

Konveyor Untuk Klasifikasi Kualitas Buah Pisang Menggunakan *Image Processing*

Immawan Wicaksono¹, Azhar Bima Javier², dan Sumardi³, Widya Cahyadi⁴

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Immawanw@unej.ac.id, azharbimajavierarif@gmail.com, smardi10@gmail.com, cahyadi@unej.ac.id

Abstrak

Pengolahan pasca panen merupakan salah satu kegiatan untuk mempertahankan kualitas mutu buah pisang. Upaya yang dilakukan untuk mempertahankan kualitas buah pisang adalah sortasi. Sortasi merupakan pemisahan bahan yang sudah dibersihkan ke dalam berbagai fraksi berdasarkan karakter fisik (bentuk, ukuran, berat, jenis, warna), kimia (komposisi bahan bau dan ketengikan) dan biologisnya (jenis dan kerusakan oleh serangga, jumlah mikroba, dan daya tumbuh). Tujuan dilakukannya sortasi adalah untuk menentukan klasifikasi komoditas berdasarkan mutu sejenis yang terdapat dalam komoditas itu sendiri. Salah satu metode pemutuan buah pisang yang dapat digunakan yaitu menggunakan pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan penanganan data teks dan data citra berdasarkan sistem visual yang memiliki tingkat akurasi jauh lebih tinggi dari visual manusia. Salah satu metode yang dapat mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan metode *Image Classification*. Dengan adanya tambahan metode pendukung ini maka hasil identifikasi dan tingkat akurasi data akan lebih baik.

Kata Kunci — Sortasi, klasifikasi citra, pisang.

Abstract

Post-harvest processing is one of the activities to maintain the quality of bananas. Efforts made to maintain the quality of bananas are sorting. Sorting is the separation of cleaned materials into various fractions based on their physical character (shape, size, weight, type, color), chemical (odor composition and rancidity), and biological (type and damage by insects, number of microbes, and growth power). The purpose of sorting is to determine the classification of commodities based on similar qualities contained in the commodity. One of the banana fruit harvesting methods that can be used is to use image processing. Image processing is the handling of text data and image data based on a visual system with a much higher accuracy level than human visual. One of the methods that can solve the problem is to use the Image Classification method. With the addition of these supporting methods, the identification results and the level of data accuracy will be better. Abstrak ditulis sebanyak

Keywords – *Sorting, image classification, bananas*

I. PENDAHULUAN

Pisang adalah buah yang sangat bergizi yang merupakan sumber vitamin, mineral dan juga karbohidrat (Prihatman, 2000). Menurut Rismunandar (1981), kandungan gula, pati dan air yang terdapat dalam buah pisang tergantung pada varietas, waktu panen, iklim dan keadaan tanah. Sortasi yang dilakukan untuk buah pisang di Indonesia umumnya masih menggunakan metode manual yaitu berdasarkan warna atau kerusakan dengan tenaga manusia. Metode ini dirasa belum cukup baik dikarenakan memiliki keterbatasan dari segi waktu maupun tenaga. Berdasarkan kekurangan tersebut maka diperlukan alternatif metode yang dapat memutuskan buah pisang secara efektif dan efisien. Salah satu metode pemutuan buah pisang yang dapat digunakan yaitu menggunakan pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan penanganan data teks dan data citra berdasarkan sistem visual yang memiliki tingkat akurasi jauh lebih tinggi dari visual manusia (Ahmad, 2005).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Standar Mutu Buah Pisang

Penentuan mutu kriteria buah pisang masih belum memiliki standar acuan yang baku namun pengelompokan buah pisang berdasarkan ukuran yang seragam, tidak cacat dan tidak terserang hama/penyakit dan buah pisang di panen pada saat buah sudah berubah yaitu warna sudah berubah dari hijau tua menjadi kuning pekat dan bila terkena sinar warna menjadi kuning cerah.

B. Sortasi

Sortasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk memisahkan produk yang baik dan buruk (*marketable* dan *unmarketable*). Tujuan utama sortasi adalah untuk mengoptimalkan kegunaannya untuk tugas-tugas tertentu. Sortasi merupakan pemisahan makanan ke dalam kategori berdasarkan sifat-sifat fisik yang dapat di ukur atau proses pengklasifikasian bahan berdasarkan sifat fisiknya.

