

RANCANG BANGUN KONVEYOR PENYORTIR BUAH BELIMBING BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN DARI WARNA BERBASIS ARDUINO UNO

Dani Al Razaq¹, Fawaidul Badri², Efendi S Wirateruna³

¹²³Universitas Islam Malang

21701053006@unisma.ac.id, fawaidulbadri@unisma.ac.id, efendi.s.wirateruna@unisma.ac.id

ABSTRACT

This system was designed with the aim of designing and making an automatic sorting system for starfruit which was originally done manually, with this system it can be done automatically through the system so that it can make work done by humans easier, more practical, economical and efficient in sorting fruit. starfruit. This device uses an Arduino Uno-based conveyor and a TCS3200 color sensor so that starfruit can be transported from one place to another. In addition, the function of the conveyor is also an automatic sorter for star fruit. In the industrial world, the sorting process can be done using human power (manually) or automatically using a machine. The use of human power on fruit objects and work that is done repeatedly can cause saturation in large capacities and long working times. Selection of star fruit with human power also has disadvantages in terms of speed in sorting. Therefore, to overcome this problem an Arduino Uno-based automatic star fruit sorter was designed. This research was conducted by searching literature and collecting data from books and other sources as well as observing tools to get the expected results.

Keywords: Conveyor, sorting tool, star fruit, Arduino Uno.

ABSTRAKSI

Sistem ini dirancang dengan tujuan merancang dan membuat sistem penyortiran otomatis buah belimbing yang semula dilakukan manual, dengan adanya sistem ini dapat dilakukan secara otomatis melalui sistem sehingga dapat mempermudah pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih praktis, ekonomis dan efisien dalam menyortir buah belimbing. Perangkat ini menggunakan konveyor berbasis Arduino Uno dan sensor warna TCS3200 supaya buah belimbing dapat diangkut dari satu tempat ke tempat lain. Selain itu, fungsi dari konveyor juga sebagai penyortir buah belimbing secara otomatis. Dalam dunia industri, proses sortir dapat dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia (manual) maupun otomatis menggunakan mesin. Penggunaan tenaga manusia terhadap objek buah serta pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dapat menyebabkan kejenuhan dalam kapasitas yang besar dan waktu kerja yang lama. Seleksi buah belimbing dengan tenaga manusia juga memiliki kekurangan dari segi kecepatan dalam mensortir. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut dirancang sebuah alat sortir buah belimbing secara otomatis berbasis Arduino Uno. Penelitian ini dilakukan dengan mencari literatur dan mengumpulkan data dari buku maupun dari sumber lainnya serta melakukan observasi alat guna mendapatkan hasil yang diharapkan.

Kata Kunci : Konveyor, Alat sortir , Buah Belimbing, Arduino Uno.

I. PENDAHULUAN

Belimbing atau belimbing manis adalah tanaman buah berbentuk khas yang berasal

dari Indonesia, India dan Sri Lanka. Belimbing manis ini memiliki nama latin *Averrhoa carambola* yang termasuk ke dalam family *Oxalidaceae* dengan ordo *Oxalidales*. Buah belimbing berwarna kuning ke hijauan.

Saat baru tumbuh, buahnya berwarna hijau dan jika dipotong buahnya mempunyai penampang yang berbentuk bintang dan berbiji kecil yang berwarna coklat. Buah ini memiliki rasa yang manis dan sedikit rasa asam yang segar serta mengandung banyak vitamin A dan C.

Buah belimbing atau *Averrhoa carambola* termasuk jenis buah yang banyak ditemukan di daerah tropis, termasuk Indonesia. Buah ini cukup dikenal karena memiliki rasa asammanis yang khas dan menyegarkan, serta dapat diolah menjadi jus, salad buah, atau puding. Selain itu, buah yang masih satu keluarga dengan belimbing wuluh ini juga mengandung beragam antioksidan, seperti beta karoten, asam galat, dan quercetin. Berkat kandungan nutrisi yang melimpah di dalamnya, buah belimbing bahkan sering digunakan sebagai pengobatan *ayurveda* untuk mengatasi demam, batuk, diare, dan sakit kepala kronis.[1]

