

Alat Penyortir Buah Manggis Berdasarkan Klasifikasi Citra Menggunakan Raspberry

Herlinawati
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Bandar Lampung, Indonesia
herlinawati@eng.unila.ac.id

Sri Purwiyanti
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Bandar Lampung, Indonesia
sripurwiyantisurya@yahoo.com

Abstrak—Sebagai salah satu buah unggulan Indonesia, permintaan ekspor buah manggis terus meningkat dari tahun ke tahun. Dengan memperhatikan karakteristik buah manggis dan tingginya permintaan atas manggis yang bermutu baik, diperlukan suatu alat yang dapat menyortir buah manggis secara akurat, cepat, dan tepat. Untuk itu, pada penelitian ini dibuat alat penyortir buah manggis secara otomatis menggunakan metode pengolahan citra. Alat ini menggunakan kamera sebagai perangkat *capture image* untuk mendapatkan nilai komponen warna dan ukuran diameter citra buah manggis, dan *mikrokontroler raspberry pi 3 tipe B* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi mutu buah manggis dan kontrol mekanik *conveyor* berdasarkan data yang didapat dari kamera. Sebagai hasilnya, alat ini dapat melakukan penyortiran buah manggis berdasarkan warna kulit dan diameter dengan tingkat kesalahan antara 5-7 %, tergantung pada posisi pengambilan citra. Kemudian, alat ini juga dapat mengirimkan hasil pengukuran diameter melalui jaringan internet ke laptop/komputer eksternal. Selain itu, penggunaan *Raspberry pi 3* membuat rangkaian keseluruhan menjadi lebih sederhana karena tidak perlu menggunakan rangkaian sensor untuk mendeteksi keberadaan buah.

Kata Kunci—Mikrokontroler, Pengolahan Citra, Raspberry pi 3

I. PENDAHULUAN

Manggis merupakan tanaman buah yang berasal dari hutan tropis di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Sebagai salah satu buah unggulan Indonesia, permintaan ekspor manggis terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2002 volume ekspor 6.512.423 kg dengan nilai ekspor 6.956.042 US\$ dan tahun 2003 volume ekspor mencapai 9.304.511 kg dengan nilai ekspor 9.306.042 US\$ (Muharfiza, 2006). Data ini terus meningkat sampai sekarang.

Mutu buah manggis ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya adalah tingkat kematangan dan ukuran diameter buah. Tingkat kematangan buah manggis dapat ditentukan dari indeks warnanya, buah yang sudah matang dan siap saji ditandai dengan kulit buah yang berwarna ungu kehitaman. Biasanya pemetikan buah manggis dilakukan secara manual dengan mempertimbangkan kebutuhan, yaitu warna buah merah keunguan untuk tujuan ekspor, sedangkan warna ungu kemerahan dan ungu kehitaman untuk tujuan pasar domestik. Mutu manggis juga ditentukan oleh ukuran diameternya, yaitu berkisar antara 3,4 – 7,5 cm.

Memperhatikan karakteristik buah manggis dan tingginya permintaan atas manggis yang bermutu baik, diperlukan suatu alat yang dapat menyortir buah manggis secara akurat dan tepat. Pada penelitian sebelumnya, digunakan mikrokontroler Atmega 8535 sebagai pemroses

utama dari alat penyortir buah manggis (Saputra, 2014). Instrumen yang dihasilkan dapat melakukan penyortiran dengan error level 10,9 %, namun dengan rangkaian yang lebih kompleks dan tidak portabel karena membutuhkan komputer eksternal dalam pengoperasiannya.