C. Color Filtering

Color filtering adalah suatu teknik pengolahan citra berdasarkan warna yang spesifik. Cara kerja *color filtering* adalah dengan membandingkan komponen warna setiap pixel

citra dengan warna spesifik. Kelebihan menggunakan metode *color filtering* adalah sangat sederhana dalam melakukan penyaringan warna dalam ruang warna RGB (*red, Green, Blue*).

D. Pengolahan Citra Digital

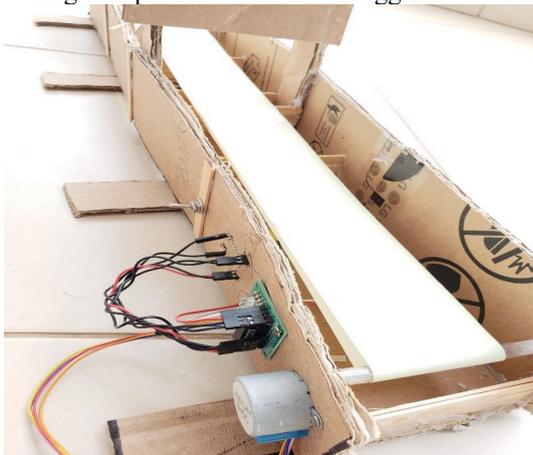
Pengolahan citra merupakan proses mengamati dan menganalisa suatu obyek tanpa adanya hubungan langsung dengan objek tersebut. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra lainnya, sementara untuk melakukan tugas perbaikan informasi dilakukan oleh manusia. Sebuah citra adalah kumpulan piksel – piksel yang disusun dalam larik dua dimensi yaitu (x,y). Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur (piksel). Untuk menunjukkan suatu lokasi piksel, koordinat (0,0) digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra, dan koordinat (m-1,n-1) digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran mxn piksel (Ahmad, 2005:11).

E. Konveyor

Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang menggunakan motor DC dalam menjalankannya yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Banyak industri yang memakai konveyor untuk memindahkan barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan.

F. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro singleboard yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan software-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia sehingga banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika menggunakan Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para pengguna yang profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino.



Gambar 1. Prototipe Konveyor

TABEL 1.
 DATASHEET ARDUINO UNO

Microcontroller	: ATmega328
Operating Voltage	: 5V
Input Voltage	: (recommended) 7-12V
Input Voltage (limits)	: 6-20V
Digital I/O Pins	: 14
Analog Input Pins	: 6
DC Current per I/O Pin	: 40 mA
DC Current for 3.3V Pin	: 50 mA
Flash Memory	: 32 KB
SRAM	: 2 KB
EEPROM	: 1 KB
Clock Speed	: 16 MHz

G. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Pada alat ini, saya menggunakan servo SG90.

H. Relay

Merupakan komponen elektronika berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/Switch). Pada driver ini kita menggunakan modul relay yaitu HW 307. Pada rangkaian yang digunakan fungsi dari relay untuk membantu memberhentikan motor yang dimana ketika sensor ultrasonik membaca adanya subjek pada tempat pembacaan maka ketika keadaan awal relay pada posisi NC menjadi NO.

I. Visual Studio

Microsoft Visual Studio adalah sebuah perangkat lunak yang lengkap sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengembangan terhadap aplikasi, baik hal itu aplikasi bisnis, komponen aplikasinya ataupun aplikasi personal serta komponen aplikasinya, dalam bentuk beberapa aplikasi console, Windows, ataupun aplikasi Web.



