

Rancang Bangun Alat Sortir Buah Apel Berdasarkan Perbedaan Ukuran dan Warna Menggunakan Mikrokontroler Arduino

M. Noor Khafit¹, Nur Khamdi², Jajang Jaenudin³, Edilla⁴

Teknologi Rekayasa Mekatronika, Politeknik Caltex Riau

*Corresponding author, e-mail: noor@alumni.pcr.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya, terutama di bidang pertanian. Produk pertanian, baik dalam bentuk bahan baku maupun olahan, menjadi salah satu penyumbang devisa negara yang besar. Buah apel lokal merupakan salah satu produk yang diekspor. Namun, proses penyortiran buah apel masih menggunakan tenaga manusia dan menjadi kendala bagi Indonesia untuk meningkatkan nilai ekonomis buah apel lokal di pasar ekspor. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem sortir otomatis untuk memisahkan buah apel berdasarkan ukuran dan warna. Sistem ini menggunakan metode eksperimental dan mengumpulkan data empiris dari setiap proses untuk menyortir otomatis dengan lebih akurat. Mekanik sortir ukuran terdiri dari konveyor yang didesain miring 30 derajat untuk memudahkan proses sortir apel kemudian roller ukuran, hooper dan penampungan. Kontroler pengolah data yang digunakan adalah Arduino Mega 2560. Data input utama berasal dari sensor warna TCS3200 dan sensor proximity. Sedangkan eksekutor pemilah menggunakan 1 buah motor servo MG996 dan 2 buah servo MG90s. Meskipun terdapat kendala pada sensor TCS3200 yang sensitif terhadap jarak dan cahaya yang mempengaruhi hasil nilai RGB, sistem sortir otomatis ini dapat berhasil menyortir buah apel dengan tingkat keberhasilan sebesar 96% untuk sortir ukuran dan 80% untuk sortir warna.

Kata kunci: sistem sortir otomatis, metode eksperimental data empiris, sensor warna TCS3200, sensor proximity

Abstract

Indonesia is a country rich in natural resources, especially in agriculture. Plantation products, both in the form of raw materials and processed products, are one of the major contributors to the country's foreign exchange. Local apples from Batu City are one of the products exported. However, the process of sorting apples still uses human labor and is an obstacle for Indonesia to increasing the economic value of local apples in the export market. Therefore, an automatic sorting system was created to separate apples based on size and color. The system uses experimental methods and collects empirical data from each process for more accurate automated sorting. The size sorting mechanic consists of a conveyor that is designed to be tilted at 30 degrees to facilitate the process of sorting apples and then measuring rollers, hoopers, and shelters. The data processing controller used is Arduino Mega 2560. The main data input comes from the TCS3200 color sensor and proximity sensor. Meanwhile, the sorting executor uses 1 MG996 servo motor and 2 MG90s servo motors. Although there are constraints on the TCS3200 sensor which are sensitive to distance and light which affect the RGB value results, this automatic sorting system can successfully sort apples with a success rate of 96% for size sorting and 80% for color sorting.

Keywords: automatic sort system, experimental method, empirical data, TCS3200 color sensor, proximity sensor

PENDAHULUAN

Rata-rata mata pencaharian di Indonesia adalah sebagai petani. Menurut Menteri Pertanian Limpo, kondisi pandemi Covid-19 telah menyebabkan penambahan 8 juta petani [1]. Sementara semua aktivitas ekonomi menurun, pertanian justru mengalami peningkatan. Peran penting komoditi pertanian, khususnya perkebunan, terhadap perekonomian nasional telah menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar dari produk perkebunan, baik itu dalam bentuk bahan baku maupun produk olahan [2].

Dalam dunia pertanian, terdapat kebutuhan untuk melakukan sortir atau pemilahan buah-buahan salah satunya yaitu buah apel. Melakukan sortir adalah salah satu cara untuk meningkatkan nilai ekonomis buah apel, terutama untuk pasar ekspor [3][4]. Tujuan dari proses sortir adalah untuk menentukan klasifikasi komoditas yang sejenis berdasarkan mutunya.[5] Kegiatan sortir melibatkan pemilahan fraksi berdasarkan

karakteristik fisik seperti kadar air, bentuk, ukuran, dan berat, serta faktor-faktor kimia seperti komposisi bahan, bau, dan rasa ketengikan, serta kondisi biologis seperti jenis kerusakan oleh serangga, jumlah mikroba, dan daya tumbuh khusus untuk benih.[6]

Saat ini, masih banyak proses penyortiran buah-buahan secara konvensional dengan menggunakan tenaga manusia.[7] Namun, cara ini memiliki kelemahan, yaitu penilaian manusia yang bersifat subjektif dan tidak konsisten terhadap buah-buahan, serta bekerja secara berulang-ulang dapat menyebabkan kejenuhan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat melakukan proses pemilahan secara otomatis untuk mengatasi permasalahan tersebut.[8][9]

Penelitian ini memperkenalkan sebuah konsep sistem otomatis yang dikembangkan berdasarkan penelitian terdahulu oleh Lita et al. (2019) dan Luhung Nugroho Aji (2022). Kedua penelitian tersebut telah membangun sistem pemilahan objek menggunakan sensor warna dan analisis citra.[10][11] Namun, pada penelitian ini akan menambahkan sensor dan komponen lain, serta menggunakan metode eksperimental untuk melakukan penyortiran buah berdasarkan ukuran dan warna.[12] Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pemilahan buah apel secara otomatis.[12][13]

Fokus pada penelitian ini terdapat pada implementasi metode eksperimental Metode ini melibatkan pengumpulan data empiris melalui percobaan pada prototipe sistem sortir ukuran dan sortir warna yang telah dirancang.[14][15] Percobaan dilakukan dengan menggunakan buah apel dengan berbagai ukuran dan warna yang berbeda dan kemudian dianalisis data dari hasil pengukuran ukuran apel pada roller dan hasil sortir pada setiap penampungan, serta pembacaan warna pada klasifikasi warna apel, yaitu merah dan hijau.