Untuk dapat digunakan di lapangan, dibutuhkan instrumen penyortiran yang lebih akurat dan bersifat portabel. Untuk itu, pada penelitian ini, akan dibuat alat penyortir buah manggis otomatis dengan menggunakan mikrokontroler Raspberry pi 3. Alat ini menggunakan kamera sebagai perangkat *capture image* untuk mendapatkan nilai komponen warna dan ukuran diameter citra buah manggis, dan *mikrokontroler* untuk melakukan klasifikasi mutu buah berdasarkan data yang didapat dari kamera.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Citra Digital

Citra digital merupakan fungsi intensitas cahaya $f(x,y)$ pada bidang spasial, dimana harga x dan y merupakan koordinat spasial dari citra, sedangkan harga fungsi tersebut pada setiap titik $f(x,y)$ merupakan tingkat kecemerlangan citra pada titik tersebut. Dengan demikian pada citra digital dilakukan diskritisasi koordinat spasial (*sampling*) dan diskritisasi tingkat kecemerlangannya / keabuan (*kuantisasi*).

Format citra digital merupakan suatu matriks dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang disebut sebagai elemen gambar / piksel) menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut.

Citra digital dinyatakan dengan matriks berukuran $N \times M$, dengan N = jumlah baris dengan rentang $0 \leq y \leq N - 1$, M = jumlah kolom dengan rentang $0 \leq x \leq M - 1$, dan L = maksimal warna intensitas (derajat keabuan / gray level) dengan rentang $0 \leq f(x,y) \leq L - 1$, sebagaimana diperlihatkan pada matrik berikut (Dulimarta, 1997):

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Misalnya sebuah citra berukuran 256 x 256 piksel dapat direpresentasikan secara numeric dengan matriks yang terdiri dari 256 baris (di-indeks dari 0 sampai 255) dan 256 kolom

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

(di-indeks dari 0 sampai 255) seperti contoh berikut (Munir, 2004):

0	134	145	231
0	167	201	197
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
221	219	210	156

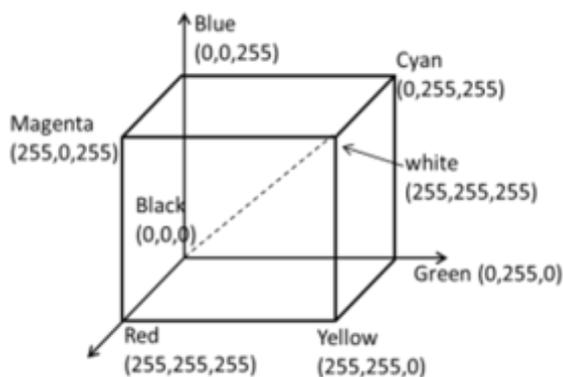
Piksel pertama pada koordinat (0,0) mempunyai nilai intensitas 0 yang berarti warna piksel tersebut hitam, piksel kedua pada koordinat (0,1) mempunyai intensitas 134 yang berarti warnanya antara hitam dan putih, dan seterusnya.

Banyaknya titik atau piksel pada suatu gambar disebut resolusi. Semakin besar resolusi suatu gambar, berarti semakin banyak piksel yang terkandung dalam citra, sehingga semakin halus juga dalam visualisasinya.

B. Warna pada Citra

Warna yang diterima oleh mata manusia merupakan kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah merah (red,R), hijau (green,G) dan biru (blue,B). Model warna RGB merupakan model warna pokok aditif, yaitu warna dibentuk dengan mengkombinasikan energi cahaya dari ketiga warna tersebut dengan perbandingan tertentu (Munir, 2004).

Citra dalam format digital mempunyai informasi piksel dalam bentuk RGB, dimana masing-masing warna merupakan kombinasi dari ketiga nilai warna R, G, dan B. Pada citra digital bertipe RGB 8-bit, masing-masing warna akan memiliki nilai antara 0 sampai dengan 255. Bila nilai dari R, G, dan B adalah semuanya 0, maka warna piksel yang dihasilkan adalah warna hitam, sedangkan bila nilai semua komponen adalah 255, maka warna yang dihasilkan adalah warna putih. Pada citra digital terdapat satu elemen lain selain RGB, yaitu elemen alpha, yang digunakan untuk menentukan nilai transparansi warna. Gambar berikut memperlihatkan visualisasi RGB secara 3 dimensi.