Gambar 2. Motor Servo

III. METODE PENELITIAN

A. Studi Literatur

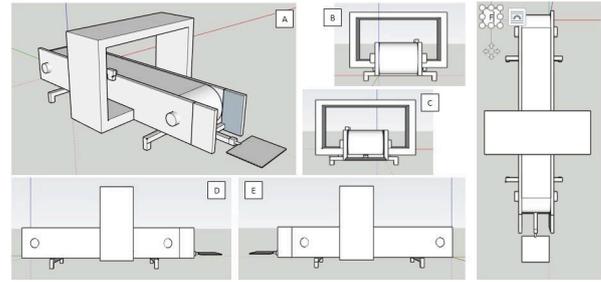
Pada tahapan pertama sebagai landasan sebuah teori tentang sebuah penelitian terhadap klasifikasi buah pisang menurut tingkatan warna yang ditentukan pada awalnya membutuhkan masukan atau arahan arahan menurut penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya ataupun penelitian yang terkait.

B. Perancangan Hardware

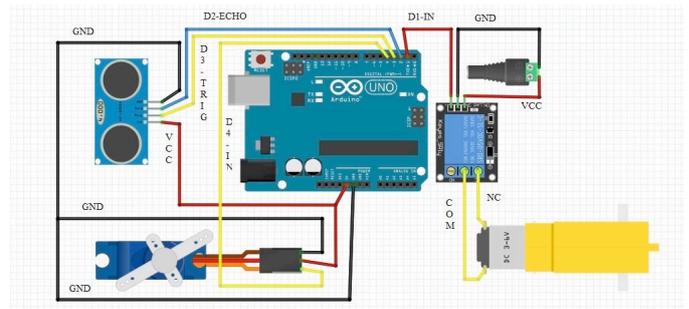
Alur yang selanjutnya dilakukan yaitu merancang atau membuat *Hardware* yang dimana *Hardware* tersebut berbentuk Konveyor yang di lengkapi oleh sensor Ultrasonik, motor penggerak dan kamera HP yang dipergunakan untuk mengambil gambar sampel.



Gambar 3. Diagram Alir



Gambar 4. Desain Alat



Gambar 5. Rangkaian Alat

C. Perancangan Software

Pada Alur ini ditetapkan perintah perintah dalam bentuk kode yang menggunakan Visual Studio sebagai bantuan untuk mempermudah *Hardware* mengerjakan perintah agar sesuai dengan perintah yang diberikan serta program Arduino untuk menjalankan beberapa komponen seperti motor dan servo.

D. Pengujian dan Pengambilan Data

Pada tahap ini dengan melakukan uji terhadap *Hardware* dan *Software* yang telah dibuat pada sebelumnya, apakah hal tersebut sudah sesuai dengan yang diharapkan pada awal pembuatan penelitian.

E. Analisa Data dan Pembuatan Laporan

Setelah mendapatkan data dan hasil pengujian pada tahap ini menganalisis hasil yang telah didapatkan serta dapat mendokumentasikan dalam bentuk tulisan agar dapat membantu penelitian selanjutnya yang berkaitan tentang hal ini. Pada tahap ketiga ini, yaitu membuat sistem peramalan dengan menggunakan metode *backpropagation neural network*. Aplikasi yang akan dipakai untuk merancang serta menjalankan simulasi pada penelitian ini ialah aplikasi *software* Matlab.

F. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan terhadap semua tahap penelitian yang telah dilakukan

TABEL 2.
 HUBUNGAN VARIABEL MUTU DAN VARIABEL MUTU CITRA

NO	Variabel mutu Pisang	Variabel mutu citra	Uraian
1	Ukuran	Area, dan diameter	Sifat ukuran memiliki korelasi dengan variabel mutu citra area, tinggi, dan diameter. Area, tinggi, dan diameter buah pisang memiliki dimensi piksel
2	Warna	r, g, dan b	Variabel mutu pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna kulit buah pisang adalah indeks warna merah (r) dan indeks warna hijau (g).
3	Bentuk	Perimeter	Bentuk buah Pisang merupakan fungsi pada pengolahan citra dengan perimeter sebagai faktornya. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel
4	Kerusakan	Area cacat	Variabel mutu citra yang cocok untuk merepresentasikan kerusakan buah pisang adalah area cacat. Area cacat buah pisang memiliki dimensi piksel

IV. HASIL PENELITIAN

A. Kalibrasi Warna

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa saat pengambilan data dengan menggunakan kalibrasi pada filter 1 mulai warna terendah dengan nilai nilai R = 31, G = 124, B = 4 hingga warna dengan nilai R = 135, G = 170, B = 69, nilai tersebut dapat disimulasikan dengan warna yang terdapat pada sisi atasnya, lalu untuk menentukan tingkatan kematangan buah menggunakan filter 2 dengan warna terendah yang memiliki nilai R = 122, G = 81, B = 0 hingga nilai warna dengan R = 174, G = 138, B = 45. Dengan nilai tersebut yang akan menjadi acuan pengambilan nilai piksel yang tertangkap ketika pisang melewati kamera.



