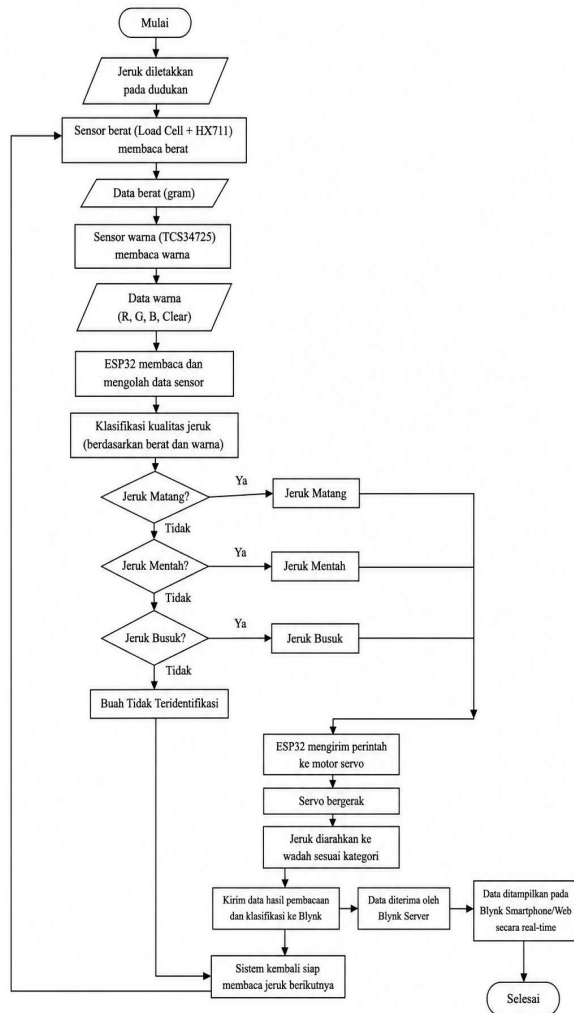
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Figure 1. System Block Diagram

4.3 Hasil Perancangan Flowchart Sistem

Flowchart sistem menggambarkan urutan proses kerja sistem mulai dari inisialisasi perangkat hingga proses klasifikasi buah. Setelah sistem diaktifkan, ESP32-WROOM melakukan inisialisasi sensor warna TCS34725, sensor berat *Load Cell* HX711, motor servo, dan koneksi Wi-Fi. Selanjutnya, sensor *Load Cell* mendeteksi keberadaan buah dan mengukur beratnya, kemudian sensor TCS34725 membaca nilai warna kulit buah. Data hasil pembacaan diproses oleh ESP32-

WROOM untuk menentukan kategori buah berdasarkan nilai *threshold* yang telah ditentukan. Setelah klasifikasi selesai, motor servo bergerak untuk mengarahkan buah menuju wadah sesuai kategori, kemudian hasil klasifikasi dikirimkan ke platform Blynk dan ditampilkan secara *real-time*. Setelah proses selesai, sistem kembali ke kondisi awal dan siap melakukan pembacaan terhadap buah berikutnya.



Gambar 2. Flowchart Sistem
Figure 2. System Flowchart

4.4 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32-WROOM, sensor warna TCS34725, sensor berat *Load Cell* yang dipadukan dengan modul HX711, motor servo, serta catu daya menjadi satu sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis *Internet of Things* (IoT). ESP32-WROOM berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor warna dan sensor berat, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan kategori kualitas buah. Sensor TCS34725 digunakan untuk membaca nilai warna kulit buah, sedangkan *Load Cell*

digunakan untuk mengukur berat buah sebagai parameter pendukung dalam proses klasifikasi. Hasil klasifikasi selanjutnya digunakan untuk mengendalikan motor servo sebagai mekanisme pemilah buah, sekaligus dikirimkan ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi untuk ditampilkan secara *real-time*.

Seluruh komponen dirangkai sesuai dengan konfigurasi yang telah dirancang, kemudian dilakukan pemeriksaan koneksi, kalibrasi sensor, serta pengujian awal untuk memastikan setiap komponen dapat bekerja dengan baik. Implementasi perangkat keras pada penelitian ini meliputi konfigurasi catu daya, koneksi sensor warna TCS34725, sensor berat *Load Cell* dengan modul HX711, serta motor servo yang dihubungkan ke mikrokontroler ESP32-WROOM.