Gambar 1. Visualisasi RGB 3 dimensi

Nilai rata-rata R, G, dan B dapat ditentukan dengan:

$$R_{rata} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n R_{i,j}}{M \times N}$$

$$G_{rata} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n G_{i,j}}{M \times N}$$

$$B_{rata} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{i,j}}{M \times N}$$

C. Operator Laplacian

Operator Laplace adalah operator yang digunakan untuk mendeteksi lokasi tepi citra dengan lebih akurat dibandingkan operator lainnya (Munir, 2004). Perubahan intensitas yang besar pada tepi citra dipandang sebagai fungsi yang memiliki kemiringan yang besar. Pada operator Laplacian, fungsi intensitas citra $f(x,y)$ diturunkan sebanyak dua kali. Pada tepi dengan perbedaan intensitas yang curam, turunan keduanya mempunyai persilangan nol, yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua, sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan nol. Persilangan nol merupakan lokasi tepi yang akurat. Turunan kedua fungsi dengan dua variabel adalah:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

III. METODE PENELITIAN

Peralatan dan bahan utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah Belt conveyor sebagai penghantar muatan buah manggis, Kamera dengan perangkat pendukungnya, Mikrokontroler Raspberry pi 3 sebagai pemroses sinyal dan pengendali motor DC, Rangkaian motor DC dan motor servo, Buah manggis beserta peralatan penyimpanan dan peletakkannya.

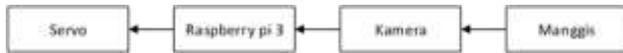
Penelitian dilakukan secara bertahap dengan rincian percobaan untuk setiap tahap adalah sebagai berikut:

Penelitian Tahap I adalah mempersiapkan belt conveyour dan setup peralatan penangkap citra, termasuk memprogram mikontroler raspberry dengan program klasifikasi manggis dan program kontrol mekanik.

Penelitian Tahap II adalah pengujian sistem penyortir mutu buah manggis dengan cara melakukan pengambilan citra apel mutu Lokal A (kulit ungu kehitaman, diameter > 5 cm), Lokal B (kulit ungu kehitaman, diameter < 5 cm), dan mutu Eksport A (kulit ungu kemerahan, diameter > 5 cm), serta pengolahan citra hasil tangkapan.

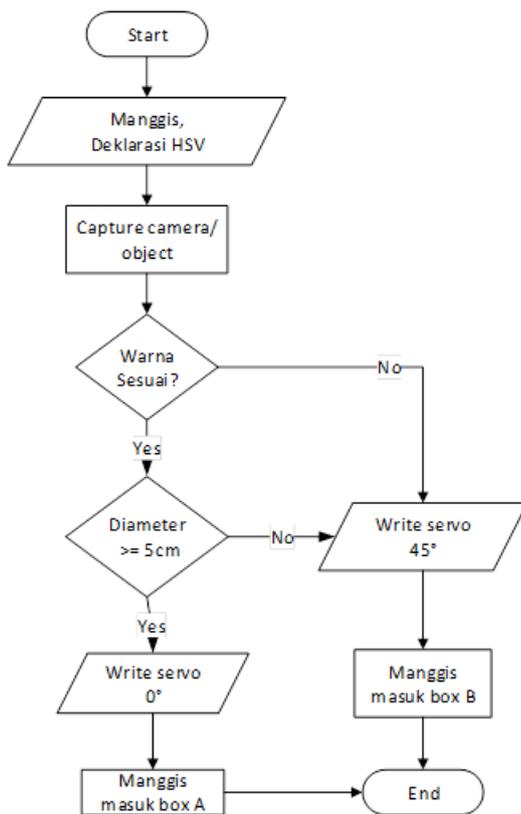
Penelitian Tahap III adalah membandingkan hasil citra yang diperoleh dengan kondisi sebenarnya, serta pengukuran tingkat keberhasilan (dalam %) metode pengolahan citra untuk sistem penyortiran mutu. Sebelum memulai melakukan formatting, pertama-tama tuliskan isi teks makalah anda pada file yang berbeda. Pastikan urutan paragraf, sub judul atau heading dan persamaan telah berada pada urutan yang tepat.