Dampak pesatnya kemajuan teknologi telah memberi dorongan kepada manusia dalam berbagai aspek menuju otomatisasi, menggeser metode manual ke era otomatisasi yang dapat bekerja secara otomatis dan memiliki ketelitian tinggi sehingga dapat mempermudah pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih praktis, ekonomis dan efisien. Perkembangan teknologi tersebut telah mendorong kehidupan manusia untuk hal-hal yang otomatis. Otomatisasi dalam semua sektor yang tidak dapat dihindari, sehingga penggunaan yang awalnya manual bergeser ke otomatisasi. Salah satu contoh sektor pertanian buah blimbing diketahui dalam melakukan pemilahan hasil panen buah blimbing masih menggunakan sistem manual sehingga perlu adanya alat pemilah otomatis.

Proses penyortiran buah-buahan pada saat ini masih terdapat aspek-aspek yang penting untuk dilakukan penelitian, terutama untuk perancangan alat. Pada proses sortasi secara manual, kelemahan yang dimiliki manusia manakala manusia melakukan tugastugas sensorik dalam kapasitas yang besar dan waktu kerja yang lama. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut digunakan pendekatan mekanis dengan teknologi otomatisasi agar lebih efektif dan efisien.

Penggunaan tenaga manusia (manual) sebagai penentu tingkat grade buah berdasarkan warna memiliki beberapa kekurangan antara lain penilaian manusia yang bersifat subyektif dan tidak konsisten terhadap objek buah serta pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dapat menyebabkan kejenuhan. Seleksi buah belimbing dengan tenaga manusia juga memiliki kekurangan dari segi kecepatan dalam mensortir.

Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang mampu mensortir lebih cepat dan akurat agar proses produksi semakin meningkat. Maka dari itu dibangunlah sebuah alat berbasis Arduino Nano dengan menggunakan sensor TCS3200 untuk mensortir buah belimbing yang dapat membantu proses penyortiran buah belimbing.

II. METODE PENELITIAN

A. KERANGKA PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ini memiliki kerangka awal yaitu alur metode penelitian yang dimulai dengan *studi literatur* yang bertujuan agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan hasil yang maksimal, *studi literatur* ini dilakukan peneliti untuk mencari dan mengumpulkan informasi terkait topik penelitian yang akan dilakukan. Setelah itu, merancang desain *wiring* sistem yang akan digunakan untuk memberikan gambaran umum pembuatan alat dan mulai mempersiapkan pembuatan alat yang diperlukan.



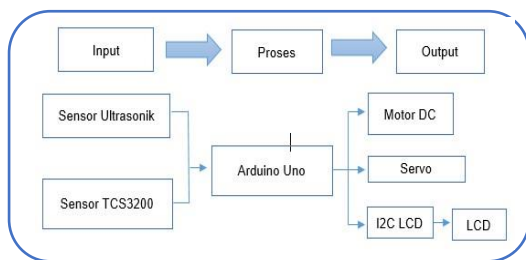
Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Setelah alat selesai dibuat, peneliti melakukan uji coba untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik dan sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Setelah hasil uji coba diperoleh, peneliti melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan selama proses penelitian.

Setelah analisis selesai, peneliti menuliskan laporan penelitian dengan menggunakan format yang telah ditentukan dan mengikuti standar akademik. Laporan ini berisi hasil penelitian, analisis, dan kesimpulan yang diambil dari data yang telah dikumpulkan. Setelah laporan penelitian selesai ditulis dan direvisi oleh dosen pembimbing, peneliti menyelesaikan prosedur penelitian dengan menyampaikan hasil penelitian dan kesimpulan melalui publikasi ilmiah.

B. PERANCANGAN ALAT

Untuk merencanakan perancangan alat dari konveyor penyortir buah belimbing otomatis. Langkah awal yang diperlukan oleh peneliti adalah membuat diagram perancangan sistem kendali pada Gambar 2.



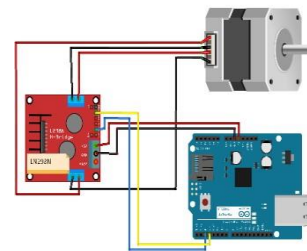
Gambar 2. Blog Diagram Perancangan Alat

konsep dari pengoperasiannya adalah Arduino Uno menjadi komponen utama atau otak prosesor pada sistem alat ini. Arduino uno akan mendapatkan data dari pembacaan sensor warna TSC3200 berupa hasil nilai RGB yang nilainya akan berbeda-beda pada setiap warna buah yang melewati sensor warna TCS3200 yang kemudian nilai dari RGB akan diproses oleh Arduino Uno dan ditampilkan hasil pembacaan warna pada layar LCD 16X2.