Tabel 1. Konfigurasi Sensor Warna TCS34725
Table 1. TCS34725 Color Sensor Configuration

TCS34725	ESP32-WROOM
VIN	3.3V
GND	GND
SDA	GPIO 21
SCL	GPIO 22

Tabel 2. Konfigurasi Sensor Load Cell dan Modul HX711

Table 2. Load Cell Sensor and HX711 Module Configuration

HX711	ESP32-WROOM
VCC	5V
GND	GND
DT	GPIO 4
SCK	GPIO 5

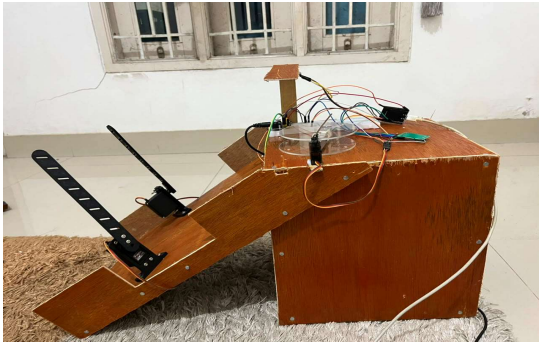
Tabel 3. Konfigurasi Motor Servo
Table 3. Servo Motor Configuration

Motor Servo	ESP32-WROOM
Servo Matang	GPIO 23
Servo Mentah	GPIO 19
Servo Pendorong	GPIO18
VCC	5V
GND	GND

Tabel 4. Konfigurasi Catu Daya
Table 4. Power Supply Configuration

Komponen	Tegangan
ESP32-WROOM	5V
HX711	5V
Motor Servo	5V
Sensor TCS34725	3.3V

Setelah seluruh tahapan konfigurasi dan perakitan selesai dilakukan, semua komponen berhasil terhubung dan beroperasi sesuai dengan fungsi masing-masing. Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa sensor warna TCS34725 mampu membaca nilai RGB dan *Clear*, sensor *Load Cell* yang dipadukan dengan modul HX711 dapat mengukur berat buah, motor servo dapat bergerak sesuai hasil klasifikasi, serta ESP32-WROOM berhasil mengirimkan data ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Dengan demikian, prototipe sistem seleksi kualitas buah jeruk telah siap digunakan pada tahap pengujian sistem. Hasil implementasi perangkat keras ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Sistem Seleksi Kualitas Buah Jeruk

Figure 3. Orange Quality Selection System

4.5 Hasil Pengujian Black Box

Pengujian Black Box dilakukan untuk mengevaluasi fungsi utama sistem berdasarkan hubungan antara masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang dihasilkan tanpa memperhatikan struktur program. Pengujian difokuskan pada proses pembacaan sensor, klasifikasi kualitas buah, pengendalian motor servo, pengiriman data ke platform Blynk, serta monitoring hasil seleksi secara *real-time*. Setiap skenario pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem pada setiap fungsi utama.

Tabel 5. Hasil Pengujian Black Box

Table 5. Black Box Testing Results

No	Skenario Pengujian	Total Pengujian	Berhasil	Gagal
1	Menghidupkan sistem	10	10	0
2	Membaca berat buah	10	10	0
3	Membaca warna buah	10	10	0
4	Klasifikasi jeruk matang	10	10	0
5	Klasifikasi jeruk mengkal	10	8	2
6	Klasifikasi jeruk busuk	10	6	4
7	Pergerakan motor servo sesuai kategori	10	8	2

No	Skenario Pengujian	Total Pengujian	Berhasil	Gagal
8	Pengiriman data ke platform Blynk	10	10	0
9	Monitoring <i>real-time</i> pada Blynk	10	10	0
10	Pengujian sistem secara berulang	10	8	2

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.5, seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Sensor *Load Cell* yang dipadukan dengan modul HX711 mampu membaca berat buah dengan baik, sedangkan sensor warna TCS34725 berhasil membaca nilai warna buah sebagai parameter klasifikasi. Sistem juga berhasil mengirimkan data hasil klasifikasi ke platform Blynk sehingga informasi dapat ditampilkan secara *real-time*.

Pada proses klasifikasi, kategori jeruk matang memperoleh tingkat keberhasilan 100% (10 dari 10 percobaan). Sementara itu, kategori jeruk mengkal memperoleh tingkat keberhasilan 80% (8 dari 10 percobaan), sedangkan kategori jeruk busuk memperoleh tingkat keberhasilan 60% (6 dari 10 percobaan). Perbedaan tingkat keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik warna pada jeruk mengkal dan jeruk busuk masih memiliki kemiripan sehingga pembacaan sensor warna dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan saat proses pengujian. Selain itu, pengujian pergerakan motor servo dan pengujian sistem secara berulang masing-masing memperoleh tingkat keberhasilan 80%, sedangkan fungsi pembacaan sensor, pengiriman data, dan monitoring melalui platform Blynk berhasil dijalankan pada seluruh percobaan.