Bagan alat penyortir buah manggis ini diperlihatkan pada Gambar 2. Buah manggis diletakkan di atas conveyor yang bergerak. Saat buah manggis berada di bawah kamera, kamera akan mengambil citra buah manggis tersebut. Raspberry lalu akan menghitung nilai SHV dan diameter manggis. Berdasarkan kedua data tersebut, Raspberry lalu akan menggerakkan mesin servo yang sesuai, sehingga buah manggis tersebut akan bergerak ke arah yang sesuai dengan kelasnya.



Gambar 2. Bagan alat penyortir buah manggis

Untuk dapat melaksanakan fungsi seperti yang diharapkan, Raspberry diprogram menggunakan software Python. Diagram alur program diperlihatkan pada Gambar 3. Setelah citra buah manggis ditangkap oleh kamera, Raspberry lalu akan menghitung nilai SHV citra manggis yang didapat. Hasil penghitungan nilai SHV lalu akan dibandingkan dengan nilai SHV dari citra manggis referensi yang sebelumnya telah dimasukkan ke dalam program. Pada alat ini hanya dilakukan dua kelas klasifikasi, yaitu Box A untuk buah manggis yang matang dan Box B untuk buah manggis yang kurang matang.



Gambar 3. Flowcart program alat penyortir buah manggis

Selain itu, Raspberry juga akan menghitung diameter manggis berdasarkan jumlah pixel. Hasil klasifikasi akan masuk ke Box A untuk buah manggis yang berdiameter di atas 5 cm, sedangkan buah manggis yang diameter lebih kecil dari 5 cm akan masuk ke Box B. Alat ini juga dilengkapi dengan web usb untuk dapat mengirimkan hasil pengukuran diameter manggis ke laptop melalui jaringan internet.

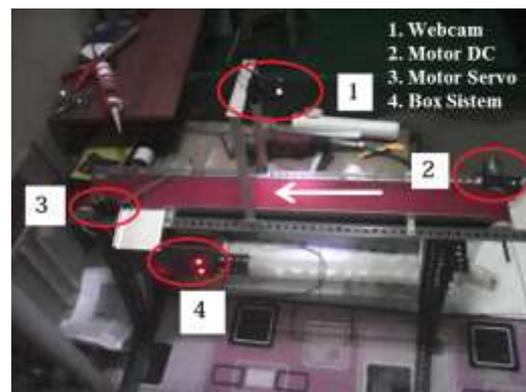
Tahapan pengujian dilaksanakan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat telah berhasil bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian yang dilakukan meliputi:

Pengujian klasifikasi berdasarkan warna. Pada pengujian ini beberapa buah manggis dengan warna yang berbeda dilewatkan di bawah kamera, kemudian diamati apakah alat ini akan mengklasifikasikan manggis tersebut ke box yang benar.

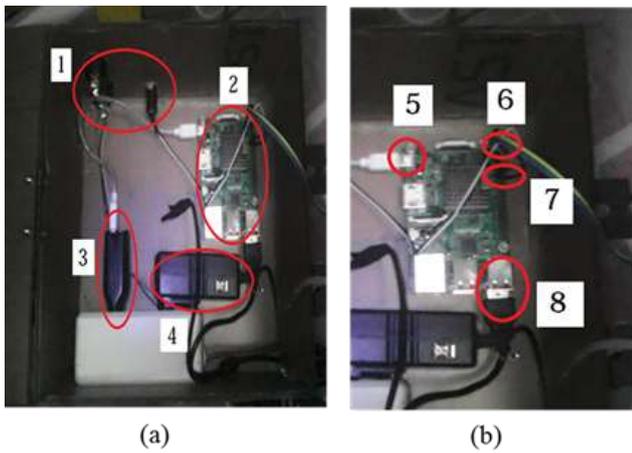
Pengujian klasifikasi berdasarkan diameter. Pada pengujian ini beberapa buah manggis dengan diameter yang berbeda dilewatkan di bawah kamera, kemudian diamati apakah alat ini akan mengklasifikasikan manggis tersebut ke box yang sesuai.

