

PENGEMBANGAN SISTEM SORTASI BUAH DUKU (*LANSIUM DOMESTICUM*) BERDASAR WARNA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO DAN SENSOR WARNA AS7262

Martinus ^{a,*}, Irza Sukmana ^a, Herry Wardono ^a, Akhmad Riszal ^a, Mareli Telaumbanua ^b, Ahmad Suudi ^a, Meizano Ardhi Muhammad ^c, Gigih Forda Nama ^c, Eko Yuliansyah Putra ^d, Zulmiftah Huda ^c, Trisy Septiana ^c, dan Panji Kurniawan ^e

^a Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

^b Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

^c Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

^d PT. Agro Utama Indonesia, Jl. Lintas Timur, Desa Taman Sari, Ketapang, Kalianda, Lampung Selatan 35596

^e Jurusan Arsitektur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

Riwayat artikel:

Received: 24 Februari 2022

Accepted: 17 Maret 2022

Published: 10 April 2022

Keywords:

Kata Sortasi Duku, Kata Sortasi Warna, Kata Arduino, Kata Mikrokontroler, Kata Sensor AS7262

Correspondent Email:

martinus@eng.unila.ac.id

How to cite this article:

Martinus (2022). Pengembangan Sistem Sortasi Buah Duku (*Lansium Domesticum*) Berdasar Warna Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Warna As7262, *Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(2)

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Produk perkebunan merupakan salah satu komoditas yang sangat penting Indonesia. Duku adalah salah satu produk perkebunan musiman yang menjadi salah satu sumber pendapatan ketika panen. Namun, umur simpan duku sangat pendek, batas penyimpanan buah duku tidak lebih dari satu minggu. Buah duku akan mengalami perubahan pada warna buah, buah segar akan mengalami kecoklatan pada umur 3 sampai 5 hari pasca panen. Berubahnya warna buah duku menjadi kecoklatan tersebut tentunya dapat menurunkan kualitas dan harga dari buah duku tersebut. Pendeknya umur penyimpanan buah duku tersebut merupakan salah satu sulitnya penjualan duku. Penelitian ini melakukan pengklasifikasian duku sesuai warna dengan mengembangkan konveyor sabuk sebagai alat untuk melakukan sortasi duku berdasar warna dengan mikrokontroler. Sistem sortasi menjadi penting dalam mengelompokkan duku dalam umur yang sama sehingga dapat dipilih duku untuk pasar lokal yang sudah matang, duku untuk pasar luar yang belum matang dan akan matang dalam perjalanan serta duku yang cacat. Adapun tujuan dari riset ini adalah membuat sistem sortasi warna buah duku berbasis mikrokontroler dan mengembangkan sistem yang dapat memisahkan tiga kelompok kelas duku, duku kelas super, duku kelas a dan duku kelas b berdasar warna dengan sensor AS7262.

Abstract. Plantation products are one of the most important commodities in Indonesia. Duku is one of the seasonal plantation products which is a source of income when harvesting. However, the shelf life of duku is very short, the shelf life of duku is not more than one week. Duku fruit will experience a change in fruit color, fresh fruit will experience browning at the age of 3 to 5 days after harvest. The change in the color of the duku fruit to brown can certainly reduce the quality and price of the duku fruit. The short shelf life of the duku fruit is one of the difficulties in selling duku. This study classified duku according to color by developing a belt conveyor as a tool for sorting duku by color using a microcontroller. The sorting system is important in classifying duku of the same age so that duku can be selected for the local market that is ripe, duku for the outside market which is immature and will mature in transit, and duku that is defective. The purpose of this research is to create a microcontroller-based color sorting system for duku and develop a system that can separate three groups of duku class, super class duku, class a duku and class b duku based on color with the AS7262 sensor.

1. Pendahuluan

Produk perkebunan merupakan salah satu komoditas yang sangat penting Indonesia. Duku (*Lansium domesticum*) adalah salah satu produk perkebunan musiman yang menjadi salah satu sumber pendapatan ketika panen, Salim, 2016 [1], Indriyani, Ihsan, Emilda, & Istianto, 2022 [2]. Namun, umur simpan duku sangat pendek, batas penyimpanan buah duku tidak lebih dari satu minggu. Buah duku akan mengalami kecoklatan pada warna buah, buah segar akan mengalami kecoklatan pada umur 3 sampai 5 hari pasca panen. Berubahnya warna buah duku menjadi kecoklatan tersebut tentunya dapat menurunkan kualitas dan harga dari buah duku tersebut. Pendeknya umur penyimpanan buah duku tersebut merupakan salah satu sulitnya penjualan duku, Aningtyas, 2019 [3].

Penelitian ini akan melakukan pengkalisifikasian duku sesuai warna dengan mengembangkan konveyor sabuk sebagai alat untuk melakukan sortasi, Boysen, Briskorn, Fedtke, & Schmickerath, 2019 [4] duku berdasar warna. Sistem sortasi menjadi penting dalam mengelompokkan duku dalam umur yang sama sehingga dapat dipilih duku untuk pasar lokal yang sudah matang, duku untuk pasar luar yang belum matang dan akan matang dalam perjalanan serta duku yang cacat.

SNI 6151:2009 menyatakan bahwa buah duku yang dimaksud utuh adalah buah duku sempurna tidak memiliki cacat (kecuali memar) yang berarti mempengaruhi penampilan umum buah duku tersebut. Buah duku cacat yaitu buah duku yang memiliki kerusakan fisik pada buah.

Cacat pada buah duku dibedakan menjadi dua, yaitu buah duku dengan cacat sangat kecil dan buah duku cacat kecil. Buah duku dengan cacat kecil berarti kerusakan fisik yang terjadi pada permukaan buah sangat sedikit, sehingga tidak mempengaruhi mutu dan penampilan buah secara umum. Buah duku cacat kecil berarti terjadi sedikit kerusakan fisik pada buah yang sedikit mempengaruhi mutu penilaian buah duku secara umum.