METODE

Penelitian dengan Metode Eksperimental

Metode yang digunakan pada sistem sortir otomatis ini adalah metode eksperimental. Metode penelitian eksperimental melibatkan pengujian hipotesis melalui percobaan di bawah kondisi yang dikendalikan.[16][17][18] Pada kasus ini, percobaan dilakukan untuk menguji apakah sistem sortir ukuran dan warna pada alat tersebut dapat berfungsi dengan baik dalam mensortir apel.

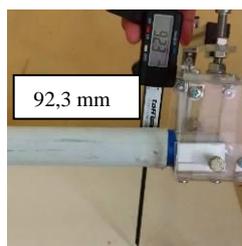
Dalam metode penelitian eksperimental akan memanipulasi variabel tertentu yang terkait dengan objek penelitian (sistem sortir otomatis) dan mengamati bagaimana perubahan dalam variabel tersebut memengaruhi hasil pengujian.[19] Dalam hal ini, peneliti akan mengatur kondisi eksperimen untuk memastikan bahwa tidak ada faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil pengujian selain variabel yang sedang diuji.[20]

Metode ini melibatkan pengumpulan data empiris melalui percobaan pada alat sortir yang telah dirancang. Data empiris dalam penelitian rancang bangun alat sortir buah apel dapat berupa data ukuran dan warna buah apel yang dikumpulkan dari pengujian menggunakan sensor TCS 3200.[21] Data ini kemudian diolah dan dianalisis untuk menentukan efektivitas sensor dalam melakukan sortir buah apel berdasarkan perbedaan warna.

Data empiris juga dapat diperoleh melalui observasi langsung terhadap alat sortir buah apel yang telah dirancang dan dibangun. Observasi ini dapat memberikan informasi tentang kelebihan dan kekurangan alat serta kinerjanya dalam melakukan sortir buah apel.

A. Penerapan metode eksperimental pada sortir ukuran

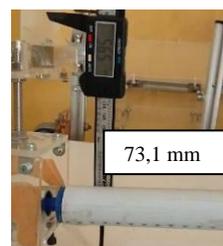
Percobaan dilakukan dengan menggunakan buah apel dengan berbagai ukuran yang berbeda dan kemudian dianalisis data dari hasil pengukuran ukuran apel pada roller dan hasil sortir pada setiap penampungan dan ditentukan variabel ukuran yang diinginkan yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. (a)



Gambar 1. (b)



Gambar 1. (c)

Keterangan Gambar 1 Ketinggian roller :

- Ukuran Tertinggi
- Batas Tengah/Pertengahan
- Ukuran Terendah

Dalam penelitian eksperimental ini, variabel yang akan diuji adalah pengaruh ukuran roller terhadap hasil sortir, sehingga dalam setiap percobaan akan diuji dengan menggunakan roller yang memiliki ketinggian berbeda untuk mendapatkan hasil yang optimal. Hasil dari penelitian ini akan memberikan informasi penting tentang efektivitas alat sortir buah apel berdasarkan perbedaan ukuran dan warna dapat dilihat pada Tabel 1 set ketinggian roller terhadap karpet konveyor. Dengan demikian, metode penelitian eksperimental sangat cocok digunakan untuk menguji efektivitas dan kehandalan sistem sortir ukuran pada penelitian ini.

Tabel 1 Set Ketinggian Roller Kondisi Ukuran Apel

Ukuran Buah Apel	Nilai	
	Min	Max
Apel Kecil	56,5 mm	73,1 mm
Apel Besar	73,1 mm	92,3 mm

Berdasarkan data empiris sortir ukuran tersebut, dapat ditentukan ketinggian *roller* terhadap karpet konveyor untuk setiap wadah sortir ukuran yaitu untuk wadah apel kecil berukuran 56 mm sampai dengan 73mm sedangkan untuk wadah apel besar berukuran 74mm sampai 92mm. Dengan demikian, apel yang memenuhi syarat ukuran oleh roller akan masuk ke dalam wadah yang sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 2. Ukuran pada buah Apel

B. Penerapan metode pada sortir warna

Penggunaan sensor TCS 3200 pada sistem sortir buah apel juga termasuk dalam metode eksperimental. Dalam kasus sistem sortir buah apel dengan menggunakan sensor TCS 3200, pengumpulan data empiris dilakukan dengan menempatkan sensor pada ruang tertutup agar pembacaan lebih konsisten. Data yang diambil adalah nilai warna buah apel pada kelompok warna merah dan hijau. Kemudian, data tersebut diolah dan dianalisis untuk menentukan efektivitas sensor TCS 3200 dalam melakukan sortir buah apel berdasarkan perbedaan warna, dapat dilihat set nilai warna buah apel pada Tabel 2.