Gambar 6. Nilai Warna Kuning dan Hijau



Gambar 7. Kalibrasi Warna

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada alat klasifikasi kematangan buah pisang ini terdapat sensor ultrasonik yang berguna untuk mendeteksi suatu objek sudah berada pada tempat yang sudah diatur sebagai pengambilan gambar.

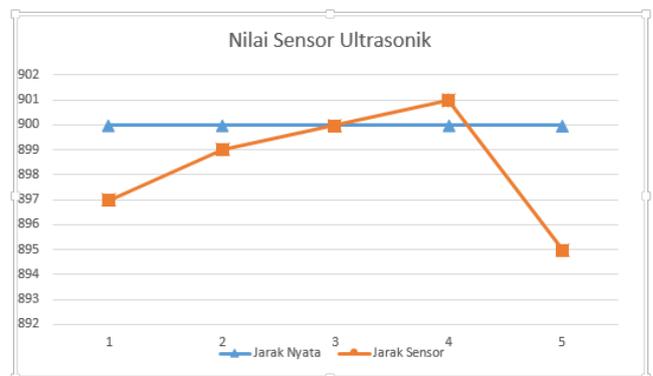
Dapat dilihat pada tabel 3 dan juga grafik gambar 8 dimana pada jarak nyata diukur dengan pembanding berupa penggaris konvensional dengan jarak sebesar 900 milimeter, dan jarak pada sensor ultrasonik pembacaan jarak sebesar 897 milimeter, 899 milimeter, 900 milimeter, 901 milimeter dan terakhir 895 milimeter. Dilihat seperti pada grafik untuk sensor ultrasonik dan jarak nyata. Garis biru merupakan jarak nyata dan garis oranye merupakan jarak yang diambil oleh sensor

C. Pengujian Kamera

Pada pengujian kamera dilakukan dengan menggunakan kamera dari smartphone yang disambungkan dengan aplikasi

TABEL 3.
 KALIBRASI SENSOR ULTRASONIC

No	Jarak Nyata (mm)	Jarak Sensor (mm)
1	900	897
2		899
3		900
4		901
5		895



Gambar 8. Grafik nilai kalibrasi sensor ultrasonik

TABLE 4.

PENGUJIAN KAMERA TERHADAP WARNA RGB

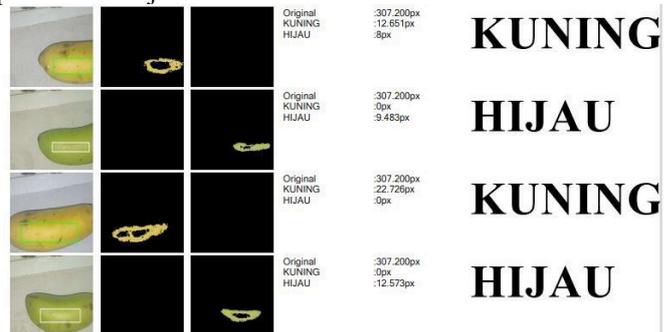
No	Variasi Warna	Nilai RGB pada kamera	Nilai RGB pada aplikasi paint
1	Putih R = 221 G = 221 B = 221		
2	Kuning R = 194 G = 184 B = 86		
3	Ungu R = 55 G = 140 B = 175		
4	Biru R = 82 G = 173 B = 250		
5	Merah R = 213 G = 72 B = 62		
6	Kuning R = 158 G = 183 B = 79		
7	Coklat R = 149 G = 130 B = 98		
8	Kuning R = 253 G = 250 B = 0		
9	Hitam R = 10 G = 23 B = 9		
10	Hijau R = 64 G = 202 B = 65		