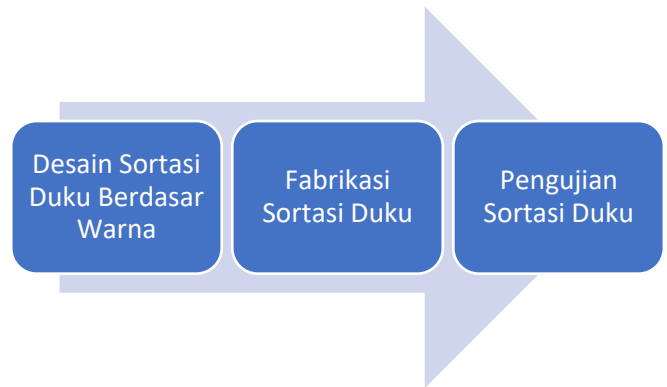
Buah duku yang siap jual memiliki proses yang panjang, dari proses panen, penyimpanan pasca panen, serta proses sortir. Proses sortir digunakan untuk memisahkan buah duku kualitas super dan buah duku cacat. Proses sortir yang saat ini masih dilakukan dengan proses manual, yaitu proses sortir dengan penilaian visual atau dengan penglihatan saja. Proses sortir sangat penting dilakukan karena akan meningkatkan nilai jual dari buah duku tersebut.

Salah satu jenis cacat pada standar SNI untuk buah duku adalah berdasarkan warna yaitu kelas A dengan buah duku berwarna putih kekuningan tanpa adanya cacat, kelas A dengan buah duku berwarna putih kekuningan tetapi ada cacat goresan ataupun titik hitam, kelas B buah duku dengan warna hijau. Sistem kontrol yang baik harus menjadi solusi bagi sistem ini agar dapat menghasilkan sortasi yang cukup akurat (Martinus, Juliardi, Dharma, & Wijaya, 2018), (Martinus, Haryanto, Triono, & Telaumbanua, 2021) [5][6][7].

2. Metodologi

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metrologi Industri dan Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Adapun alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



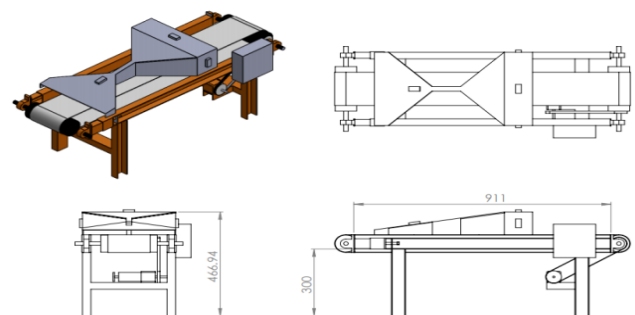
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan konveyor sabuk ini adalah sebagai berikut :

- a) Besi batang U
Besi batang U yang digunakan pada penelitian menggunakan bahan besi baja rendah. Besi batang U ini memiliki lebar 5cm x 3cm dan tebal 3mm.
- b)Pipa pvc
Penelitian kali ini menggunakan pipa pvc dengan ukuran 3 inch. Pipa pvc ini digunakan sebagai *roller*, *roller* difungsikan sebagai penerus daya dari motor penggerak untuk menggerakkan sabuk.
- c)Baut ulir panjang
Baut ulir panjang pada penelitian kali ini menggunakan diameter 12 milimeter. Panjang baut yang digunakan 25 centimeter. Baut ulir panjang ini digunakan sebagai bahan poros *roller*.
- d)Pillow block bearing
Pillow block bearing yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan ukuran UCP 12mm, *Pillow block bearing* ini digunakan sebagai bantalan poros *roller*.
- e)Sabuk
Sabuk yang digunakan pada alat sortasi ini jenis sabuk pvc. Sabuk ini berfungsi sebagai pemindah buah yang akan dilakukan proses sorting buah duku. Sabuk yang digunakan pada penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.6.
- f)Motor penggerak
Motor penggerak yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan motor DC dengan tipe DGM-204-2A serta sudah dilengkapi dengan gear box GC-2200 dengan tegangan 24 volt dan berputar 22 rpm. Pemilihan jenis motor ini dikarenakan rpm yang disediakan sesuai yang diinginkan. Jenis motor listrik yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.7.

2.3 Sistem Kontrol Konveyor



Gambar 2. Desain Konveyor

Rangkaian pengendali ini berfungsi sebagai pengatur konveyor dan pendeteksi kualitas buah duku. Untuk dapat mendeteksi kualitas buah duku dan menjalankan konveyor terdapat beberapa rangkaian sebagai berikut :

1. Catu daya

Catu daya atau *power supply* digunakan untuk menggerakkan motor DC 12 volt dan sebagai sumber listrik untuk menjalankan sensor AS7262.

2. Sensor AS7262

Sensor AS7262 ini digunakan untuk mendeteksi kualitas buah duku berdasarkan warna kulit buah duku yang melintas di konveyor sabuk.

3. Motor servo

Motor servo ini digunakan untuk memisahkan antar duku berkualitas super, kualitas A, kualitas B.

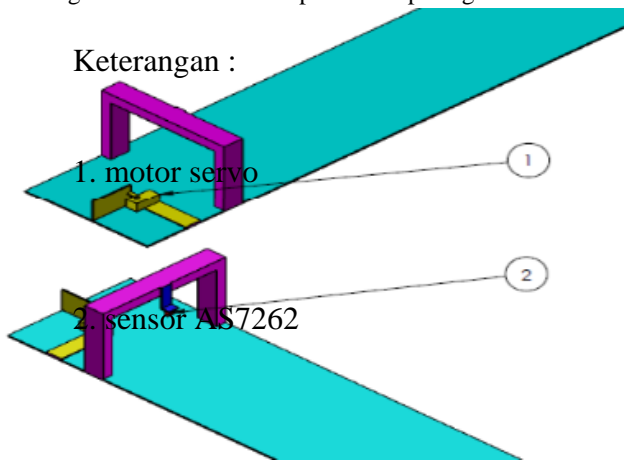
4. Arduino uno

Arduino (Martinus & Djausal, 2013) uno adalah papan *microcontroller* berbasis ATmega 328.

5. Tombol *start* dan *stop*

Tombol *start* dan *stop* digunakan sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik sehingga proses pengoprasian akan semakin mudah.