IV. PEMBAHASAN

Gambar 4 berikut memperlihatkan foto dari alat yang telah dibuat. Buah manggis yang diletakkan di atas surveyor akan bergerak sesuai dengan yang ditunjukkan oleh arah panah. Kamera diposisikan di bagian atas untuk mengurangi citra latar belakang yang tidak diharapkan, sehingga diharapkan akan didapatkan citra manggis yang lebih bersih. Motor dc adalah motor yang digunakan untuk menggerakkan belt surveyor, sedangkan motor servo digunakan untuk menggerakkan pintu ke arah box buah hasil klasifikasi. Raspberry pi 3 dan rangkaian pendukungnya diletakkan pada bagian alat yang disebut *Box System*.



Gambar 4. Tampilan alat penyortir manggis menggunakan Raspberry pi3



- Keterangan :
- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Tombol-Tombol | 5. Micro USB Supply |
| 2. Raspberry Pi 3 Type B | 6. Motor Servo Conector |
| 3. Charger 5 V DC | 7. Push botton Connector |
| 4. Adaptor 12 V DC | 8. USB ke Webcam |

Gambar 5 (a) Bagian dalam dari Box System. (b) Koneksi Raspberry dengan peralatan I/O

Bagian dalam dari bagian Box system diperlihatkan pada Gambar 5 (a). Bagian tersebut meliputi Raspberry pi3 sebagai komponen pemroses sistem, rangkaian tombol untuk mengaktifkan rangkaian sistem, charger 5 V sebagai sumber tegangan Raspberry pi, dan adaptor 12V DC sebagai sumber tegangan bagi rangkaian motor DC. Hubungan Raspberry pi dengan peralatan input-output diperlihatkan pada Gambar 5 (b). Hubungan ini meliputi rangkaian koneksi ke motor servo, koneksi ke kamera, ke rangkaian tombol, dan ke micro USB supplay. Micro SD 32 GB digunakan sebagai memory internal raspberry pi 3 dimana OS Raspbian Jessie ditanamkan.

A. Pengujian klasifikasi berdasarkan diameter

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah alat yang dibuat dapat mengukur diameter buah dengan benar. Pengujian diameter dilakukan dengan mengukur diameter secara manual dan menggunakan alat penyortir, dan kemudian membandingkan hasil pengukuran kedua metode tersebut.

Hasil pengujian untuk lima buah manggis diperlihatkan pada Tabel 1. Setiap buah manggis diukur sebanyak lima kali untuk mengetahui validitas data yang didapat. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa buah berdiameter lebih kecil dari 5 cm akan masuk ke Box B, sedangkan yang berdiameter lebih besar dari 5 cm akan masuk ke Box A. Nilai rata-rata dari kelima hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran secara manual, sehingga didapat nilai selisihnya (error level). Dari keseluruhan hasil pengujian, didapat bahwa error level dari alat ini adalah pada kisaran 5 %.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Diameter Buah Manggis

Buah ke	Diameter (cm)					Rerata	Error	Box	
	Secara Manual	Dengan Alat							
		1	2	3	4				5
1	4.8	4.8	4.9	4.8	4.7	4.7	0.04	B	
2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.3	6.4	0.02	A	
3	5.2	5.1	5.2	5.3	5.2	5.2	0.02	A	
4	4.1	3.8	4.1	4.1	4.2	3.9	0.07	B	
5	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	6.5	0.12	A	

Hasil pengujian di atas dilakukan pada posisi tegak, yaitu bagian atas buah menghadap kamera, yang dimaksud dengan bagian atas adalah bagian yang terdapat tangkai buah. Selain itu, pengujian diameter juga dilakukan dengan posisi menyamping, yaitu bagian samping buah menghadap kamera. Pengujian dilakukan terhadap beberapa buah manggis dengan prosedur yang sama dengan pengujian diameter tampak atas.