DroidCamApp dimana perangkat ini dapat menyambungkan kamera dari smartphone pada software pemrograman di computer

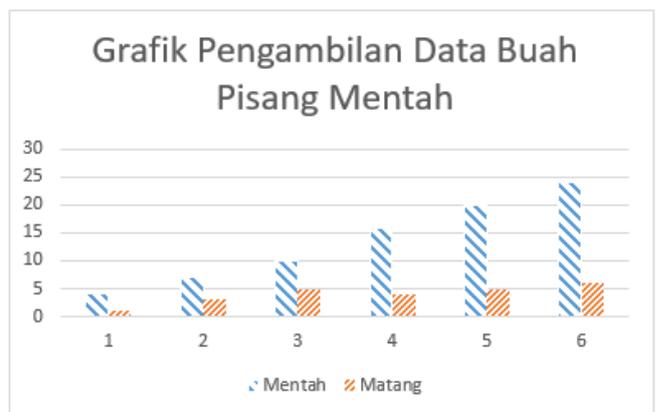
Dapat dilihat pada tabel 4 dimana pengujian kamera terhadap warna RGB dimana perbandingan dari warna RGB menggunakan aplikasi bawaan dari Windows yaitu paint. Dari percobaan pengujian digunakan beberapa contoh variasi warna sebanyak sepuluh contoh, dimana semua warna yang ditangkap dapat dibandingkan dengan warna pada paint seperti halnya kolom nomor 2 warna yang dilihat yaitu kuning dengan R sebesar 194, G sebesar 184, dan B sebesar 86, begitu juga yang lainnya.

D. Hasil Pengujian Klasifikasi Buah

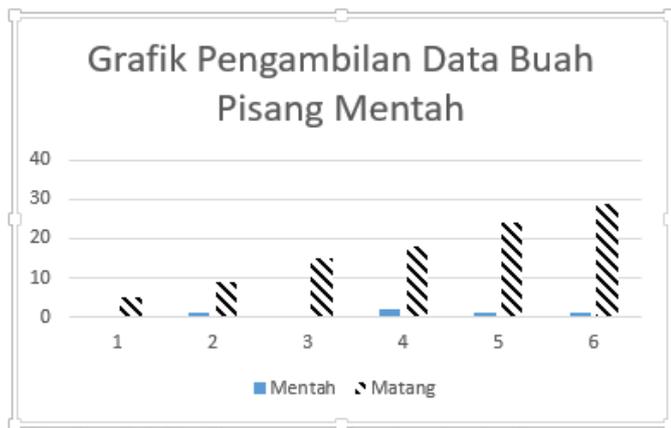
Pada bagian bab ini membahas tentang hasil pengujian data sampel buah yang berupa pisang dengan menggunakan perbandingan nilai antara piksel warna kuning dan hijau yang telah diatur pada sebelumnya dengan range warna hijau tertentu dan warna kuning tertentu pada buah yang matang dan mentah. Dapat dilihat pada gambar hasil klasifikasi antara pisang warna kuning dan hijau, dimana pisang berwarna kuning dapat dikategorikan sebagai pisang yang matang dan pisang dengan warna hijau dapat dikategorikan pisang yang belum matang atau mentah. Dapat juga dilihat nilai pixel dalam gambar 8 sebagai contoh ketika klasifikasi dengan kondisi kuning maka nilai pixel pada warna kuning lebih dominan dan juga sebaliknya dimana kondisi hijau maka nilai pixel warna hijau lebih dominan.



Gambar 8. Hasil Pengujian Klasifikasi buah



Gambar 9 Grafik pengambilan data buah pisang mentah



Gambar 10. Grafik pengambilan data buah pisang matang

TABEL 5.
 KLASIFIKASI PISANG MATANG DAN MENTAH.