Perangkat sensor diletakan pada komponen yang terpisah dengan konveyor sabuk, komponen ini juga memiliki fungsi sebagai penyearah buah duku, dalam komponen penyearah terdapat sensor AS7262 yang berfungsi untuk mendeteksi warna dari kulit buah duku dan mengecek warna dari ke enam sensor warna di AS7262. Warna kemudian dihitung jarak warnanya, Abdullah-Al-Wadud, Shoyaib, & Chae, 2009 [8]. Gambar perancangan dudukan sensor dapat dilihat pada gambar 3.

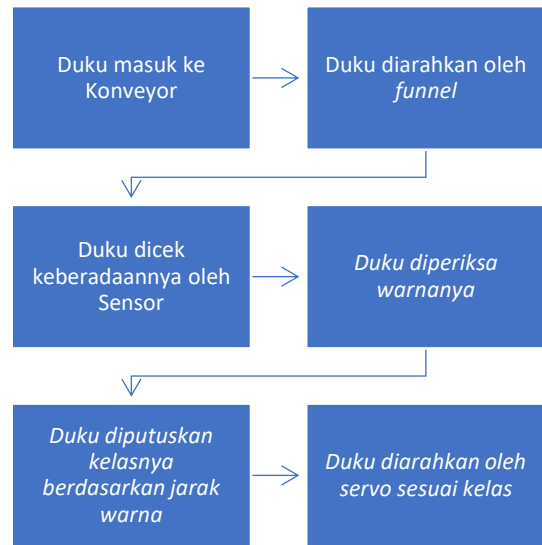


Gambar 3. Gambar Rancangan Penyearah Duku dan Dudukan Sensor

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Alur Sistem Sortasi

Secara alur duku akan dialirkan oleh konveyor melalui *funnel*. Setelah duku *align* pada jalur pemeriksaan warna, duku akan diperiksa oleh sensor *proximity* yang akan mengaktifkan sensor warnanya sekaligus memeriksa warna duku yang tiba. Duku kemudian akan diputuskan oleh sistem masuk ke kelas super, A atau B. Setelah diputuskan maka servo akan mengarahkan duku pada jalur pengumpul kelas Super, A dan B, seperti terlihat pada Gambar 6. Alur sistem sortasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

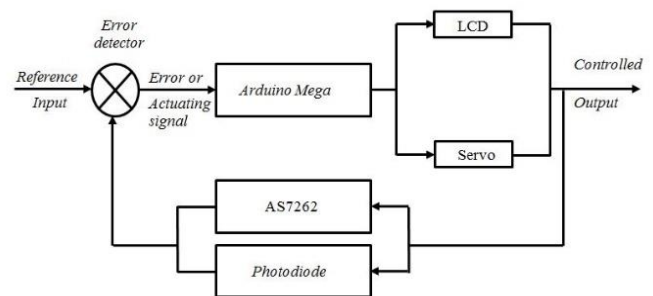


Gambar 4. Alur sistem sortasi

3.2 Fabrikasi Sortasi Duku

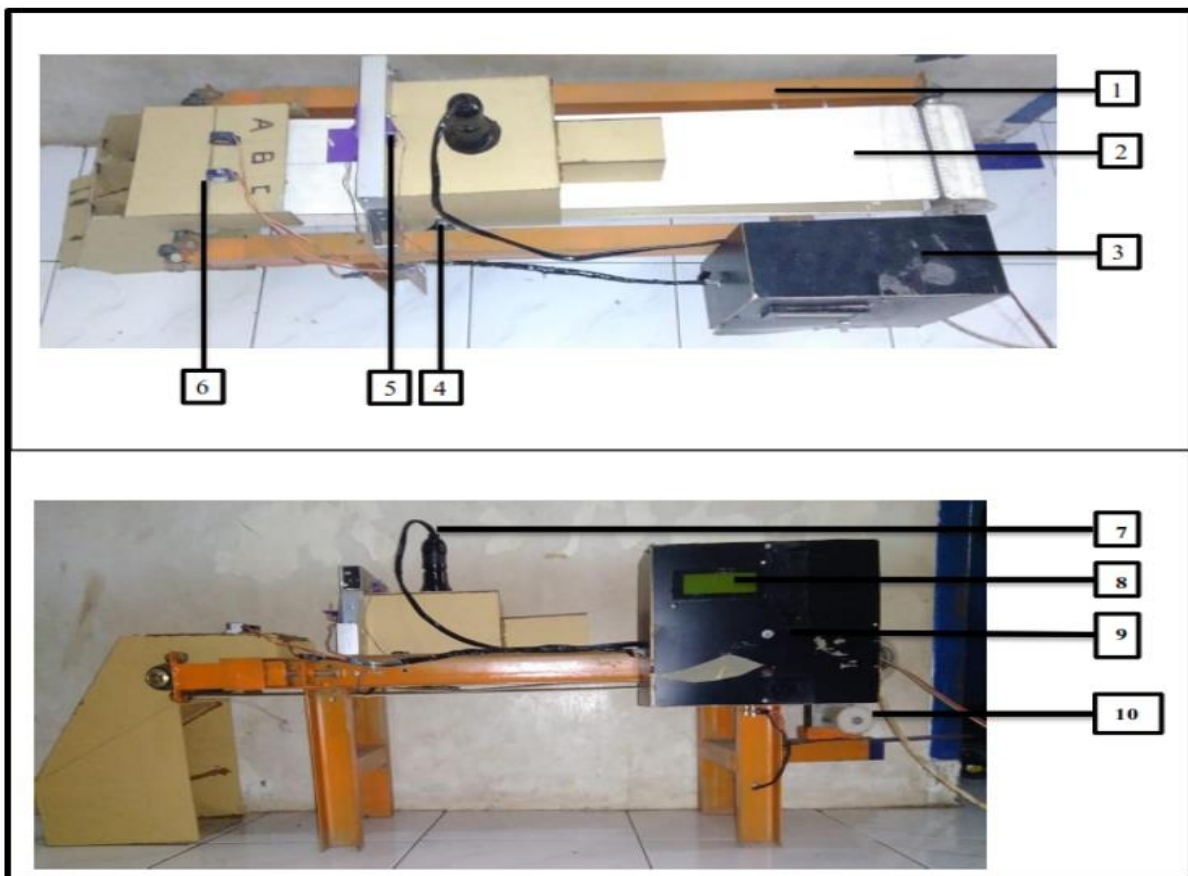
Pada alat ini skematik rangkaian alat atau pengolahan data langsung ditampilkan pada LCD dan langsung menunjukkan hasil kelas dari buah duku yang telah dideteksi oleh sensor warna. Adapun komponen elektronika dari alat ini yaitu, Mikrokontroler ATmega328, *Liquid Crystal Display (L)*, sensor warna AS7262, motor servo, sensor FC-51, modul I2C TCA9548A.