Hasil dari pembacaan sensor warna yang telah diproses oleh Arduino Uno akan memicu motor servo sebagai penghalang akan bekerja sebagai penyortir buah belimbing yang akan menghalangi buah belimbing untuk terus berjalan maju dan kemudian buah yang dihalangi oleh motor servo akan jatuh ke setiap masing-masing wadah warna buah belimbing yang telah ditentukan.

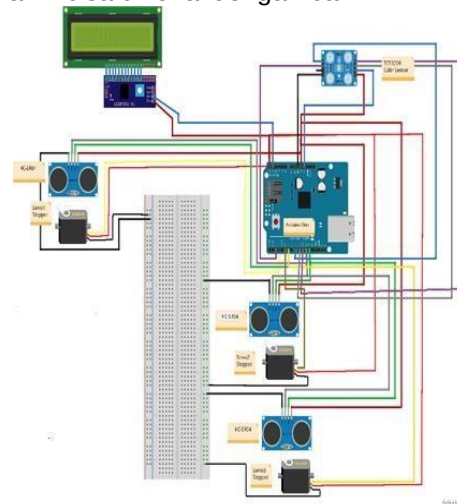
Tahapan perancangan mekanik terdiri dari dua tahap rangkaian perancangan arduino uno yang berbeda. Rancangan pertama

menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno, motor driver LN29N dan Motor DC pada rancangan pertama ini dibuat untuk dapat menjalankan tugasnya sebagai konveyor sehingga konveyor dapat memindahkan buah belimbing dari tempat satu ke tempat lainnya.



Gambar 3. Diagram Wiring Rangkaian Tahap 1

Rancangan kedua menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno dengan perangkat elektronik lainnya seperti motor servo, sensor warna, sensor ultrasonik, I2C dan LCD 16X2 pada rancangan kedua ini bertugas sebagai sistem untuk dapat menyortir buah belimbing berdasarkan warna hijau, kuning dan oren. Tahapan ini dirancang supaya alur kerja dari mekanik bisa dikenal dengan baik.

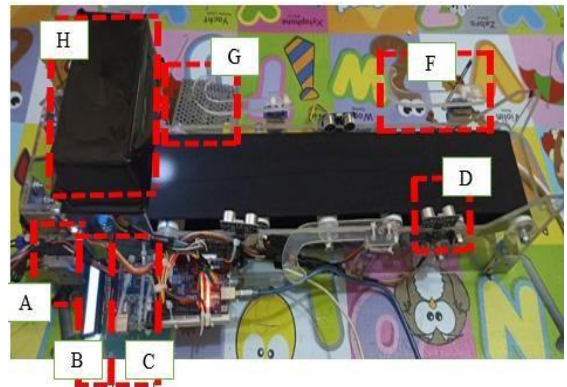


Gambar 4. Diagram Wiring Rangkaian Tahap 2

Rancangan tahap kedua menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno dengan perangkat elektronik lainnya seperti motor servo, sensor warna, sensor ultrasonik, I2C dan LCD 16X2 pada rancangan kedua ini bertugas sebagai sistem untuk dapat menyortir buah belimbing berdasarkan warna hijau, kuning dan oren. Tahapan ini dirancang supaya alur kerja dari mekanik bisa dikenal dengan baik.

Pada Gambar 3, rancangan rangkaian tahap satu merupakan sistem yang dikhususkan untuk menjalankan konveyor agar dapat memindahkan buah belimbing dari tempat satu ke tempat lainnya dan rancangan rangkaian tahap dua pada Gambar 4 merupakan sistem yang dirancang untuk dapat mengenali warna buah belimbing serta dapat menyortir buah belimbing berdasarkan warna hijau, kuning dan oren. Rancangan sistem yang ditunjukkan oleh nomor dua ini bekerja dengan menggunakan sensor ultrasonik yang akan mendeteksi buah belimbing yang berada didepannya, lalu input buah belimbing yang dideteksi oleh sensor ultrasonik akan mengirimkan datanya ke mikrokontroler arduino uno dan akan memberikan perintah output, dimana 3 servo akan bekerja sebagai gerbang yang akan berfungsi sebagai penyortir buah belimbing yang akan memisahkan setiap masing-masing belimbing berdasarkan warna hijau, kuning dan oren dan hasil dari setiap pembacaan sensor warna pada buah belimbing selanjutnya akan ditampilkan hasilnya melalui layar LCD 16x2.