No	Sampel Pisang Matang		Sampel Pisang Mentah	
	Kuning	Hijau	Kuning	Hijau
1.	12.651px	8px	0px	9.483px
2.	22.726px	0px	0px	12.573px
3.	6.863px	491px	0px	15.452px
4.	3.477px	0px	0px	14.707px
5.	10.684px	0px	0px	15.452px
6.	6.595px	22px	0px	14.707px
7.	15.958px	0px	0px	43.162px
8.	19.015px	0px	2px	23.380px
9.	24.146px	0px	14px	29.872px
10.	14.721p	0px	7px	9.553px

TABEL 6
 PENGAMBILAN DATA BUAH PISANG MENTAH

No	Jumlah Buah	Mentah	Matang	Error %	Waktu (s)	Rata-rata waktu (s)
1	5	4	1	20	00.29.23	05.58
2	10	8	2	20	00.52.13	05.21
3	15	11	4	27,3	01.05.07	04.03
4	20	16	4	20	01.32.18	04.06
5	25	20	5	20	01.53.35	04.51
6	30	24	6	25	02.44.08	05.46

TABEL 7
 PENGAMBILAN DATA BUAH PISANG MATANG

No	Jumlah Buah	Mentah	Matang	Error %	Waktu (s)	Rata-rata waktu (s)
1	5	0	5	0	00.28.53	05.7
2	10	1	9	10	00.53.33	05.31
3	15	0	15	0	01.06.27	04.42
4	20	2	18	10	01.31.48	04.57
5	25	1	24	4	01.54.55	04.58
6	30	1	29	3	02.43.58	05.45

TABEL 8.
 PENGUJIAN KESELURUHAN ALAT SORTIR BUAH PISANG

No	Jumlah Buah	Input		Output		Error Persen (%)
		Mentah	Matang	Mentah	Matang	
1	5	2	3	2	3	0
2	10	3	7	2	8	10
3	10	7	3	5	5	20
4	15	5	10	3	12	13,3
5	15	10	5	9	6	6,6
6	20	10	10	8	12	10
7	20	15	5	12	8	15
8	25	10	15	10	15	0
9	25	15	10	13	12	8
10	30	15	15	13	17	6,6

Pada tabel 5 hasil klasifikasi pisang matang dan mentah dimana dalam pengambilan data ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan kondisi pisang matang dan mentah sehingga total pengambilan sebanyak 20 variasi objek pisang.

Seperti halnya pada penjelasan gambar 8 dimana nilai pixel pada kondisi lebih dominan, sebagai contoh pada kolom 1 pada tabel 5 dengan kondisi matang didapat pixel kuning sebesar 12.651 pixel dan hijau sebesar 8 pixel, sedangkan untuk kondisi mentah didapat pixel kuning sebesar 0 pixel dan hijau sebesar 9.483 pixel. Selebihnya dapat dilihat pada tabel 5.

E. Pengujian Waktu Buah Pisang Mentah

Dalam pengambilan data pisang mentah menggunakan variasi jumlah pisang dengan rentan jumlah sebanyak 5 buah. Dimulai dari 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 buah pisang yang masih mentah. Data untuk buah pisang mentah dapat dilihat pada tabel 6 dimana pisang yang digunakan merupakan pisang yang masih mentah atau masih berwarna hijau. Seperti halnya kolom nomor 4 dimana menggunakan 20 pisang mentah, pada konveyor melakukan eksekusi dengan data 16 buah mentah dan 4 buah pisang matang, 4 buah pisang yang terqualifikasi matang ini merupakan error yang terjadi pada alat. Didapat juga data waktu pada saat pengambilan data, dimana untuk mengeksekusi 30 buah pisang dibutuhkan waktu kurang lebih 2 menit 44 detik dengan rata – rata waktu yang dibutuhkan setiap pisangnya sebesar 5 detik. Berikut gambar grafik untuk pengambilan data tabel 6.