Metode pengumpulan data empiris ini penting dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sensor TCS 3200 dapat mengenali perbedaan warna pada buah apel dan mengklasifikasikan ke dalam kelompok warna merah atau hijau. Dari hasil pengolahan dan analisis data tersebut, dapat diperoleh informasi data yang berguna untuk pengembangan sistem sortir buah apel yang lebih efektif dan efisien.[22]

Tabel 2 Set Nilai RGB Kondisi Warna Apel

Warna Buah Apel	Nilai					
	R		G		B	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Merah	43	69	70	120	77	110
Hijau	31	42	30	59	52	56



Gambar 3. Nilai RGB pada buah apel Hijau dan Merah

PERANCANGAN

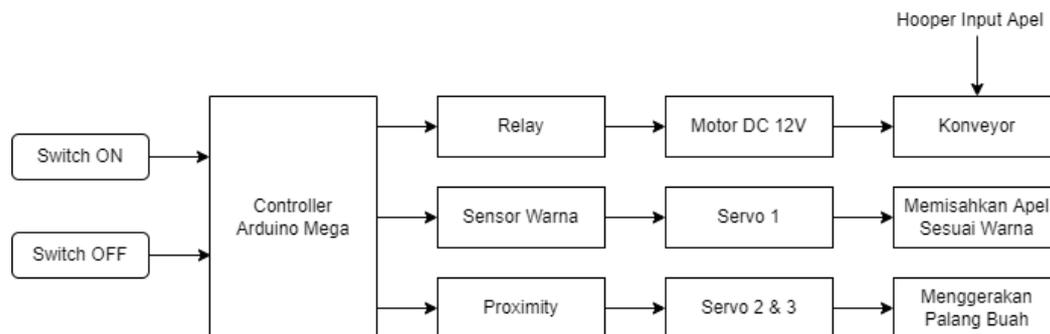
Penelitian ini meliputi perancangan sistem sortir otomatis yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu studi pustaka tentang sistem sortir otomatis, perancangan sistem, perancangan mekanik perancangan sistem kontrol, serta pengujian dan evaluasi sistem secara keseluruhan untuk mengevaluasi kinerjanya yaitu berupa data pengujian dan memastikan bahwa sistem tersebut dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan.

Rancangan System

A. Blok Diagram

Gambar 3 menunjukkan blok diagram dari sistem otomatis untuk menyortir buah apel. Proximity dan TCS3200 merupakan sensor pada alat sortir yang ditunjukkan pada Gambar 3. Adapun eksekutor pemilah terdiri dari motor DC, satu motor servo MG966, dan dua motor servo MG90S. Arduino Mega 2560 mengatur seluruh komponen pada alat ini.

Proses penyortiran buah apel dilakukan dengan menggunakan sensor warna TCS3200. Sensor tersebut akan mendeteksi warna pada buah apel dan mengirimkan data hasil deteksi ke Arduino Mega 2560 untuk diproses. Data tersebut kemudian digunakan untuk mengatur pergerakan motor servo MG996, yang bertujuan untuk mengatur arah gerakan buah apel sesuai dengan warnanya. Selain itu, terdapat sensor proximity yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan buah apel pada hooper dan wadah. Data hasil deteksi dari sensor proximity akan diolah oleh mikrokontroler untuk mengatur pergerakan dari 2 servo Mg90S, sehingga dapat memindahkan buah apel ke tempat yang sudah ditentukan.



Gambar 4. Diagram Blok

B. Flowchart

Penerapan metode eksperimental pada alat sortir otomatis membantu dalam mengatur proses penyortiran buah apel secara efisien berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Data yang dihasilkan dari eksperimen diolah menjadi input untuk mendapatkan output yang diinginkan sesuai dengan set yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk memudahkan pemahaman dalam proses penyortiran otomatis, sebuah diagram alur (flowchart) pada Gambar 5 dirancang sebagai perencanaan perangkat lunak yang akan digunakan. Dengan menggunakan flowchart, proses penyortiran dapat diatur dengan lebih baik sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil sortiran buah apel.

Seperti yang dapat dilihat pada flowchart di Gambar 5, dimana penyortiran dibagi menjadi 2 proses, dimulai dengan proses sortir ukuran dan kemudian sortir warna. Proses sortir ukuran dimulai ketika buah pada hooper terdeteksi, proses pemisahan dimulai, pada pemisahan buah berdasarkan perbedaan ukuran jika ukuran apel kurang dari 7 cm, maka buah apel akan masuk kedalam wadah 1 (wadah pada output sortir ukuran) dan akan terdeteksi oleh sensor proximity pada wadah tersebut dan akan memberi perintah servo untuk mengarahkan apel ke wadah kecil pada output box sortir warna dikarenakan apel hijau dan merah masih bercampur proses selanjutnya yaitu proses indentifikasi warna buah apel dengan menggunakan sensor