Pada alat ini dirancang menggunakan sistem kontrol tertutup atau *close loop*. Dimana semua sistem dapat dikontrol oleh *Arduino mega*. Sensor warna AS7262 dan Sensor FC-51 berfungsi sebagai *feedback* suatu sistem. LCD dan motor servo yang digunakan sebagai penampil dan sortir hasil pembacaan sensor warna dan *photodiode*. Adapun gambar diagram blok yang telah dibuat yaitu pada gambar 5, berikut di bawah ini.



Gambar 5. Diagram Blok Sistem Kontrol

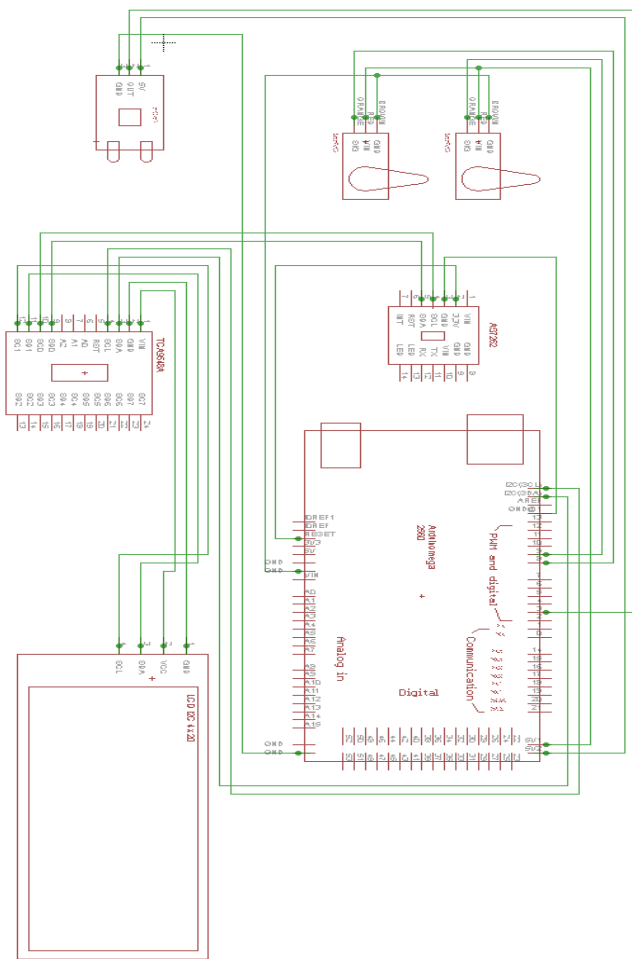
Konveyor sabuk dibuat dengan menggunakan rangka berbahan besi U dengan ukuran 5cm x 3cm yang disatukan dengan sistem *welding* dan pengencang baut. Sabuk yang digunakan berbahan pvc dengan dimensi 15cm x 200cm. Motor DC yang berfungsi sebagai penggerak konveyor. *Roller* konveyor yang terbuat dari pipa PVC dan menggunakan poros berulir sebagai poros penghubung. *Pillow block bearing* yang digunakan sebagai bantalan poros *roller* sehingga putaran konveyor lebih halus. Terdapat sistem kendali seperti Sensor Warna AS7262, Motor Servo, Arduino Uno, LCD, seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Alat Sortasi Warna Buah Duku yang Sudah Dibuat

Keterangan :

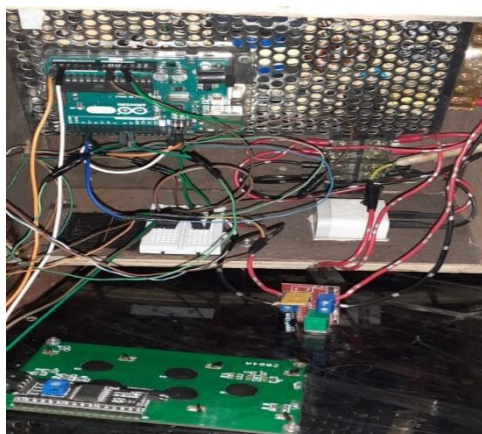
1.Rangka, 2.Sabuk, 3.Sistem Kendali, 4.Sensor FC-51, 5. Sensor warna AS7262, 6. Motor Servo, 7. Cahaya Tambahan, 8. L, 9.Potensio Meter, 10.Motor DC



Gambar 7. Desain Rangkaian Listrik Sistem Sortasi Duku

3.3 Sistem Kendali

Sistem kendali dibuat dengan rangka berbentuk kotak berwarna hitam yang dibuat dengan bahan kayu. Sistem kendali diletakan disamping rangka sabuk konveyor, berfungsi untuk mempermudah akses pengoprasian dan tidak mengganggu proses jalannya sabuk konveyor. Sistem kendali didalamnya terdapat beberapa komponen seperti *bread board*, *power supply*, *Arduino ATmega328*, *potensiometer*, *L*. sistem kendali dapat dilihat pada gambar 8. sebagai berikut.



Gambar 8. Sistem Sortasi buah duku

3.4 Penetapan Kelas Buah Duku dengan Sensor Warna

Kelas buah duku dilakukan dengan sensor warna AS7262 melakukan pengujian pada masing-masing buah duku yang telah dilakukan pemilihan secara visual. Sehingga data hasil pembacaan sensor dapat dibandingkan dengan data hasil pengujian secara visual. Proses Kelasisasi buah duku dilakukan pada tiga kelas buah duku, yaitu buah duku dengan kualitas super, buah duku kualitas A dan buah duku kualitas B. Buah duku kualitas super adalah buah duku yang memiliki warna putih kekuningan dengan permukaan buah mulus tanpa cacat. buah duku kualitas A yaitu buah duku yang memiliki warna kekuningan tetapi memiliki cacat, dengan nilai cacat minimal 5 %. Buah duku dengan kualitas B yaitu buah duku dengan warna hijau yang memiliki cacat terbesar dengan nilai cacat yang diizinkan sebesar 10 %.