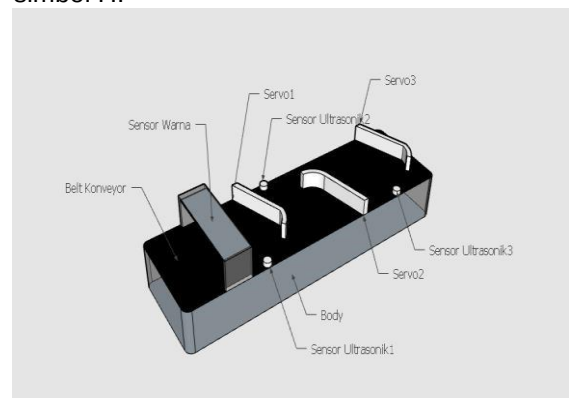
Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mendesain alat. Desain konveyor penyortir buah belimbing ini memiliki panjang 61,5 cm dengan ketinggian 24 cm. Komponen-komponen penyusun konveyor ini terdiri dari 2 arduino uno ditempatkan di dinding konveyor, 1 motor stepper sebagai penggerak yang ditempatkan disamping kanan konveyor, LN29N yang ditempatkan didepan dinding konveyor, 3 motor servo yang ditempatkan masing-masing di atas konveyor sebagai penyortir buah belimbing, 1 sensor warna yang ditempatkan diatas konveyor, 1 LCD 16X2 beserta I2C yang ditempatkan di dinding kanan konveyor, 1 *power supply* ditempatkan di samping konveyor, 3 sensor ultrasonik yang ditempatkan diatas konveyor dan sabuk konveyor untuk pengangkut buah belimbing dari tahap awal hingga tahap akhir. Bentuk desain perancangan konveyor dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Konveyor

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan alat dapat dilihat gambar 6, yakni terdiri dari motor DC dapat dilihat pada simbol A, LCD 16x2 dapat dilihat pada simbol B, arduino uno yang terdiri dari 2 buah arduino dapat dilihat pada simbol C, sensor ultrasonik dapat dilihat pada simbol D yang terdiri dari 3 sensor ultrasonik, motor servo dapat dilihat pada simbol F yang terdiri dari 3 buah motor servo, *power supply* yang dapat dilihat pada simbol G, dan sebuah sensor warna TCS3200 dapat dilihat pada simbol H.



Gambar 6. Hasil Desain Perangkat Keras

Hasil desain perangkat keras pada penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pemilahan buah belimbing yang mengintegrasikan sensor TCS3200 untuk menentukan warna buah, motor servo untuk memilah buah belimbing dan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama. Sistem ini juga menggunakan sensor jarak sebagai *trigger* pada servo untuk membuka dan menutup

gerbang, serta motor DC untuk menjalankan konveyor dan LCD16X2 untuk menampilkan informasi mengenai nilai RGB dan warna buah belimbing yang diproses.

A. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor Ultrasonik dilakukan sebanyak 10 kali dalam setiap masing-masing pengujian, pengujian akan dimulai dari pengukuran jarak 2,5 cm dengan jarak perbedaan sebesar 1 cm pada setiap pengujian berikutnya. Pengujian pertama dipilih pada jarak 2,5 cm sesuai dengan pedoman spesifikasi berdasarkan *datasheet* yang dimiliki oleh sensor ultrasonik sehingga untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak dengan baik sebagaimana mestinya dilakukan perbandingan pengujian yang akan dilakukan dengan menggunakan *mistar* atau penggaris untuk melihat apakah sensor Ultrasonik dapat bekerja dengan baik sesuai dengan pengukuran penggaris. Adapun pengujian sensor Ultrasonik menggunakan penggaris aluminium 30cm.