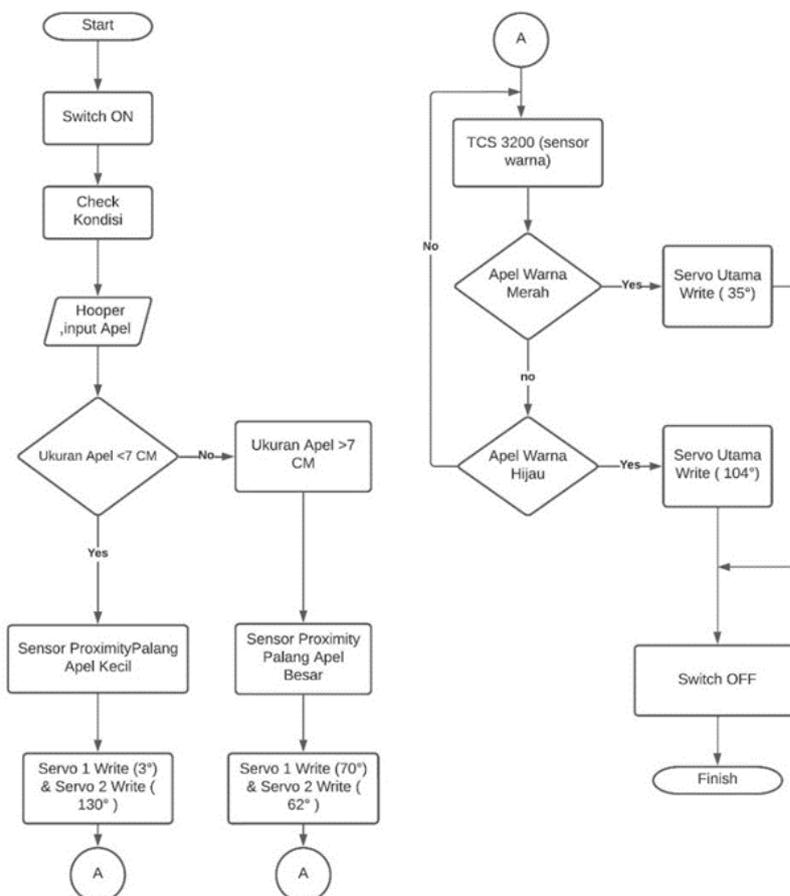
warna TCS3200, jika warna buah apel berwarna hijau maka apel akan diarahkan ke wadah apel hijau kecil (wadah pada output box sortir warna). Sedangkan buah apel yang berukuran lebih dari 7 cm akan masuk kedalam wadah 2 (wadah pada output sortir ukuran) dan akan terdeteksi oleh sensor proximity pada wadah tersebut dan akan memberi perintah servo untuk mengarahkan apel ke wadah besar pada output box sortir warna dikarenakan apel hijau dan merah masih bercampur dilanjutkan proses indentifikasi warna buah apel dengan menggunakan sensor warna TCS3200, jika warna buah apel berwarna merah maka apel akan diarahkan ke wadah apel merah besar (wadah pada output box sortir warna).

Rancangan Mekanik

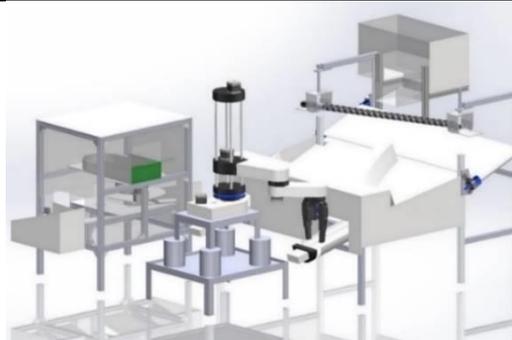
Gambar 6 menunjukkan rancangan mekanik alat sortir buah, yang memiliki ukuran panjang 1 meter, lebar 1,2 meter, dan tinggi 80 cm. Alat ini terdiri dari beberapa komponen, di antaranya hooper dengan ukuran panjang 40cm, lebar 20cm, dan tinggi 20cm, roller dengan ukuran panjang 730mm dan diameter 25mm, konveyor dengan ukuran 810mm x 700mm, serta mekanik sortir warna berbentuk kubus dengan ukuran panjang 710mm, lebar 365mm, dan tinggi 600mm.

Alat sortir buah ini menggunakan rangka utama dari Aluminium Profile dengan ukuran 20 mm x 20 mm dan akrilik, sedangkan roller menggunakan pipa PVC. Sistem mekanik alat sortir buah dilengkapi dengan konveyor yang memiliki dua kelompok wadah untuk menampung buah apel dengan klasifikasi warna dan ukuran yang berbeda. Wadah pertama digunakan untuk menampung buah apel kecil, sementara wadah kedua digunakan untuk menampung buah apel besar. Sensor proximity dipasang pada setiap wadah untuk memberikan perintah pada servo palang yang berada pada box warna.

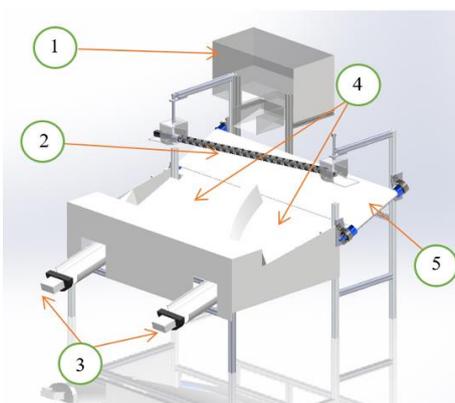
Untuk proses penyortiran pada box warna, terdapat empat wadah penampung yang masing-masing digunakan untuk menampung buah apel dengan klasifikasi warna dan ukuran tertentu. Wadah pertama dan kedua digunakan untuk menampung buah apel hijau kecil dan besar, sementara wadah ketiga dan keempat digunakan untuk menampung buah apel merah kecil dan besar. Dengan sistem ini, proses penyortiran buah apel dapat dilakukan secara otomatis dengan lebih efisien dan akurat.