Tabel 1. Penetapan Kelas buah duku kualitas super

Sensor Warna Terhadap buah Duku Kualitas Kelas Super						
Pengujian	Violet	Blue	Green	Yellow	Orange	Red
n	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
1	466,73	385,46	1067,24	989,11	1343,09	497,38
2	480,07	398,97	1087,10	1025,22	1359,96	516,38
3	485,63	406,33	1093,38	1044,22	1367,46	528,47
4	487,85	408,79	1091,29	1050,87	1368,40	535,37
5	493,40	417,38	1092,33	1067,97	1372,15	549,19
6	495,63	421,07	1095,47	1074,62	1374,96	553,51
7	497,85	423,52	1097,56	1080,33	1376,84	557,82
8	498,96	425,98	1100,69	1084,13	1378,71	559,55
9	498,96	425,98	1101,74	1085,08	1379,65	560,42
10	949,03	1074,1	1007,66	1422,38	812,60	682,17
Rata-Rata		478,75	1083,44	1092,39	1313,38	554,02
		8	6	3	2	6

Pada tabel 1. Kelas buah duku kelas super dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Sensor warna dilakukan kalibrasi terhadap buah duku kelas super dengan permukaan kulit buah yang berwarna kekuningan. Nilai variasi warna yang didapat kemudian dicari nilai rata-rata untuk digunakan sebagai standar nilai warna. Nilai variasi warna rata-rata yang terbaca oleh sensor pada buah duku kelas super adalah *Violet* 535,411 , *Blue* 478,758 , *Green* 1083,446 , *Yellow* 1092,393 , *Orange* 1313,382 , *Red* 554,026 . Adapun warna buah duku yang dilihat secara visual dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut ini.

Tabel 2. Penetapan Kelas buah duku kualitas A

Sensor Warna Terhadap buah Duku Kualitas Kelas A						
Pengujian	Violet	Blue	Green	Yellow	Orange	Red
n	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
1	1423,54	951,39	2130,31	1935,46	1765,80	638,99
2	1422,43	948,93	2130,31	1933,56	1766,74	638,13
3	1421,32	947,70	2131,35	1933,56	1765,80	637,27
4	1421,32	946,48	2130,31	1929,76	1765,80	634,68
5	1421,32	946,48	2131,35	1933,56	1765,80	637,27
6	1400,20	913,33	2120,90	1833,80	1759,24	585,46

7	1324,6 3	777,07	2113,58	1763,49	1761,1 1	582,00
8	1323,5 2	775,84	2114,63	1761,59	1761,1 1	581,14
9	1322,4 1	773,38	2113,58	1760,64	1762,0 5	581,14
10	1322,4 1	773,38	2115,67	1760,64	1762,0 5	580,28
Rata-Rata	1380,3 1	875,39 8	2123,19 9	1854,60 6	1763,5 5	609,63 6

Pada Tabel 2. Kelas buah duku kelas A dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Sensor warna dilakukan kalibrasi terhadap buah duku kelas A dengan permukaan kulit buah yang berwarna kekuningan serta tidak ada cacat, nilai cacat yang diizinkan adalah sebanyak 5 %. Nilai variasi warna rata-rata yang terbaca oleh sensor pada buah duku kelas A adalah Violet 1380,31 , Blue 875,398 , Green 2123,199 , Yellow 1854,606 , Orange 1763,55 , Red 609,639 .

Tabel 3. Penetapan kelas buah duku kualitas B

Sensor Warna Terhadap buah Duku Kualitas Kelas B						
Pengujian	Violet ()	Blue ()	Green ()	Yellow ()	Orange ()	Red ()
1	1503,55	1230,0	2151,21	2058,03	1798,60	785,79
2	1503,55	1227,5	2153,30	2059,93	1799,54	785,79
3	1504,66	1230,0	2154,35	2060,88	1800,48	786,65
4	1505,77	1230,05	2153,30	2059,93	1800,48	786,65
5	1505,77	1230,05	2156,44	2062,78	1802,35	787,52
6	1505,77	1230,05	2154,35	2060,88	1801,41	786,65
7	1506,88	1230,05	2156,44	2062,78	1803,29	787,52
8	1506,88	1231,28	2156,44	2061,83	1802,35	786,65
9	1505,77	1230,05	2155,39	2060,88	1802,35	786,65
10	1506,88	1230,05	2156,44	2062,78	1803,29	787,52
Rata-Rata	1505,548	1229,908	2154,766	2061,07	1801,414	786,739

Pada tabel 3. Kelas buah duku kelas B dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Sensor warna dilakukan kalibrasi terhadap buah duku kelas B dengan permukaan kulit buah yang berwarna kekuningan serta tidak ada cacat, nilai cacat yang diizinkan adalah sebanyak 10 %. Nilai variasi warna rata-rata yang terbaca oleh sensor pada buah duku kelas B adalah Violet 1505,548 , Blue 1229,908 , Green 2154,766 , Yellow 2061,07 , Orange 1801,414 , Red 786,739 .

3.5 Model Sortasi Berdasar Warna (Jarak Warna)

Proses permodelan dilakukan sebelum proses pengambilan data. Proses permodelan adalah suatu metode yang dilakukan untuk mengelompokkan kualitas buah duku. Nilai warna buah duku yang sudah dilakukan Kelas dijadikan sebagai nilai setting point. Untuk mendapatkan nilai jarak warna, dapat menerapkan persamaan Jarak Warna e pada persamaan berikut :

$$\text{Jarak Warna} = \sqrt{\sum_{i=1}^k (Xi - Yi)^2}$$

Nilai X adalah nilai setting point, nilai yang diambil dari nilai warna buah duku pada saat Kelasisasi. Nilai Y adalah nilai warna buah duku yang didapat saat proses pengambilan data.