Tabel 1 Pengukuran Perbandingan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Menggunakan Penggaris.

NO	Pengukuran Oleh Mistar (cm)	Pengukuran Oleh Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	2,5	2,4	4%
2	3,5	3,6	2,8%
3	4,5	4,4	2,2%
4	5,5	5,7	3,6%
5	6,5	6,6	1,5%
6	7,5	7,7	2,6%
7	8,5	8,4	1,1%
8	9,5	9,7	2,1%
9	10,5	10,3	1,9%
10	11,5	11,8	2,6%
Rata-rata Error			2,44%

Berdasarkan pada Tabel 1 dalam pengujian dapat dilihat sensor Ultrasonik pada pengujian pertama didapatkan hasil perbedaan sebesar 0,1 cm dari jarak seharusnya dan perbedaan jarak terbesar sensor Ultrasonik dalam pengujian didapatkan hasil perbedaan paling besar yaitu 0,3 cm yaitu pada pengujian ke 9 dan ke 10 dengan rata-rata error sebanyak 2,44% dari 10 kali pengujian. Sehingga dari hasil yang didapatkan dapat peneliti

simpulkan akurasi sensor ultrasonik cukup baik dengan sedikit error yang didapatkan selama proses pengujian dan sensor Ultrasonik dapat bekerja dengan baik.

Cara menghitung error yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara *Mistar* (penggaris) dengan sensor ultrasonik dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Error \%} = \frac{x-y}{y} \times 100\%$$

Dimana :

x = Pengukuran oleh sensor ultrasonik (cm) y=

Pengukuran oleh *Mistar* (penggaris) (cm)

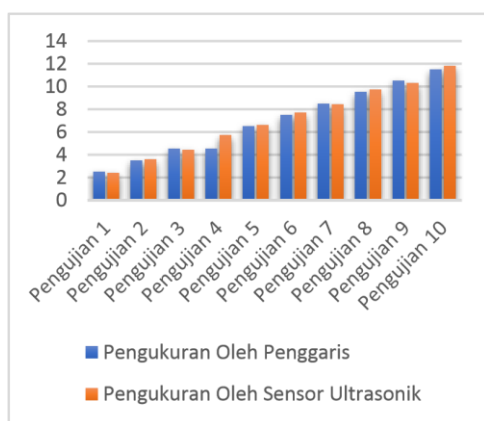
didapatkan hasil perhitungan pengujian sebagai berikut.

1. Error = $\frac{2,4-2,5}{2,5} \times 100\% = 4\%$
2. Error = $\frac{3,6-3,5}{3,5} \times 100\% = 2,8\%$
3. Error = $\frac{4,4-4,5}{4,5} \times 100\% = 2,2\%$
4. Error = $\frac{5,7-5,5}{5,5} \times 100\% = 3,6\%$
5. Error = $\frac{6,6-6,5}{6,5} \times 100\% = 1,5\%$
6. Error = $\frac{7,7-7,5}{7,5} \times 100\% = 2,6\%$
7. Error = $\frac{8,4-8,5}{8,5} \times 100\% = 1,1\%$
8. Error = $\frac{9,7-9,5}{9,5} \times 100\% = 2,1\%$
9. Error = $\frac{10,3-10,5}{10,5} \times 100\% = 1,9\%$
10. Error = $\frac{11,8-11,5}{11,5} \times 100\% = 2,6\%$

Hasil pengujian pada tabel 1 ternyata didapat bahwa jarak hasil pengujian pada sensor ultrasonik dengan penggaris tidak selalu sama dengan jarak hasil perhitungan dengan persentase kesalahan antara 1,1% hingga yang terbesar sampai 4%. Berdasarkan *datasheet* sensor ultrasonik HC-SR04 dapat menghitung dengan ideal dengan rentang jarak 2 – 400 cm, sehingga berdasarkan *datasheet* ini, peneliti memulai pengambilan data dari jarak 2,5 cm sampai 11,5 cm. Berdasarkan data hasil pengukuran didapat bahwa untuk jarak 2,5 cm menghasilkan persentase kesalahan yang cukup besar yakni 4% dibandingkan dengan persentase jarak lainnya dan selebihnya hanya terjadi persentase kesalahan yang kecil, ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang di uji bekerja dengan baik meskipun terdapat perbedaan selisih jarak 0,1 cm sampai 0,3 cm berdasarkan pengukuran penggaris. Artinya

sensor yang di uji dapat bekerja dengan baik dengan jarak uji coba 2,5 cm dan sampai 11,5 cm.