Gambar 5. Flowchart



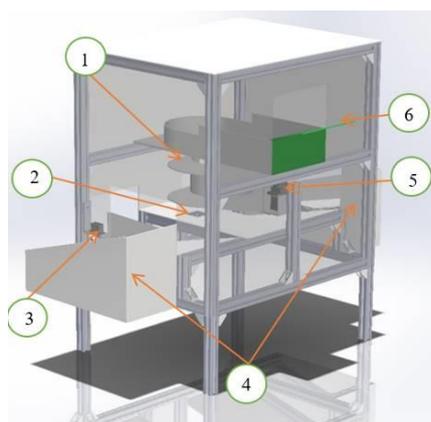
Gambar 6. Desain Alat Sortir Buah Apel



Gambar 7. Desain Mekanik Sortir Ukuran

Keterangan Gambar 6 Desain Mekanik Sortir Ukuran:

1. Hooper
2. Roller
3. Sensor Proximity
4. Bagian Pemisah
5. Konveyer sortir ukuran



Gambar 8. Desain Mekanik Sortir Warna

Keterangan Gambar 8 Desain Mekanik Sortir Warna:

1. Wadah Rotary
2. Bagian sortir warna
3. Motor Servo
4. Jalur Apel Kecil
5. Motor Servo Torsi
6. Input Apel

Rancangan Sistem Kontrol

Gambar 9 menunjukkan desain elektronik dari alat sortir buah apel otomatis, yang terdiri dari beberapa komponen seperti Power Supply 12V DC, Arduino Mega 2560, stepdown, relay 1 channel, motor dc high torque, sensor proximity, sensor warna TCS3200, motor servo high torque MG996, dan motor servo MG96s.

Power Supply 12V DC digunakan sebagai sumber daya utama untuk alat sortir ini, sedangkan Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan memproses data. Relay 1 channel digunakan untuk mengaktifkan motor DC high torque ketika terdeteksi buah apel pada hooper. Motor DC high torque digunakan sebagai penggerak konveyor dengan kecepatan konstan 115 rpm.

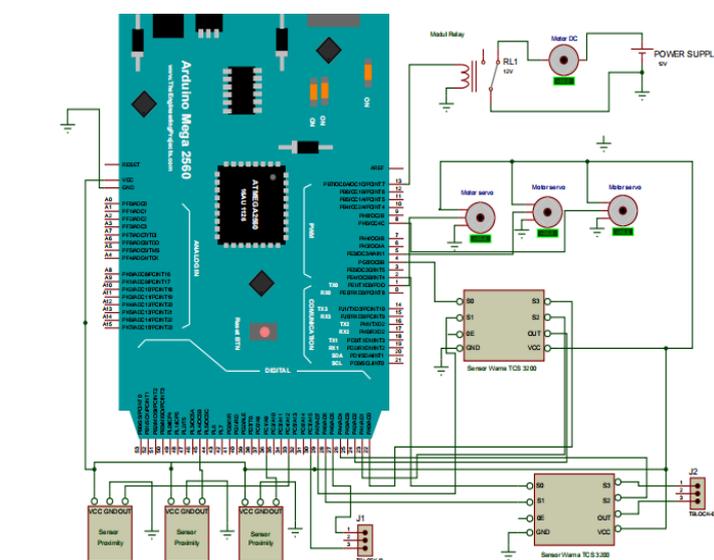
Sensor warna TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna dari buah apel dan memberikan perintah kepada motor servo high torque MG996 yang berfungsi sebagai eksekutor pemilah buah apel berdasarkan warna, sementara sensor proximity pada wadah penampungan yang terletak dioutput sortir ukuran digunakan untuk mendeteksi penampung yang berisi buah apel dan memberikan perintah Motor servo MG96s untuk mengarahkan apel ke wadahnya masing-masing yang berada pada output box sortir warna.

Proses dimulai dengan persiapan komponen, di mana komponen-komponen tersebut disiapkan dan dihubungkan sesuai gambar rangkaian yang telah direncanakan yaitu dapat dilihat pada Gambar 9. Setelah itu, software Arduino IDE dikonfigurasi untuk digunakan dengan papan Arduino Mega 2560. Library sensor dan motor diimpor pada software Arduino IDE. Pada tahap inialisasi variabel, pin-pin yang terhubung ke komponen-komponen tersebut ditentukan, dan variabel-variabel yang diperlukan untuk pengambilan keputusan, seperti batas warna buah apel merah dan hijau, diinisialisasi.

Selanjutnya, *system* membaca data dari sensor proximity dan sensor warna TCS3200. Data sensor ini kemudian diinterpretasikan dan digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan. Berdasarkan data sensor, *system* menentukan tindakan yang harus dilakukan, seperti memilah buah apel berdasarkan warna atau ukuran. Pengambilan keputusan dilakukan melalui struktur kondisional if-else.

Setelah pengambilan keputusan, *system* mengendalikan aktuator, yaitu motor servo dan motor DC. Motor servo digunakan untuk memilah buah apel berdasarkan warna dengan mengatur sudut rotasi servo sesuai keputusan yang diambil. Motor DC digunakan untuk menggerakkan konveyor dengan kecepatan konstan 115 rpm.