Dari level error yang didapat (Gbr. 6) diketahui bahwa level error perhitungan diameter dengan posisi buah menyamping ternyata lebih besar daripada dengan posisi tegak (7%). Hal ini mungkin disebabkan karena pada posisi menyamping, kedudukan buah di atas conveyor bergerak menjadi relatif tidak stabil, sehingga menambah jumlah piksel berwarna yang dideteksi oleh unit prosessor.



Gambar 5. Perbandingan tingkat Error dalam perhitungan diameter dengan posisi pengukuran yang berbeda.

B. Pengujian klasifikasi berdasarkan warna

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat melakukan klasifikasi buah berdasarkan warna kulit. Pengujian dilakukan pada beberapa buah manggis, dengan hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Manggis berdasarkan warna

Manggis ke	Citra yg ditangkap	Box
1		A
2		A
3		A
4		A
5		A

Pada pengujian ini kami mengalami kesulitan untuk mendapatkan buah manggis mentah, yang ditandai dengan kulit buah yang berwarna kehijauan. Sehingga hasil yang didapat semuanya diklasifikasikan sebagai buah matang, dan dengan demikian akan masuk ke Box A. Namun hasil pengujian yang mengklasifikasikan buah untuk masuk ke Box B, didapat dengan melakukan pengujian diameter seperti yang sudah diuraikan sebelumnya.

Keseluruhan hasil pengujian ini menunjukkan bahwa alat yang telah dibuat ini berhasil melakukan proses pengklasifikasian buah manggis sesuai dengan yang diharapkan.

Alat ini tidak dilengkapi dengan peralatan display yang menampilkan hasil pemrosesan citra. Walaupun begitu, alat ini dilengkapi dengan web usb, yang dapat mengirimkan hasil pemrosesan citra tersebut melalui jaringan internet. Dengan demikian data yang dikirimkan dapat diterima oleh laptop atau PC, yang terhubung dengan alat ini melalui jaringan internet.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat melakukan penyortiran buah manggis berdasarkan warna kulit dan diameter dengan tingkat kesalahan antara 5-7 %, tergantung pada posisi pengambilan citra. Alat ini juga dapat mengirimkan hasil pengukuran diameter melalui jaringan internet ke laptop/komputer eksternal. Penggunaan Raspberry pi 3 membuat rangkaian keseluruhan menjadi lebih sederhana karena tidak perlu menggunakan rangkaian sensor untuk mendeteksi keberadaan buah.

REFERENSI

- [1] Arimurthy et al. 1992. Pengantar Pengolahan Citra. PT. Elex Media Komputindo.
- [2] Dulimarta, Hans. 1997. Diktat Kuliah Pengolahan Citra. Jurusan Teknik Informatika ITB
- [3] Galbiati, Louis J. 1990. Machine Vision and Digital Image Processing Fundamentals. Prentice Hall.
- [4] Haryanto, H. & Sarif, H. 2012. Jurnal : Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [5] Munir, R. 2004. Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik. Informatika.
- [6] Matt Richardson & Shawn Wallace. 2012. Getting Started Qith Raspberry Pi. Sebastopol, California: O'REILLY.
- [7] Purwanto. 2009. Jurnal: Pengendali Motor Servo DC Standard dengan Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega 8535. Depok: Universitas Gunadarma.
- [8] Saputra, H.S et al. 2014. Menentukan Kematangan Buah Manggis Menggunakan Metode Summary Squared Error (SSE) yang Diaplikasikan pada Belt Conveyor Pemisah Buah, POLI REKAYASA, Vol. 9, Nomor 2,
- [9] Zuhul. 1980. Dasar Tenaga Listrik. Bandung: Institut Teknologi Bandung.