Perbedaan jarak hasil pengujian dengan jarak sesungguhnya tidak selalu sama hal ini dapat disebabkan oleh adanya noise. Sehingga berdasarkan pengujian yang telah dilakukan sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik dengan jarak 2,5 cm sampai jarak 11,5 cm. Grafik pengujian sensor ultrasonik secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik

B. Pengujian Sensor Warna

Pengujian sensor warna dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap masing-masing warna hijau, kuning, dan oren. Dari hasil pengujian sensor warna pada kertas origami warna hijau yang dilakukan sebanyak 10 kali dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Sensor Warna Pada Kertas Origami Hijau (Jarak 3 cm).

Percobaan Ke-	Hasil Pengukuran Warna (Kuning)			Keterangan
	R	G	B	
1	165	119	62	Terdeteksi
2	166	119	62	Terdeteksi
3	166	120	62	Terdeteksi
4	167	120	62	Terdeteksi
5	167	120	63	Terdeteksi
6	167	120	63	Terdeteksi
7	167	121	62	Terdeteksi
8	168	121	63	Terdeteksi
9	168	121	63	Terdeteksi
10	167	121	63	Terdeteksi
Rata-rata	166,8	120,2	62,5	-

Dari hasil yang didapatkan pada Tabel 2 dalam pengujian warna hijau pada jarak 3 cm

terhadap kertas origami dapat dilihat sensor warna dapat mendeteksi warna hijau dengan baik pada jarak 3 cm. Pengujian untuk mendeteksi warna hijau pada jarak 3 cm dilakukan sebanyak 10 kali dengan rata-rata nilai R yang didapatkan sebanyak 94,2, nilai G rata-rata sebesar 80,2 dan nilai B yang didapatkan rata-rata sebesar 43,2.

Selanjutnya pengujian terhadap sensor warna pada kertas origami warna kuning dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Sensor Warna Pada Kertas Origami Kuning(Jarak 3cm)

Percobaan Ke-	Hasil Pengukuran Warna (Hijau)			Keterangan
	R	G	B	
1	88	75	39	Terdeteksi
2	88	75	39	Terdeteksi
3	95	81	43	Terdeteksi
4	95	81	44	Terdeteksi
5	96	82	44	Terdeteksi
6	96	82	45	Terdeteksi
7	96	82	45	Terdeteksi
8	97	82	45	Terdeteksi
9	97	82	45	Terdeteksi
10	94	80	43	Terdeteksi
Rata-rata	94,2	80,2	43,2	-

Dari hasil yang didapatkan pada Tabel 4.3 dalam pengujian warna kuning pada jarak 3 cm terhadap kertas origami dapat dilihat sensor warna dapat mendeteksi warna kuning dengan baik pada jarak 3 cm. Pengujian untuk mendeteksi warna kuning pada jarak 3 cm dilakukan sebanyak 10 kali dengan rata-rata nilai R yang didapatkan sebanyak 166,8, nilai G rata-rata sebesar 120,2 dan nilai B yang didapatkan rata-rata sebesar 62,5.

Selanjutnya pengujian terhadap sensor warna pada kertas origami warna oren dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Hasil Pengujian Sensor Warna Pada Kertas Origami Oren (Jarak 3cm).

Percobaan Ke-	Hasil Pengukuran Warna (Oren)			Keterangan
	R	G	B	
1	179	89	61	Terdeteksi
2	179	89	61	Terdeteksi
3	178	89	60	Terdeteksi
4	178	89	61	Terdeteksi
5	178	89	61	Terdeteksi
6	178	89	60	Terdeteksi
7	176	88	59	Terdeteksi
8	177	88	60	Terdeteksi
9	178	89	60	Terdeteksi
10	178	88	60	Terdeteksi
Rata-rata	177,9	88,7	60,3	-

Dari hasil yang didapatkan pada Tabel 4.3 dalam pengujian warna oren pada jarak 3 cm terhadap kertas origami dapat dilihat sensor warna dapat mendeteksi warna oren dengan baik pada jarak 3 cm. Pengujian untuk mendeteksi warna hijau pada jarak 3 cm dilakukan sebanyak 10 kali dengan rata-rata nilai R yang didapatkan sebanyak 177,9, nilai G rata-rata sebesar 88,7 dan nilai B yang didapatkan rata-rata sebesar 60,3.