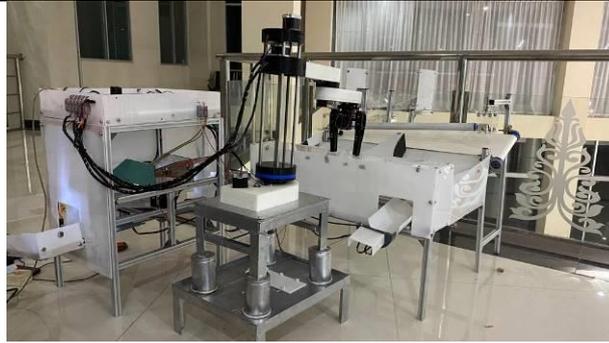
Proses pembacaan sensor, pengambilan keputusan, dan pengendalian aktuator diulangi secara terus-menerus untuk setiap siklus pemrosesan buah apel.



Gambar 9. Rangkaian Alat Sortir Buah Apel Otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan secara real time dengan menggunakan sampel 22 buah apel. Data input terdiri dari ukuran buah dan nilai RGB dari setiap sampel yang akan menentukan hasil pada output. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengujian keberhasilan sortir ukuran dan pengujian keberhasilan sortir warna.



Gambar 10 Alat sortir buah apel berdasarkan perbedaan ukuran dan warna



Gambar 11 (a)

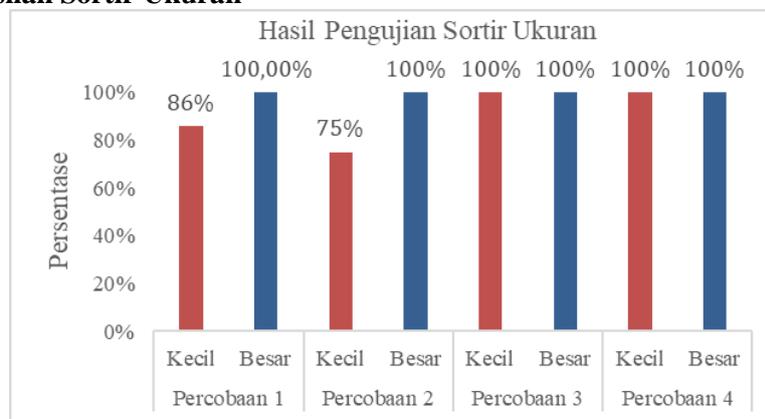


Gambar 11 (b)

Keterangan Gambar 11 Alat Sortir buah apel:

- Alat sortir ukuran
- Alat sortir warna

Pengujian Keberhasilan Sortir Ukuran



Gambar 12 Kolom Hasil Pengujian Sortir Ukuran

Dalam proses penyortiran ukuran pada alat sortir otomatis ini, telah dilakukan pengujian keakuratan roller dan conveyor dengan menghitung tingkat keberhasilan dalam memisahkan apel berdasarkan ukuran yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil pengujian, didapat data keberhasilan sebagai berikut:

a). Percobaan Pertama

Apel Kecil = 15

Apel Besar = 7

Total = 15 + 7 = 22

$$\%error = \frac{7 - 6}{7} \times 100 = 14,28\%$$

$$\%keberhasilan = 100\% - 14,28\% = 85,72\%$$

Dari total 22 buah apel yang diuji, 7 buah apel besar berhasil tersortir dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Sementara itu, pada kelompok apel kecil berhasil tersortir sebanyak 15 buah dengan tingkat keberhasilan mencapai 85,72%, meskipun terdapat satu apel yang salah terdeteksi dengan ukuran 70 mm.

b). Percobaan Kedua

Apel Kecil = 14

Apel Besar = 8

Total = 14 + 8 = 22

$$\%error = \frac{8 - 6}{8} \times 100 = 25\%$$

$$\%Keberhasilan = 100\% - 25\% = 75\%$$

Dari total 22 buah apel yang diuji, 6 buah apel besar berhasil tersortir dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Sementara itu, pada kelompok apel kecil berhasil tersortir sebanyak 16 buah dengan tingkat keberhasilan mencapai 75%, meskipun terdapat dua apel yang salah terdeteksi yaitu apel dengan ukuran 68 mm.

c). Percobaan Ketiga

Apel Kecil = 14

Apel Besar = 7

Total = 14 + 7 = 21

$$\%error = \frac{7 - 7}{7} \times 100 = 0\%$$

$$\%keberhasilan = 100\% - 0\% = 100\%$$

Dari total 21 buah apel yang diuji, 14 buah apel kecil dan 7 buah apel besar berhasil tersortir dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

d). Percobaan Keempat

Apel Kecil = 10

Apel Besar = 7

Total = 10 + 7 = 17

$$\%error = \frac{8 - 8}{8} \times 100 = 0\%$$

$$\%keberhasilan = 100\% - 0\% = 100\%$$

Dari total 17 buah apel yang diuji, 10 buah apel kecil dan 7 buah apel besar berhasil tersortir dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

Dapat dilihat pada Tabel Akumulasi keberhasilan dari semua percobaan pengujian sortir ukuran dengan total jumlah apel sebanyak 82 buah, 79 buah berhasil disortir dan 3 buah tidak berhasil di sortir.