Nilai set point setiap kelas berbeda-beda, sehingga satu buah duku menghasilkan tiga jarak warna yang berbeda. Cara menentukan kelas buah duku didapat dari nilai terkecil dari ketiga jarak warna tersebut. Nilai set point jarak warna kelas super adalah Violet 535,411 , Blue 478,758 , Green 1083,446 , Yellow 1092,393 , Orange 1313,382 , Red 554,026 . Nilai setting point jarak Warnakelas A adalah Violet 1380,31 , Blue 875,398 , Green 2123,199 , Yellow 1854,606 , Orange 1763,55 , Red 609,639 . Nilai set point jarak warna kelas B adalah Violet 1505,548 , Blue 1229,908 , Green 2154,766 , Yellow 2061,07 , Orange 1801,414 , Red 786,739. Model program yang didapat dari nilai warna adalah sebagai berikut:

$$\text{Jarak warna kelas super} = \sqrt{((535,41-V)^2)+((478,758-B)^2)+((1083,44-G)^2)+((1092,39-Y)^2)+((1313,38-O)^2)+((554,02-R)^2)}$$

$$\text{Jarak warna kelas A} = \sqrt{((1380,31-V)^2)+((875,398-B)^2)+((2123,199-G)^2)+((1854,606-Y)^2)+((1763,55-O)^2)+((609,636-R)^2)}$$

$$\text{Jarak warna kelas B} = \sqrt{((1505,548-V)^2)+((1229,908-B)^2)+((2154,766-G)^2)+((2061,07-Y)^2)+((1801,414-O)^2)+((786,739-R)^2)}$$

3.6 Pengujian Stabilitas Sortasi

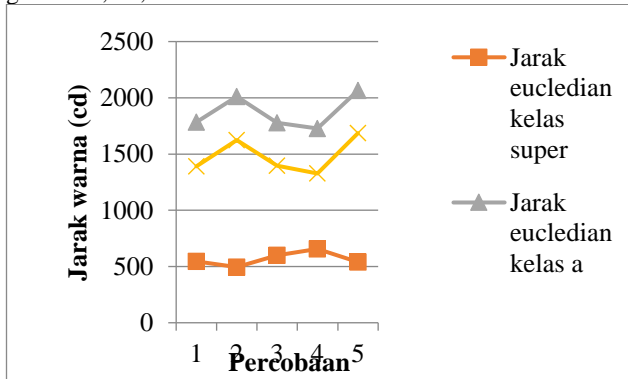
Pengujian stabilitas ini dilakukan pada sensor warna dengan tujuan untuk mengetahui kesetabilan sensor ketika mendeteksi buah duku. Pengujian stabilitas dilakukan dengan 5 kali pengambilan data, apabila data yang diambil memiliki hasil yang sama berarti stabilitas sistem baik. Hal ini sangat penting mengingat bahwa jika sensor tidak bekerja dengan stabil maka pembacaan sensor akan mengalami error. Pengujian stabilitas sensor warna dapat dilihat pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Pengujian Duku dengan jarak warna minimal

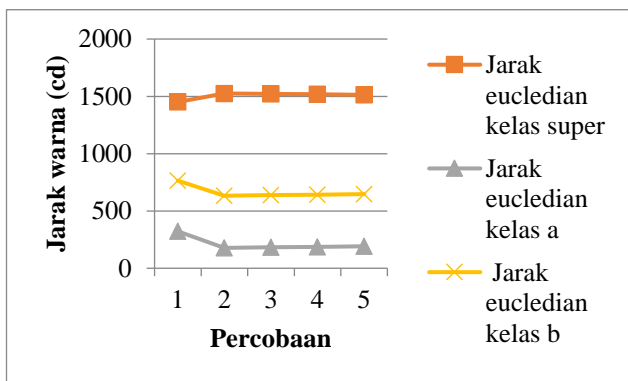
Jarak Warna Terhadap Persamaan jarak Warna			
Buah duku	Jarak Warna kelas super ()	Jarak Warna kelas a ()	Jarak Warna kelas b ()
kelas super			
1	545,5037	1782,751	1391,562
2	494,9434	2010,703	1624,994
3	598,3336	1779,085	1396,632
4	656,2269	1727,486	1327,185
5	539,917	2065,217	1685,966
kelas a			
1	1450,658	322,4982	764,3987
2	1525,258	177,6025	632,5817
3	1520,394	184,8364	639,9698
4	1518,807	186,5477	641,7868
5	1514,149	193,1928	646,8347
kelas b			
1	1939,631	392,9121	107,2083
2	1959,072	411,1059	101,5443
3	1967,476	417,9057	103,5546
4	1969,43	420,4315	103,1763
5	1971,811	421,9819	104,7117

Dari tabel 4. di atas didapatkan hasil pengujian stabilitas sistem sensor warna AS7262 terhadap kualitas buah duku dengan menggunakan persamaan jarak Warna. Nilai minimum perhitungan jarak Warnayang digunakan berarti buah duku tergolong kelas tersebut. Pengujian stabilitas sensor warna AS7262 dilakukan dengan 5 kali pengulangan. Hasil pengujian

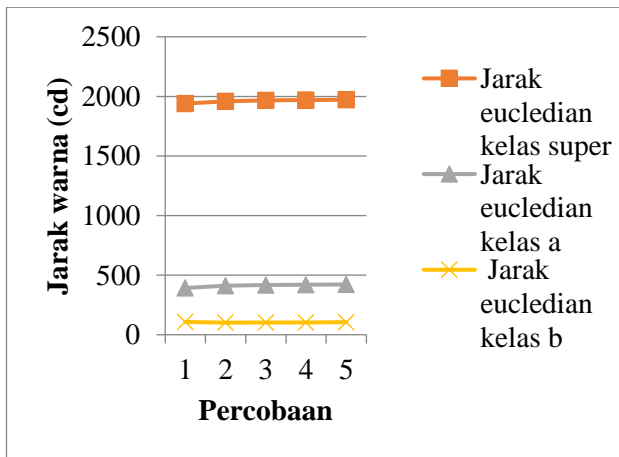
stabilitas sensor terhadap kelas buah duku, dapat dilihat pada gambar 9, 10, dan 11 berikut.



Gambar 9. Grafik Stabilitas Pada Buah Duku Kelas Super



Gambar 10. Grafik Stabilitas Pada Buah Duku Kelas A



Gambar 11. Grafik Stabilitas Pada Buah Duku Kelas B

Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan persamaan tetangga terdekat. Persamaan tetangga terdekat diturunkan dari KNN (*K Nearest neighbor*) diterapkan dengan memasukan persamaan ke dalam *Arduino IDE*. Data tersebut dianalisis kembali untuk mengetahui seberapa ketepatan dalam proses pembacaan sensor.