F. Pengujian Waktu Buah Pisang Matang

Kriteria data yang diambil yaitu variasi jumlah buah matang dengan rentan 5 buah sama seperti sebelumnya tapi dari semua buah yang akan diuji menggunakan buah yang sudah matang dengan kriteria buah pisang yang sudah berwarna kuning. Dari penelitian yang sudah dilakukan didapat tabel 7, dapat diketahui pada tabel 7 nilai error persen pada pengambilan data buah pisang yang matang lebih sedikit yaitu dengan nilai eror persen terbesar 10 persen didapat

ketika pengambilan hampir sama yaitu dengan 30 buah pisang matang dapat diselesaikan dengan waktu 2 menit 43 detik dengan rata – rata setiap buahnya dapat diselesaikan dengan waktu 5 detik. Berikut gambar grafik untuk tabel 4.5 diatas.dibandingkan dengan pengambilan data untuk buah pisang yang masih mentah pada tabel dengan error persen sebesar 33 persen. Dilihat pada kolom 4 tabel dengan data pisang 20 buah dengan kondisi matang atau kuning, didapat data mentah sebanyak 2 buah mentah dan 18 buah dikategorikan matang oleh alat. Untuk waktu yang didapat ketika pengambilan hampir sama yaitu dengan 30 buah pisang matang dapat diselesaikan dengan waktu 2 menit 43 detik dengan rata – rata setiap buahnya dapat diselesaikan dengan waktu 5 detik. Berikut gambar grafik untuk tabel 7

G. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan yang dilakukan pada penelitian kali ini dengan mencampur variasi dari objek yang diuji yaitu buah pisang yang sudah matang dan yang masih mentah. Dimana percobaan menggunakan 30 buah pisang matang dan mentah yang sudah di klasifikasikan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk analisa kinerja dari alat sortir buah pisang apakah alat dapat digunakan untuk memilah buah pisang yang matang dan yang belum matang. Hasil dari pengujian keseluruhan dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Dari pengambilan data tabel 8 dapat dilihat jumlah buah pada baris kedua merupakan variasi jumlah buah dengan input pada baris ketiga yang jumlahnya berbeda, sedangkan pada output didapat hasil seperti pada tabel 8, baris dengan label output. Seperti halnya pada kolom nomor 4 dengan jumlah buah sebanyak 15 yang berisi 5 buah mentah dan 10 buah matang, setelah disortir oleh alat dapat dilihat pada baris output kolom 4 dengan hasil mentah 3 buah dan matang 12 buah, didapat error persen pada alat sebesar 13,3 %, pada hasil keseluruhan bahwa eror % tidak melebihi nilai atau di bawah 13,3% yang terjadi pada percobaan ke-4 dengan jumlah objek sebanyak 15 buah.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan dari hasil percobaan sebagai berikut :

1. Terdapat nilai R, G dan B yang membantu untuk menentukan jumlah piksel untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah yang menjadi keluaran dari hasil konveyor.
2. Alat Konveyor yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik hal tersebut dapat dibuktikan dengan nilai eror persen yang relatif kecil, bisa diambil contoh pada hasil buah mentah dapat ditekan hingga nilai 20% pada *error* serta saat matang hingga 0% dan pada nilai eror keseluruhan bernilai 6,6%.
3. Pemrograman yang diatur dengan perbandingan jika $A > B = A$, $A < B = B$, dapat mengukur tingkat kematangan buah pisang dengan baik, terdapat contoh pada tabel klasikasi buah pada percobaan 6, dengan nilai filter berwarna kuning sebesar 6595 px dan berwarna hijau sebesar 22 px.
4. Pada hasil waktu yang dibutuhkan cukup efisien dengan sekala *prototipe* dengan rata-rata pada waktu pada buah mentah sebesar 04.06 *second*, dan pada buah mentah membutuhkan waktu rata-rata sebesar 04.42 *second*.

REFERENSI

- [1] Ahmad, U. 2005. Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Tanpa tahun “Teknik budidaya tanamansawo.<http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/downloads/Budidaya%20Sawo.pdf>[Diakses pada 9 april 2019].
- [3] Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi buah-buahan dalam (Ton) 2009 – 2014. <http://sumut.bps.go.id/frontend/linkTabelStatis/view/id/310> [Diakses pada 9 april 2017].
- [4] Fauji, S. A. 2012. Analisis Fungsi Aktifasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mendeteksi Karakteristik Bentuk Gelombang Spektra Babi dan Sapi, 2 No.3.
- [5] Kusumadewi, S., dan Hartati. 2006. Neuro fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Soedibyo, D. W. 2006. “Pemutuan Edamame (Glycine Max (L.) Merr.) dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)”. Tidak Diterbitkan. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).