4.6 Hasil Pengujian White Box

Pengujian White Box dilakukan untuk mengevaluasi struktur logika program pada sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengujian menggunakan teknik Basis Path Testing dengan menganalisis *flowgraph*, menghitung nilai *Cyclomatic Complexity* (CC), menentukan *independent path*, serta melakukan pengujian pada setiap jalur logika program. Tujuan pengujian ini adalah memastikan seluruh alur program dapat dieksekusi sesuai dengan rancangan tanpa terjadi kesalahan logika maupun percabangan program.

Program diawali dengan proses inisialisasi ESP32-WROOM beserta seluruh sensor, kemudian membaca data dari sensor *Load Cell* dan sensor warna TCS34725. Data hasil pembacaan diproses menggunakan logika percabangan (*if-else*) untuk menentukan kategori buah, yaitu jeruk matang, jeruk mentah, atau jeruk busuk. Selanjutnya, motor servo bergerak sesuai hasil klasifikasi dan data dikirimkan ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi untuk ditampilkan secara *real-time*. Representasi alur logika program ditunjukkan pada *flowgraph* pengujian White Box.

Tabel 6. Keterangan Node Flowgraph
Table 6. Flowgraph Node Description

Node	Keterangan
1	Mulai
2	Inisialisasi ESP32-WROOM dan seluruh sensor
3	Membaca data sensor berat dan sensor warna
4	Proses klasifikasi kualitas buah
5	Jeruk Mentah
6	Jeruk Busuk
7	Jeruk Matang
8	Motor servo bergerak sesuai kategori
9	Mengirim data ke platform Blynk
10	Menampilkan hasil monitoring
11	Selesai dan kembali membaca sensor

Berdasarkan *flowgraph* yang telah disusun, diperoleh 11 node dan 13 edge sehingga nilai *Cyclomatic Complexity* dihitung menggunakan persamaan:

$$V(G) = E - N + 2$$

$$V(G) = 13 - 11 + 2 = 4$$

Nilai *Cyclomatic Complexity* sebesar 4 menunjukkan bahwa sistem memiliki empat jalur independen yang harus diuji agar seluruh percabangan logika program dapat dieksekusi minimal satu kali.

Tabel 7. Independent Path Pengujian White Box
Table 7. Independent Paths of White Box Testing

Path	Jalur Independen
P1	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 8 – 9 – 10 – 11
P2	1 – 2 – 3 – 4 – 6 – 8 – 9 – 10 – 11
P3	1 – 2 – 3 – 4 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11
P4	1 – 2 – 3 – 11

Tabel 8. Hasil Pengujian White Box
Table 8. White Box Testing Results

No	Jalur Pengujian	Hasil
1	Inisialisasi sistem	Berhasil
2	Pembacaan sensor	Berhasil
3	Proses klasifikasi	Berhasil
4	Pengendalian motor servo	Berhasil
5	Pengiriman data ke Blynk	Berhasil
6	Perulangan sistem (<i>loop</i>)	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.8, seluruh jalur logika program berhasil dieksekusi sesuai dengan rancangan. Nilai *Cyclomatic Complexity* sebesar 4 menunjukkan bahwa struktur logika program memiliki tingkat kompleksitas yang rendah sehingga lebih mudah diuji dan dipelihara. Seluruh *independent path* dapat dijalankan tanpa ditemukan kesalahan logika, sehingga sistem mampu menjalankan proses pembacaan sensor,

klasifikasi kualitas buah, pengendalian motor servo, serta pengiriman data ke platform Blynk secara konsisten. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi logika program pada ESP32-WROOM telah memenuhi kebutuhan fungsional sistem dan siap digunakan pada proses operasional.

5. KESIMPULAN

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem seleksi kualitas buah jeruk berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32-WROOM, sensor warna TCS34725, sensor berat *Load Cell* yang dipadukan dengan modul HX711, tiga motor servo sebagai mekanisme pemilah, serta platform Blynk sebagai media monitoring *real-time*.
2. Sistem mampu membaca warna dan berat buah secara otomatis, mengklasifikasikan buah ke dalam kategori jeruk matang, jeruk mentah, dan jeruk busuk berdasarkan nilai *threshold* yang telah ditentukan, menggerakkan motor servo sesuai hasil klasifikasi, serta menampilkan hasil monitoring pada aplikasi Blynk secara *real-time*.
3. Hasil pengujian Black Box menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan rancangan, sedangkan hasil pengujian White Box menunjukkan bahwa seluruh jalur logika program berhasil dieksekusi dengan baik. Meskipun demikian, akurasi klasifikasi masih dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, keterbatasan torsi motor servo, dan belum diterapkannya mekanisme konveyor sehingga sistem masih memerlukan pengembangan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi.