Hasil jarak warna buah duku yang didapat untuk menentukan jenis kelas buah duku. Penggolongan buah duku berdasarkan jarak warna yaitu dengan menerapkan persamaan yang diturunkan dari KNN (*K Nearest Neighbour*/jarak tetangga terdekat). Dari persamaan tersebut dapat mengklasifikasikan golongan kelas buah duku. Pengujian ini dilakukan dengan 3 jenis kelas buah duku, dengan masing-masing kelas buah duku dilakukan 5 buah. Kecepatan putaran *belt conveyor* yang

digunakan adalah 1,36 meter/menit, sehingga proses pembacaan sensor warna akan lebih akurat dan eror yang terjadi semakin sedikit.

Pengujian yang dilakukan terhadap buah duku kelas super, kelas a, kelas b. Setiap data yang didapat dilakukan pengukuran jarak warna, dimana setiap data variabel warna dikurangkan dengan variabel warna rata-rata pada saat validasi, kemudian dikuadratkan dan diakarkan. Nilai yang paling kecil maka buah duku tersebut lebih cenderung terhadap nilai tetangganya. Berikut contoh perhitungan yang dilakukan pada buah duku kelas super dalam pemrograman yang telah dibuat untuk duku nomor 1.

Jarak buah duku 1 terhadap duku kelas super =

$$\sqrt{\sum_{i=1}^k (X_i^{kelas\ super} - Y_i^{aktual})^2} = \sqrt{(535,41 - 491,18)^2 + (478,758 - 437,02)^2 + (1083,44 - 1048,43)^2 + (1092,39 - 1076,52)^2 + (1313,38 - 1327,16)^2 + (554,02 - 581,14)^2} = 78,11$$

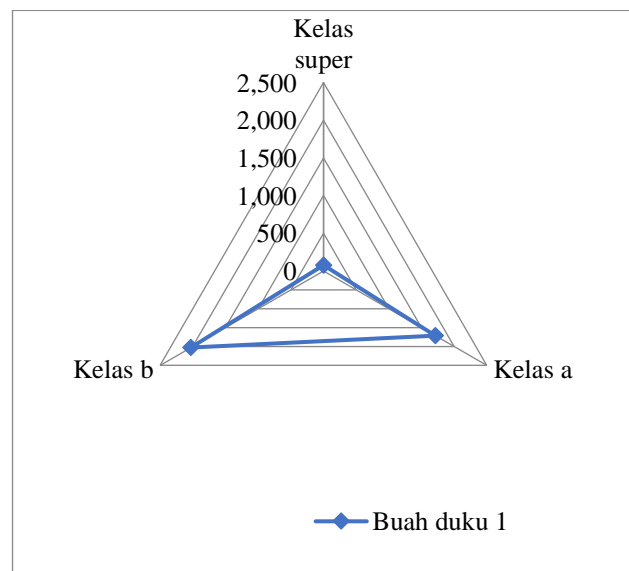
Jarak buah duku 1 terhadap duku kelas A =

$$\sqrt{\sum_{i=1}^k (X_i^{kelas\ A} - Y_i^{aktual})^2} = \sqrt{(1380,31 - 491,18)^2 + (875,39 - 437,02)^2 + (2123,19 - 1048,43)^2 + (1854,60 - 1076,52)^2 + (1763,55 - 1327,16)^2 + (609,63 - 581,14)^2} = 1713,04$$

Jarak buah duku 1 terhadap duku kelas B =

$$\sqrt{\sum_{i=1}^k (X_i^{kelas\ B} - Y_i^{aktual})^2} = \sqrt{(1505,55 - 491,18)^2 + (1229,91 - 437,02)^2 + (2154,74 - 1048,43)^2 + (2061,07 - 1076,52)^2 + (1801,41 - 1327,16)^2 + (786,73 - 581,14)^2} = 2029,31$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa duku 1 sangat dekat dengan duku kelas super daripada duku kelas A dan duku kelas B ($78,11(\text{super}) < 1713,04(\text{kelas A}) < 2029(\text{kelas B})$). Sehingga, dapat diputuskan bahwa duku 1 adalah duku kelas super.



Gambar 12. Grafik Hasil Perhitungan Buah Duku 1 Paling Dekat Pada Kelas Super

Nilai yang didapat pada percobaan pertama dalam perhitungan yaitu dengan persamaan kelas super sebesar 76,11, pada kelas A sebesar 1713,04 dan pada kelas B sebesar 2029,31. Nilai minimum didapat dengan persamaan warna kelas super dalam proses pengukuran. Nilai hasil perhitungan dengan ke

dalam buah duku kelas super. Persamaan ini dilakukan setiap pada data yang telah didapat menggunakan persamaan yang digunakan pada buah duku 1 dapat dilihat pada gambar 12. di atas. maka, buah duku tergolong

