

**RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERDASARKAN
UKURAN DAN WARNA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI HSV
BERBASIS RASPBERRY PI 3B+**

(Skripsi)

Oleh

HAYU ZARWANI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

DESIGN OF TOMATO SORTER MACHINE BASED ON SIZE AND COLOR USING HSV SEGMENTATION METHOD WITH RASPBERRY PI 3B +

By

Hayu Zarwani

Tomatoes are fruits that have different sizes and maturity levels. This difference can determine the price of tomatoes because the market demand for more quality tomatoes through determining the size and level of maturity. So that the sorting process is needed for size and maturity according to the level of selling price of tomatoes in the market. In this sorting process, a basic research is carried out to overcome this by making a tomato sorter design system using conveyors as a tomato transfer tool and image processing techniques. Image processing is used to perform size detection using the mid point method and maturity level using the HSV color segmentation method. Image processing is done by Raspberry pi 3B +, besides that Raspberry Pi also controls the webcam camera and servo motor. The webcam camera is placed on a conveyor and is used as a sensor to take photos of detected tomatoes, while the servo motor is placed on the side of the conveyor and is used as a sorting arm to insert the tomatoes according to the specified box. The results of testing this system are able to distinguish the size and maturity level of tomatoes with the fastest detection time of 2 seconds and the average error rate on the system is 3.33% using a conveyor speed of 7.35 seconds/cm.

Keywords : Tomatoes sorting machine, Mid point and HSV methods, Raspberry pi 3B +, webcam cameras

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERDASARKAN UKURAN DAN WARNA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI HSV BERBASIS RASPBERRY PI 3B+

by

Hayu Zarwani

Buah tomat merupakan buah yang memiliki ukuran dan tingkat kematangan yang berbeda-beda. Perbedaan ini dapat menentukan harga buah tomat karena permintaan pasar lebih menginginkan buah tomat yang berkualitas melalui penentuan ukuran dan tingkat kematangannya. Sehingga diperlukannya proses penyortiran untuk ukuran dan tingkat kematangan sesuai dengan tingkatan harga jual buah tomat dipasaran. Pada proses penyortiran ini, dilakukanlah sebuah penelitian dasar untuk mengatasinya yaitu dengan membuat sebuah sistem rancang bangun alat penyortir buah tomat secara otomatis menggunakan konveyor sebagai alat pemindah buah tomat dan teknik pengolahan citra. Pengolahan citra digunakan untuk melakukan pendeteksian ukuran dengan menggunakan metode *mid point* dan tingkat kematangan dengan menggunakan metode segmentasi warna HSV.

Pengolahan citra dilakukan oleh Raspberry pi 3B+, selain itu raspberry pi juga melakukan pengontrolan terhadap kamera webcam dan motor servo. Kamera webcam diletakkan diatas konveyor dan digunakan sebagai sensor untuk mengambil foto buah tomat yang terdeteksi, sedangkan motor servo diletakkan dipinggir konveyor dan digunakan sebagai lengan penyortir untuk memasukkan buah tomat sesuai dengan kotak yang telah ditentukan. Hasil dari pengujian sistem ini yaitu mampu membedakan ukuran dan tingkat kematangan buah tomat dengan waktu pendeteksian tercepat 2 detik serta tingkat kesalahan rata – rata pada sistem sebesar 3.33% dengan menggunakan kecepatan konveyor 7.35 detik/cm.

Kata Kunci : Sortir buah tomat, Metode *Mid point* dan HSV, Raspberry pi 3B+, kamera webcam

**RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERDASARKAN
UKURAN DAN WARNA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI HSV
BERBASIS RASPBERRY PI 3B+**

Oleh
Hayu Zarwani

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERDASARKAN UKURAN DAN WARNA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI HSV BERBASIS RASPBERRY PI 3B+**

Nama Mahasiswa : **Hayu Zarwani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1415031060**

Program Studi : **Teknik Elektro**

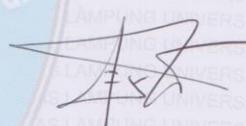
Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

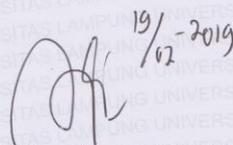


Agus Trisanto, Ph.D.
NIP. 19680809 1999031 001



Dr. Eng. F.X Arinto Setyawan, S.T., M.T.
NIP. 19691219 1999031 002

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro



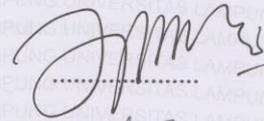
19/07-2019

Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP. 19731128199903 1 005

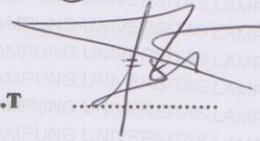
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

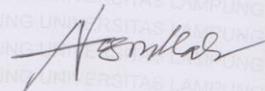
Ketua : Agus Trisanto, S.T., M.T., Ph.D.