6. SARAN

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan ruang pembacaan dengan pencahayaan buatan yang stabil serta mengembangkan metode klasifikasi menggunakan algoritma *Artificial Intelligence* atau *Machine Learning* agar hasil klasifikasi lebih akurat dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan motor servo yang memiliki torsi lebih besar serta menambahkan mekanisme konveyor agar proses pemilahan buah menjadi lebih stabil, cepat, dan dapat dilakukan secara berkelanjutan.
3. Sistem monitoring dapat dikembangkan menjadi dashboard berbasis web yang dilengkapi dengan penyimpanan riwayat data, grafik hasil pengukuran, serta penambahan parameter kualitas buah seperti ukuran, tingkat kemanisan, dan tingkat kekerasan sehingga sistem mampu memberikan informasi yang lebih lengkap serta mendukung penerapan *smart agriculture*.

7. REFERENSI

- Al Hayubi, R., Aulia, S., Abbil Gunawan, D., Hidayatullah, S., & Aribowo, D. (2024). Implementasi sistem penggerak Servo SG90 berbasis Arduino Uno dengan kontrol sudut

- dinamis. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, 2(6), 130–140. <https://doi.org/10.61132/mars.v2i6.535>
- Anggraeni, R., & Desyani, T. (2023). Rancang bangun alat sortir buah jeruk berdasarkan kualitas menggunakan mikrokontroler ESP8266 berbasis IoT (Studi kasus Toko Jeruk Nur Acil). *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 2(11), 3022–3032. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/view/1883>
- Anggreani, D., Nasution, M. I., & Nasution, N. (2023). Sistem penyortir otomatis kematangan tomat berdasarkan warna dan berat dengan sensor TCS3200 dan sensor Load Cell HX711 berbasis Arduino Uno. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 374–380. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.373-379.2023>
- Anisa, W., Berlian Sari, M., Yohandri, & Asrizal. (2024). Systematic literature review of TCS34725 sensor applications in various fields. *Journal of Experimental and Applied Physics*, 2, 105–119. <https://doi.org/10.24036/jeap.v2i3.83>
- Ari Moch, R., & Andika, E. (2023). *Perancangan alat sortir buah tomat menggunakan fuzzy logic Sugeno berbasis IoT*. Prosiding SEMNASTERA. <https://semnastera.polteksmi.ac.id/index.php/semnastera/article/view/670/275>
- Jardian, J., Kevin, & Owen, M. (2024). Perancangan smart door berbasis ESP32-WROVER dengan sistem notifikasi melalui aplikasi Blynk. *Telcomatics*, 9(2), 40–46. <https://doi.org/10.37253/telcomatics.v9i2.10096>
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., & Giansyah, Q. A. (2023). Pengujian Black Box dan White Box sistem informasi parkir berbasis web. *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1).
- Putra, H. A., & Rosano, A. (2024). Implementasi IoT dalam sistem monitoring kualitas air menggunakan platform Blynk dan Google Sheet. *Sains Teknik Elektro*, 5(1). <https://doi.org/10.31294/insantek.v5i1.3209>
- Qornain, F. H. M. D., Tjahjono, B., Firmansyah, G., & Hadi Arfian, M. (2026). Rancang bangun sistem kontrol suhu berbasis Internet of Things (IoT) untuk efisiensi energi pendingin ruangan menggunakan metode prototype. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, 6(1), 87–100. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v6i1.32651>
- Reza, Tazmi, & Hasta, S. (2025). *Pemanfaatan Internet of Things pada penyortiran kualitas tanaman jagung*. Universitas Indo Global Mandiri. <https://repository.uigm.ac.id/id/eprint/4141>
- Satria Praptin Alam Raya, P., Syahrul Romdani, A., Diva Yani, S., & Mutiah, F. (2025). Perancangan sistem penyortiran sayuran berdasarkan warna dan berat berbasis IoT. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 11. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/SNTE/article/view/4066>
- Suparman, G., Supriyanto, & Kumara, A. (2024). Rancang bangun timbangan menggunakan sensor Load Cell dan mikrokontroler berbasis Internet of Things (IoT). *Agricultural Engineering Innovation Journal*, 2(1), 62–68. <https://doi.org/10.55180/aei.v2i1.1024>
- Taali, T., Wati, A. V., Habibullah, H., & Sardi, J. (2023). Pembacaan RGB warna terhadap lima warna yang berbeda pada sensor TCS34725. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4, 84–90. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.352>
- Wintana, D., Pribadi, D., & Nurhadi, M. Y. (2022). Analisis perbandingan efektifitas White-Box Testing dan Black-Box Testing. *Larik: Jurnal Inovasi dan Teknologi Informasi*, 2(1). <https://doi.org/10.31294/larik.v2i1.1382>
- Wulandari, R., Hidayati, R., & Suhardi. (2025). Sistem pemilah buah jeruk Pontianak berdasarkan warna kulit buah berbasis mikrokontroler. *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 13, 268–278. <https://doi.org/10.26418/coding.v13i3.97257>