30 Buah Duku Secara Acak							Hasil Sortasi		
V	B	G	Y	O	R	Jarak Warna	Kelas A	Kelas Super	Kelas B
1447,32	950,7	2152,35	1944,56	1766,8	670,27	150,9611827	Kelas A		
488,63	423,33	1064,38	1076,22	1400,46	531,47	118,225017		Kelas Super	
500,85	440,52	1068,56	1112,33	1409,84	560,82	112,3654241		Kelas Super	
1538,55	1251	2138,21	2055,3	2049,3	794,79	251,7015814			Kelas B
1538,55	1248,5	2140,3	2056,93	2050,93	794,79	252,9510863			Kelas B
1848,41	776,38	2136,67	1871,64	1763,05	713,28	490,036864	Kelas A		
490,85	425,79	1062,29	1082,87	1401,4	538,37	115,4202507		Kelas Super	
496,4	434,38	1063,33	1099,97	1405,15	552,19	111,2567576		Kelas Super	
501,96	442,98	1072,74	1117,08	1412,5	593,42	120,4133143		Kelas Super	
1449,54	954,39	2151,31	1946,46	1766,8	671,99	155,4300435	Kelas A		
1850,63	780,07	2134,58	1874,49	1762,11	715	491,8504617	Kelas A		
494,18	454,02	1019,43	1108,52	1360,16	584,14	98,81865548		Kelas Super	
469,73	402,46	1038,24	1021,11	1376,09	500,38	155,1464265		Kelas Super	
483,07	415,97	1058,1	1057,22	1392,96	519,38	126,864007		Kelas Super	
1491,88	1202	2187,34	2046,48	2040,48	754,21	245,8720923			Kelas B
1491,88	1204,4	2188,39	2047,43	2041,43	754,21	246,6169324			Kelas B
1491,88	1204,4	2190,48	2049,33	2043,33	754,21	248,6609671			Kelas B
1485,21	1190,9	2171,66	2028,43	2022,43	747,3	231,7100389			Kelas B
1490,76	1199,5	2181,07	2040,78	2034,78	753,34	240,463526			Kelas B
498,63	438,07	1066,47	1106,62	1407,96	556,51	111,5800867		Kelas Super	
1495,21	1205,6	2192,57	2051,23	2045,23	754,21	250,4557822			Kelas B
1450,21	1169,9	2184,66	2031,43	1788,29	738,3	104,6614124			Kelas B
1456,88	1183,4	2203,48	2052,33	1797,66	745,21	93,37965539			Kelas B
501,96	442,98	1071,69	1116,13	1411,71	562,55	113,3213905		Kelas Super	
1448,43	951,93	2151,31	1944,56	1767,74	671,13	152,2448685	Kelas A		
1495,2	1205,6	2192,57	2051,23	2045,23	755,07	250,3430403			Kelas B
1849,52	778,84	2135,63	1872,59	1762,11	714,14	490,7979066	Kelas A		
1848,41	776,38	2134,58	1871,64	1763,05	714,14	490,1664969	Kelas A		
1447,32	949,48	2151,31	1940,76	1766,8	667,68	146,8703214	Kelas A		

Tabel 5. Pengujian duku secara acak

3.6 Hasil Pengujian Sortasi Secara Acak

Pengujian hasil sortasi dilakukan dengan menggunakan 10 buah duku kualitas super, 10 buah duku kualitas A, 10 buah duku kualitas B. Buah duku diletakan secara acak dan akan dilakukan sortasi, buah duku akan terdeteksi oleh sensor FC-51, maka sensor AS7262 akan mulai mendeteksi warna. Proses sortasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan motor servo. Motor servo yang dipakai ada dua buah, motor servo 1 akan bekerja jika buah duku tergolong kelas A, motor servo 2 akan bekerja jika buah duku tergolong kelas super. Buah duku tergolong kelas B, maka kedua motor servo tidak akan bergerak.

Dari tabel 5. pengujian hasil sortasi buah duku diatas didapatkan hasil bahwa proses sortasi pada buah duku berkualitas super semuanya terdeteksi dan tergolong kedalam buah super. Pengujian hasil sortasi terburuk adalah pada buah duku kualitas A, pengujian ini hanya terdeteksi sebanyak 8 buah kualitas kelas A, 2 buah duku kualitas A bercampur kedalam buah duku kualitas B. Tercampurnya hasil sortasi ini dilakukan karena pada buah duku berkualitas A memiliki permukaan yang

mirip dengan buah duku kualitas B. Pengujian hasil sortasi terbaik adalah pada buah duku kelas super, pengujian sortasi pada buah duku kelas super dapat memisahkan buah duku kelas super dengan kelas lainnya.

Kesimpulan

Sistem sortasi duku berdasarkan warna dapat mendeteksi warna buah duku dan memisahkan duku menjadi tiga kelas buah duku. Nilai warna buah duku kelas super adalah *Violet* 535,411 , *Blue* 478,758 , *Green* 1083,446 , *Yellow* 1092,393 , *Orange* 1313,382 , *Red* 554,026 . Nilai warna buah duku kelas A adalah *Violet* 1380,31 , *Blue* 875,398 , *Green* 2123,199 , *Yellow* 1854,606 , *Orange* 1763,55 , *Red* 609,636 . Nilai warna buah duku kelas B adalah *Violet* 1505,548 , *Blue* 1229,908 , *Green* 2154,766 , *Yellow* 2061,07 , *Orange* 1801,414 , *Red* 786,739 .

Kemampuan alat sortasi buah duku pada sistem kerja konveyor berbasis mikrokontroler ini dapat memisahkan buah duku berdasarkan jarak warna yang didapat dengan

menggunakan persamaan jarak warna terdekat ke kelas Super, A dan B. Keakuratan sensor warna AS7262 sebesar 93,3 %.

Daftar Pustaka

- [1] Salim, M. (2016). Karakterisasi Simplisia dan Ekstrak Kulit Buah Duku (*Lansium domesticum Corr*) dari Provinsi Sumatera Selatan dan Jambi Characterization of Simplicia and The Peel Extract of Duku (*Lansium domesticum Corr*) from South Sumatera and Jambi Province. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 6(2), 117–128. Retrieved from <http://ejournal.litbang.kemkes.go.id/index.php/jki/article/viewFile/6226/4774>
- [2] Indriyani, N. L. P., Ihsan, F., Emilda, D., & Istianto, M. (2022). *Budi Daya Duku*. Bumi Aksara.
- [3] Aningtyas, N. (2019). Analisis Matematis Pengaruh Variasi Ukuran Buah Dan Suhu Ruang Simpan Terhadap Perubahan Kualitas Fisik Buah Duku (*Lansium Domesticum Corr*) Selama Penyimpanan Dalam Modified Atmosphere Packaging. Universitas Gadjah Mada.
- [4] Boysen, N., Briskorn, D., Fedtke, S., & Schmickerath, M. (2019). Automated sortation conveyors: A survey from an operational research perspective. *European Journal of Operational Research*, 276(3), 796–815.
- [5] Martinus, & Djausal, A. (2013). Small Format Aerial Photography dengan Auto Kite Aerial Photography berbasis Arduino.
- [6] Martinus, Haryanto, A., Triono, S., & Telaumbanua, M. (2021). Development of Teak Leaf Plate Molding Machine for Producing Plastic Alternative Products. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*.
- [7] Martinus, Juliardi, A., Dharma, I. P., & Wijaya, A. (2018). Pembuatan Sistem Kontrol Motor Dc Untuk Prototipe. 3(2), 122–124.
- [8] Abdullah-Al-Wadud, M., Shoyaib, M., & Chae, O. (2009). A skin detection approach based on color distance map. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2008, 1–10.