Sekretaris : Dr. Eng. F.X Arinto Setyawan, S.T., M.T



Penguji Utama : Ir. Emir Nasrullah, S.T., M. Eng



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Januari 2019

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak ada terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Februari 2019



Hayu Zarwani

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kecamatan Natar, Provinsi Lampung pada tanggal 27 Juli 1996. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Nazarudin Uzer (alm) dan Ibu Seniwati (alm).

Mengenai riwayat pendidikan, penulis lulus Taman Kanak – kanak Bina Asih pada tahun 2002, lulus Sekolah Dasar di SDN 2 Natar pada tahun 2008, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Natar pada tahun 2011, lulus Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Natar pada tahun 2014, dan diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan juga bantuan beasiswa **BIDIKMISI**

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai organisasi internal dan eksternal kampus. Selama 2 kepengurusan menjadi anggota Bidang Komunikasa Informasi dan Bidang Pendidikan dan Pengembangan Diri Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro, menjadi anggota Bidang Perlengkapan Panitia Khusus (PANSUS) Pemilihan Raya Universitas, menjadi anggota Komisi III Bagian Keuangan Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas teknik (DPM-FT), menjadi Bendahara 2 Pada Perwakilan

Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung untuk Forum Komunikasi Himpunan Mahasiswa Elektro Indonesia Wilayah V SUMBAGSEL, menjadi anggota Bidang Pengembangan Media Komunikasi Alumni Rohis (MEKAR) Natar dan menjadi Ketua Tim Kerja Sekolah (TKS) SMA Negeri 1 Natar.

Selain itu penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen Untuk Mata Kuliah Menggambar Teknik dan juga aktif sebagai Staf di Laboratorium Teknik Kendali. Penulis juga pernah melakukan Kerja Praktik di PT Clariant Indonesia dengan topik bahasan sistem pada Distributed Control System (DCS).

PERSEMBAHAN

Bismillaahirrohmaanirrohiim

**Dengan Mengharapkan Ridho Allah SWT dan Syafa'at Nabi
Muhammad SAW**

Kupersembahkan karyaku ini untuk Kedua Orang Tuaku tercinta yang dahulu selalu memberikan do'a dan motivasi serta atas semua pengorbanan dan kesabaran yang tak mungkin terbalaskan. Kupersembahkan pula untuk semua orang yang ku kenal maupun yang tak ku kenal.

“Untuk Yang Sedang dan Akan mengerjakan Skripsi”

Skripsi bukanlah hal yang sulit, karena jika dibandingkan dari tingkat keberhasilan dan kegagalan dalam mengerjakan skripsi, maka tingkat keberhasilan jauh lebih banyak dicapai oleh orang yang memiliki semangat dalam mengerjakannya.

Tips agar mudah mengerjakan skripsi : “bantulah setiap orang yang memerlukan bantuan dan yakinkan Allah SWT yang akan memberikan bantuan terbaik untuk kita”

“ALMAMATERKU TERCINTA, UNIVERSITAS LAMPUNG”

MOTO

Belajar, Berbagi dan Berjuang

“Menuntut ilmu itu wajib atas setiap muslim”

(HR. Ibnu Majah, No. 224)

"Barangsiapa yang menempuh sesuatu jalan untuk mencari ilmu pengetahuan di situ, maka Allah akan mempermudah baginya suatu jalan untuk menuju ke surga."

(Riwayat Muslim, No. 1378)

"Barangsiapa yang mengajak kepada petunjuk yakni kebenaran, maka baginya adalah pahala seperti pahala-pahala orang yang mengikutinya, tidak dikurangi sedikitpun dari pahala mereka itu."

(Riwayat Muslim, No. 1379)

"Apabila anak Adam yakni manusia meninggal dunia, maka putuslah amalannya yakni tidak dapat menambah pahalanya lagi, melainkan dari tiga macam perkara, yaitu sedekah jariah atau ilmu yang dapat diambil kemanfaatannya atau anak yang shalih yang suka mendoakan untuknya."