IV. KESIMPULAN

1. Alat penyortir buah belimbing dapat dibuat menggunakan arduino uno sebagai pengolah data, sensor warna untuk mengidentifikasi warna buah belimbing, motor DC sebagai penggerak belt konveyor, motor servo sebagai gerbang untuk menyortir buah belimbing dan sensor ultrasonik sebagai trigger pada motor servo jika ada buah belimbing yang berada didepannya.
2. Hasil pengujian pada alat penyortir buah belimbing, secara keseluruhan alat ini berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan. Sensor warna mampu bekerja dengan baik mendeteksi dan memilah buah belimbing berdasarkan warna hijau, kuning dan oren. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing warna dengan tingkat keberhasilan sebesar 95% dan kegagalan sebesar 5%. Tingkat keberhasilan dan kegagalan ini disebabkan karena beberapa buah

belimbing warna memiliki warna hijau muda kekuningan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] dr. Sienny Agustin, "6 Manfaat Belimbing untuk Kesehatan Tubuh," *www.alodokter.com*, 2022. <https://www.alodokter.com/kandungan-dan-manfaat-belimbing-bagi-kesehatan-tubuh> (accessed Jun. 12, 2023).
- [2] Sadya Sarnita, "Indonesia Produksi Belimbing Sebanyak 137.450 Ton pada 2021," 2022. <https://dataindonesia.id/agribisnis-kehutanan/detail/indonesia-produksi-belimbing-sebanyak-137450-ton-pada-2021> (accessed Jun. 26, 2023).
- [3] I. Gede, K. Wardana, N. Gunantara, and N. Pramaita, "Penyeleksi Barang Berdasarkan Tinggi Berbasis Microcontroller ATMEGA8535 Dengan Konveyor," Nyoman Pramaita, 2019.
- [4] B. Samudra, I. Aprilia, and M. Misdiyanto, "Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Cahaya," *Tesla*, vol. 23, no. 1, pp. 11–23, 2021, doi: 10.24912/tesla.v23i1.9228.
- [5] Pujono, J. S. Pribadi, I. M. Prasetya, and A. F. Santoso, "Rancang Bangun Mesin Sortir Ikan Berdasarkan Berat Dengan Mekanisme Pergerakan Konveyor," *Jurnal*, vol. 05, pp. 9–18, Oct. 2019.
- [7] A. Nur Alfian and V. Ramadhan, "Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 61–69, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i2.5380.
- [8] fahmizal, "Servo Controller Circuit Using IC NE555," *Universitas Gadjah Mada*, 2019. <https://otomasi.sv.ugm.ac.id/2019/12/25/servo-controller-circuit-using-ic-ne555/> (accessed Jun. 12, 2023).
- [9] S. F. Athifa and H. H. Rachmat, "Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna Rgb Sensor Tcs3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 105–120, 2019, doi: 10.25105/jetri.v16i2.3459.

- [10] A. D. Styandi, D. Syaury, and W. Kurniawan, "Klasifikasi Umur Padi berdasarkan Data Sensor Warna dengan menggunakan Metode K-NN," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 9, pp. 2548–964, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [11] D. A. Saputra, S. Kom, M. Eng, and N. Utami, "Rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–19, 2020.
- [12] Universitas Andalas, "Motor Stepper," *Stodocu*, 2021. <https://www.studocu.com/id/document/universitas-andalas/mekatronika/70915564-motor-stepper/45005619> (accessed Jun. 13, 2023).
- [13] "Mengenal Motor Stepper : Pengertian, Cara Kerja dan Jenisnya," *Andalan Elektro*, 2021. <https://www.andalanelektro.id/2021/01/mengenal-motor-stepper.html> (accessed Jun. 13, 2023).
- [14] P. Sari, "Microcontroller-Based Automatic Tootpass To Improve Children ' s Independence In Brushing Activities," vol. 8, no. 6, pp. 3325–3331, 2022.