Table 2 Akumulasi Persentase Keberhasilan Sortir Ukuran

Percobaan	Sortir Apel Kecil	Sortir Apel Besar	Total	% Keberhasilan	% Error Sortir ukuran Kecil	% Error Sortir ukuran Besar
Percobaan 1	15	7	22	92,86%	14,28%	0%
Percobaan 2	16	6	22	87,5%	25%	0%
Percobaan 3	14	7	21	100%	0%	0%
Percobaan 4	10	7	17	100%	0%	0%
Akumulasi Keberhasilan Sortir Ukuran			82	96%	4%	



Gambar 13 Proses Sortir Buah Berdasarkan Ukuran

Pengujian Keberhasilan Sortir Warna

Pada pengujian ketepatan sensor, dilakukan pengambilan data dari sensor TCS3200 dan pengukuran yang meliputi ketepatan sensor dalam mendeteksi warna kelompok apel merah dan hijau. Pengujian ini

dilakukan untuk mengetahui apakah sensor mampu mendeteksi warna pada sebuah apel saat apel berada dalam box sortir dan apakah sensor stabil ketika mendeteksi berulang-ulang. Untuk itu, sensor dipasang pada sisi bawah box dengan tujuan untuk mendeteksi warna apel yang langsung menyentuh permukaan sensor. Apabila sensor berhasil mendeteksi warna pada sebuah apel, motor servo akan ON dan mengarahkan apel ke wadah yang sesuai dengan warnanya, baik itu hijau maupun merah. Pengujian dilakukan berulang-ulang dengan variasi warna pada apel yang berbeda-beda. Hasil pengujian ketepatan sensor pada proses sortir buah apel ini dapat dilihat pada Gambar 14 dan Tabel 4.



Gambar 14 Hasil pengujian sortir warna

a. Apel Merah

$$\% \text{keberhasilan} = \left| \frac{(18 - 3)}{18} \right| \times 100 = 83,33\%$$

$$\% \text{error} = 100\% - 83,33\% = 16,67\%$$

b. Apel Hijau

$$\% \text{keberhasilan} = \left| \frac{(12 - 3)}{12} \right| \times 100 = 75\%$$

$$\% \text{error} = 100\% - 75\% = 25\%$$

Dari tabel 4 dapat dilihat percobaan ketepatan sensor dilakukan sebanyak 30 kali. Pada data hasil yang didapatkan dalam 30 percobaan ini, sensor mampu mendeteksi warna apel dengan akurat. Persentasi keberhasilan sortir warna pada buah apel dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\% \text{keberhasilan} = \left| \frac{(\text{jumlah apel} - \text{berhasil})}{\text{jumlah apel}} \right| \times 100$$

$$\% \text{keberhasilan} = \left| \frac{(30 - 6)}{30} \right| \times 100 = 80\%$$

$$\% \text{error} = 100\% - 80\% = 20\%$$

Table 3 Akumulasi Persentase Keberhasilan Sortir Warna

Jumlah apel	Berhasil	Tidak Berhasil	% Berhasil	% Error
30 buah	24	6	80%	20%



Gambar 15 (a)



Gambar 15 (b)

Keterangan Gambar 15 Proses sortir buah berdasarkan warna:

- a. Jalur kanan untuk apel merah
- b. Jalur kiri untuk apel hijau

PENUTUP

Sistem sortir buah apel otomatis ini menggunakan metode Eksperimental pada proses penyortirannya. Penerapan metode Eksperimental ini membuat rancang bangun alat sortir buah apel otomatis ini menjadi lebih baik dalam mensortir apel. Berdasarkan data hasil percobaan dan analisa dari alat sortir buah apel berdasarkan ukuran dan warna dapat diambil kesimpulan, Persentase keberhasilan pada proses sortir ukuran sebesar 96% dengan 79 buah berhasil disortir. Persentase kegagalan/*error* pada proses sortir ukuran sebesar 4% dengan 3 buah tidak berhasil disortir. Persentase keberhasilan pada proses sortir warna sebesar 80% dengan 24 buah berhasil disortir. Persentase kegagalan/*error* pada proses sortir warna sebesar 20% dengan 6 buah tidak berhasil disortir.