(Riwayat Muslim, No. 1380)

“Apabila telah ditunaikan shalat, maka bertebaranlah kamu di muka bumi dan carilah karunia Allah dan ingatlah Allah banyak – banyak supaya kamu beruntung.”

(Surat Al Jumu'ah : 10)

"Dan barangsiapa yang bertaqwa kepada Allah, maka Allah akan membuat untuknya jalan keluar - dari segala macam kesulitan - dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak dikira-kirakan."

(Surat At-Thalaq: 2-3)

“Jika kau menanam padi maka rawatlah dengan baik karena rumput akan ikut tumbuh bersamanya, tetapi jika kau menanam rumput maka tak akan pernah ada padi yang tumbuh. Begitulah perumpamaan kebaikan dan keburukan”

(Hayu Zarwani)

SANWACANA

Bismillaahirrohmaanirroohiim

Segala puji bagi Alloh SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dapat merasakan nikmatnya ibadah, nikmatnya bersyukur, dan insya Allah nikmatnya surga.

Skripsi ini berjudul “Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Dan Warna Menggunakan Metode Hsv Berbasis Raspberry Pi 3b+“ yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Ketua
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

2. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Umi Murdika S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik penulis atas saran yang membangun dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
4. Bapak Agus Trisanto PH.D selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu.
5. Bapak Dr.Eng.F.X Arinto Setyawan,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Pendamping, terima kasih atas waktu dan bimbingannya selama mengerjakan skripsi.
6. Bapak Ir.Emir Nasrullah,M.Eng_selaku Penguji Utama, terima kasih atas masukannya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas didikannya, arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
8. Ayah dan Ibu yang dahulu selalu memberikan semangat dan motivasi serta memberikan pelajaran yang berharga dalam menjalani hidup ini.
9. Oom dan eneng yang telah menggantikan posisi ayah dan ibu, semoga keberkahan selalu terlimpah kepada beliau.
10. Kak Agung Pradana, S.T. selaku PLP Laboratorium Kendali, yang telah membantu dalam banyak hal.
11. Para Asisten dan Staff Kendali yang telah memberikan gagasan dan bantuan dalam hal pembuatan alat, serta suasana indah yang mungkin kedepannya tidak kita rasakan kembali.

12. Seluruh teman-teman ELITE 2014 atas kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian semua berikan kepada penulis, mulai penulis masuk kuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi ini, terima kasih atas nilai kehidupan yang kalian berikan. Bagi penulis kalian Keluarga yang selalu Luar Biasa.
13. Saudara – saudaraku, kakak, ayuk dan adik yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga pengerjaan alat dan penyusunan laporan kerja praktik ini dapat terselesaikan.
14. Heru Muhammad Alim dan Ilham Setia Budi teman seperjuang yang telah berbagi suka maupun duka selama melakukan kerja praktik dan juga sampai membuat LIWA COFFE, semoga kita selalu diberi kelancaran.
15. Teman push game *mobile legend* Brian Akbar, terkhusus untuk Arga Yulianto yang telah menemani malam – malam di lab. Kendali meskipun tidur dan teman – teman grup Penghuni Malam, kak Dirya dan adi, terimakasih telah menemani dan memberikan pelajaran berharga selama di laboratorium.
16. Skwad KKN Desa Way Rilau, Aufa Dian Utami, Berzsa Nova Kurnia, Christoffer Sitepu, Riky Yan Wijaya, Vita Lutvia Anis dan Zakiah Selviani yang telah kebersamai kurang lebih 40 hari dalam kegiatan KKN serta berbagi suka duka dan pastinya pengalaman yang mungkin tak akan terulang lagi, semoga kita semua diberikan keberkahan dan kelancaran disetiap aktivitas kita.

17. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Bandar Lampung, Januari 2018
Penulis,

Hayu Zarwani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Hipotesis.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Teori.....	9
2.2 Raspberry Pi 3B+.....	11
2.2.1 GPIO Raspberry Pi 3B+	13
2.2.2 Power	15
2.3 Motor Servo	16
2.4 Kamera <i>Webcam Logitech 720p HD</i>	17
2.5 Pengolahan Citra.....	18
2.5.1 Segmentasi Warna RGB Ke HSV	19
2.5.2 <i>Thresholding</i>	21
2.5.3 <i>Grayscale</i>	23

2.5.4	<i>Gaussian Blur</i>	24
2.6	Arduino Uno.....	25
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Waktu, Jadwal dan Tempat Penelitian.....	27
3.2	Alat dan Bahan.....	27
3.3	Spesifikasi Penggunaan Alat	28
3.4	Metode Penelitian	29
3.4.1	Studi Literatur	29
3.4.2	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.5	Metode Perancangan	31
3.5.1	Perancangan Prototipe	31
3.5.2	Metode Segmentasi HSV	31
3.5.3	Perancangan Sistem	32
3.6	Pengujian Prototipe dan Sistem	35
3.7	Analisa dan Kesimpulan	35
3.8	Pembuatan Laporan	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Prinsip Kerja Alat	37
4.1.1	Deteksi Warna	38
4.1.2	Menentukan Ukuran	41
4.2	Desain Alat.....	44
4.3	Pengujian Alat dan Sistem	50
4.3.1	Pengujian Komponen.....	51
4.3.2	Pengujian Perangkat Lunak	57

4.4	Data Hasil Percobaan	59
4.4.1	Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Kecil Berwarna Merah	59
4.4.2	Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Kecil Berwarna Kuning	60
4.4.3	Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Kecil Berwarna Hijau	61
4.4.4	Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Besar Berwarna Merah	62
4.4.5	Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Besar Berwarna Kuning	63
4.4.6	Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Besar Berwarna Hijau	64
4.4.7	Data Hasil Uji Coba Dengan Kecepatan Konveyor 1	65
4.4.8	Data Hasil Uji Coba Dengan Kecepatan Konveyor 2	65
4.4.9	Data Hasil Uji Coba Kecapatan Respon Palang penyortir	66
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Raspberry pi 3B+.....	12
2.2 GPIO Raspberry Pi 3B+.....	14
2.3 Power Supply Raspberry Pi 3B+.....	16
2.4 Motor Servo.....	17
2.5 Kamera <i>webcam logitech 720p</i>	18
2.6 Ruang Warna HSV.....	21
2.7 Arduino Uno.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.2 Desain Penyortir Buah Tomat.....	31
3.3 Blok Diagram Sortir Buah Tomat.....	32
3.4 Blok Diagram Kendali Kecepatan Motor DC.....	27
3.5 Diagram Alir Penyortir Buah Tomat.....	33
4.1 Contoh Buah Tomat Yang Dideteksi.....	39
4.2 Gambar RGB dan HSV Buah Tomat Hijau.....	40
4.3 Buah Tomat Yang Terdeteksi Warna Hijau.....	40
4.4 Contoh Buah Tomat Yang Dideteksi.....	41
4.5 Perumpamaan <i>Euclidean Distance</i>	42
4.6 Hasil Ukuran Tomat.....	43
4.7 Desain Alat.....	46
4.8 <i>Black box</i> pengontrol.....	48
4.9 Tampilan Raspberry Pi Menggunakan <i>Software MobaXterm</i>	52
4.10 Tampilan <i>Python Idle</i>	53

4.11	Pengujian Motor servo.....	53
4.12	Gelombang Motor Servo.....	54
4.13	Motor DC Penggerak Konveyor.....	56
4.14	Arduino uno dan motor servo.....	57
4.15	Tampilan software python versi 2.7	58
4.16	Tampilan software arduino versi 1.8.5.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3B+	13
2.2 Spesifikasi Arduino Uno.....	25
3.1 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	27
4.1 Data Hasil Uji Coba Pada Tomat Kecil Berwarna Merah.....	59
4.2 Data hasil uji coba tomat kecil berwarna kuning.....	60
4.3 Data hasil uji coba tomat kecil berwarna hijau.....	61
4.4 Data hasil uji coba tomat besar berwarna merah.....	62
4.5 Data hasil uji coba tomat besar berwarna kuning.....	63
4.6 Data hasil uji coba tomat besar berwarna hijau.....	64
4.7 Data hasil uji coba berdasarkan kecepatan konveyor.....	65
4.8 Data hasil uji coba dengan kecepatan konveyor.....	66
4.9 Tabel uji coba kecepatan respon palang penyortir.....	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang terus-menerus hingga saat ini menjadikan teknologi berperan penting sebagai pendukung kegiatan manusia untuk melaksanakan pekerjaannya. Teknologi pendukung yang digunakan dituntut agar dapat mempermudah serta mempercepat menyelesaikan pekerjaan manusia secara otomatis. Salah satu teknologi pendukung pekerjaan manusia yang masih terus berkembang ialah robot. Robot dapat digunakan dengan memanfaatkan pergerakan dan bentuk robot yang dirancang sesuai kebutuhan yang diinginkan. Banyak jenis robot yang saat ini terus dikembangkan, mulai dari penambahan gerak sampai dengan penambahan berbagai jenis sensor untuk memenuhi kebutuhan robot yang akan diaplikasikan.