Untuk mencapai hasil yang optimal dalam mengaplikasikan sistem ini, diperlukan pengembangan lebih lanjut. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan evaluasi terhadap sistem yang telah ada dan mengidentifikasi potensi perbaikan atau peningkatan yang dapat dilakukan. Selain itu, perlu dilakukan uji coba lebih lanjut dan pemantauan terhadap sistem saat diaplikasikan dalam lingkungan yang lebih kompleks atau skala yang lebih besar. Dengan melakukan pengembangan lebih lanjut, diharapkan sistem dapat bekerja secara lebih efisien, andal, dan dapat memenuhi kebutuhan penggunaanya dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Y. Limpo, "Mentan Sebut Petani Indonesia Bertambah 8 Juta Selama Pandemi," 2021. <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-5552969/mentan-sebut-petani-indonesia-bertambah-8-juta-selama-pandemi>
- [2] U. Isbah and R. Y. Iyan, "Analisis Peran Sektor Pertanian dalam Perekonomian dan Kesempatan Kerja di Provinsi Riau," *J. Sos. Ekon. Pembang.*, vol. Tahun VII, no. 19, pp. 45–54, 2016.
- [3] A. J. Sahwal, "Komoditas Buah Apel Indonesia di Pasar Internasional," 2013, [Online]. Available: <https://blog.ub.ac.id/aliphjuan/2013/07/17/komoditas-buah-apel-indonesia-di-pasar-internasional/>
- [4] J. Rusman and N. Pasae, "Prototype Sistem Penyortir Buah Kopi Arabika Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Metode Support Vector Machine," *Teknika*, vol. 12, no. 1, pp. 65–72, 2023, doi: 10.34148/teknika.v12i1.602.
- [5] K. Setyadjit, B. Hariadi, and J. T. Elektro, "Menentukan kualitas buah apel malang berdasarkan kulitnya memanfaatkan pengolahan citra digital," vol. 25, no. 2, pp. 1–12, 2022.
- [6] N. Asiah, L. Cempaka, K. Ramadhan, and S. H. Matatula, *Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan Pada Suhu Rendah*, vol. 1. 2020.
- [7] M. Rahmasinta, "Laporan Praktik Kerja Lapangan (Pkl) Penerapan Mesin Pascapanen Dan Pengemasan Produk Hortikultura Di Lembang Agri," pp. 1–61, 2022.
- [8] dkk Febyan Dimas Pramanta, "Sistem Cerdas Penyortir Apel Berdasarkan Warna Dan Ukuran Berbasis Mikrokontroler Arduino," 2017, [Online]. Available: <http://www.proceeding.sentrinov.org/index.php/sentrinov/article/download/261/239>
- [9] L. N. Fitiriani, F. Utamingrum, and W. Kurniawan, "Tampilan Klasifikasi Jenis Buah Apel Lokal Berdasarkan Penciri Warna, Aspectratio dan GLCM Menggunakan Belt Konveyor Berbasis Raspberry Pi," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1167–1173, 2019, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4322/2018>
- [10] N. Network and F. Extraction, "JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering) A Good Accuracy in Apple Fruits Quality Based on Back Propagation," vol. 6, no. July, pp. 38–48, 2022.
- [11] W. Angela, "Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 Laporan Skripsi Universitas Islam Riau," 2022.
- [12] D. Rahman Sya'ban, A. Hamzah, and E. Susanti, "Klasifikasi Buah Segar Dan Busuk Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network Dengan Tflite Sebagai Media Penerapan Model Machine Learning," *Pros. Snast*, no. November, pp. F7-16, 2022, doi: 10.34151/prosidingsnast.v8i1.4180.
- [13] M. F. Amin, S. R. Akbar, and E. R. Widasari, "Rancang Bangun Sistem Sortir Buah Apel Menggunakan Sensor Warna Dan Sensor Suhu," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 3, pp. 236–240, 2017.
- [14] A. Azizah, "Rancang Bangun Sistem Panen Buah Kelapa Muda Berbasis Mikrokontroler," 2018, [Online]. Available: <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/13867/%0Ahttp://repositori.uin-alauddin.ac.id/13867/1/Ayu>

- Azizah.pdf
- [15] R. D. Nareswara and A. imam Agung, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Beban Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT),” vol. 08, 2019.
 - [16] N. M. Ratminingsih, “Penelitian Eksperimental Dalam Pembelajaran Bahasa Kedua,” *Prasi*, vol. 6, no. 11, pp. 31–40, 2010.
 - [17] I. Alwi, “Kriteria Empirik dalam Menentukan Ukuran Sampel Pada Pengujian Hipotesis Statistika dan Analisis Butir,” *Form. J. Ilm. Pendidik. MIPA*, vol. 2, no. 2, pp. 140–148, 2015, doi: 10.30998/formatif.v2i2.95.
 - [18] S. A. Adegbite, S. K. Adeyemi, A. O. Komolafe, M. O. Salami, C. F. Nwaeche, and A. A. Ogunbiyi, “Design and Development of Fruit Washer,” *J. Sci. Res. Reports*, vol. 21, no. 6, pp. 1–11, 2019, doi: 10.9734/jsrr/2018/46041.
 - [19] N. S. M. Elkaoud and R. K. Mahmoud, “Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Design and implementation of sequential fruit size sorting machine 1 Projeto e implementação de uma máquina sequencial de classificação por tamanho de frutas,” pp. 722–728, 2022.
 - [20] N. Satriawan, “Pengertian Metode Penelitian Eksperimen dan Cara Menggunakannya,” 2018. <https://ranahresearch.com/pengertian-metode-penelitian-eksperimen/>
 - [21] A. Jayadi and D. Meilinda, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan Sensor Warna TCS3200,” vol. 3, no. 2, pp. 1–13.

Biodata Penulis

M. Noor Khafit, lahir di Dumai, 31 Maret 2001. Menyelesaikan program studi D3 pada Jurusan Teknologi Rekayasa Mekatronika di Politeknik Caltex Riau tahun 2022. Dan pada tahun yang sama melanjutkan program studi dengan jenjang D4 Teknologi Rekayasa Mekatronika di Politeknik Caltex Riau.

Nur Khamdi, S.Si., M.T, Menyelesaikan S1 pada jurusan Pendidikan Instrument Fisika FMIPA di Institut Teknologi 10 November Surabaya tahun 1995 dan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik bidang Elektronika Industri Elektro FTI pada tahun 2010. Sejak tahun 2003 menjadi dosen pengajar tetap di jurusan Teknologi Rekayasa Mekatronika Politeknik Caltex Riau.

Jajang Jaenudin, S.T., M.T, Menyelesaikan S1 di Institut Teknologi Bandung pada tahun 1999 dan melanjutkan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2010. Sejak tahun 2002 menjadi dosen tetap di jurusan Teknologi Rekayasa Mekatronika Politeknik Caltex Riau dengan kompetensi Modeling, Simulation and control.

Edilla, S.ST., M.T, Menyelesaikan D-4 di Politeknik Manufaktur Bandung pada tahun 2011 dan melanjutkan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2014. Sejak tahun 2012 menjadi dosen tetap di jurusan Teknologi Rekayasa Mekatronika Politeknik Caltex Riau dengan kompetensi Otomasi Industri.