Selain itu, terdapat juga ilmu – ilmu lain yang dapat dikombinasikan sehingga membuat teknologi semakin berkembang dan lebih efisien yaitu pengolahan citra atau dalam bahasa Inggris disebut *image processing*. Pengolahan citra merupakan ilmu yang digunakan untuk mencari data dari citra foto, gambar ataupun video yang menggunakan metode-metode khusus sesuai dengan kebutuhan dalam mencari data pada citra yang digunakan.

Pada proses pengolahan citra, citra diubah kedalam bentuk citra digital, sehingga proses dalam melakukan pengolahan citra dapat berjalan dengan lancar.

Pengolahan citra dapat diterapkan dan digunakan dibanyak cabang ilmu yang memerlukan proses pengolahan citra seperti dibidang medis atau kesehatan, bidang kelautan, bidang pendidikan, bidang peternakan dan juga perkebunan. Pada perkebunan dimulai dari tahap awal proses pemanenan, penyortiran, pewadahan sampai dengan proses barang siap jual, semuanya membutuhkan tenaga kerja manusia yang cukup banyak. Namun dengan adanya teknologi-teknologi pendukung kerja manusia, tenaga kerja manusia yang terbatas dapat diminimalisir dan prosesnya pun dapat berjalan dengan pemantauan (Rinaldi Munir, 2004).

Pada tahap penyortiran hasil perkebunan untuk buah - buahan meliputi 2 aspek yaitu tingkat kematangan dan ukuran buah tersebut. Tingkat kematangan dapat diukur dengan melihat warna kuliat buahnya, untuk buah tomat yang masih mentah warna kulitnya berwarna hujau, setengah matang warna kulitnya kuning dan ketika matang maka kulitnya akan berwarna merah. Sedangkan untuk ukuran tomat dibagi menjadi 2 yaitu ukuran besar dan ukuran kecil, dan ukuran ini dapat dilihat dari panjang diameter atau luas buah tomat. Hasil sortir inilah yang nantinya akan menentukan kualitas dan harga jual tomat dipasaran.

Pada penulisan ini, penulis memiliki ide untuk membuat rancang bangun alat penyortir buah tomat berdasarkan ukuran dan warna menggunakan

metode segmentasi HSV berbasis raspberry pi 3 B+. Cara kerja dari alat ini yaitu diawali dengan pengambilan gambar yang dilakukan oleh kamera webcam secara real time, gambar yang terlihat dari webcam ini yang akan dilakukan proses pengolahan citra. Pada penelitian ini, digunakan metode *mid point* pada citra yang dicari untuk menentukan ukuran buah tomat, sedangkan untuk mendeteksi tingkat kematangan buah tomat menggunakan metode segmentasi warna HSV (Hue, Saturation, Value) pada proses pengolahan citra. Hasil dari pengolahan citra tersebut yaitu mengetahui diameter ukuran tomat yang terdeteksi dan warna buah tomat yang ada pada gambar yang diambil oleh kamera dan hasil ini yang kemudian diteruskan sebagai pemberi perintah untuk melakukan pergerakan pada palang-palang penyortir.

Pada penelitian sebelumnya, metode HSV juga pernah digunakan oleh Rizqa Puji Rakhmawati untuk melakukan pendeteksian warna pada bung melalui nilai HSV pada citra mahkota bunga, penelitian ini berhasil mendeteksi objek bung menggunakan nilai HSV dengan rata-rata nilai hue sebesar 36,68%, nilai saturasi sebesar 26,67% dan nilai value sebesar 20% (Rakhmawati, 2013).

Selain itu metode HSV juga pernah digunakan oleh Kusumanto untuk melakukan klasifikasi warna menggunakan pengolahan model warna HSV, penelitian ini menggunakan 6 jenis warna yang ingin diklasifikasikan yaitu putih, coklat, kuning, hitam, biru dan hijau. Hasil dari penelitian ini yaitu nilai kesalahan paling kecil terjadi pada warna coklat dengan nilai kesalahan

10% pada setiap 10 kali percobaan atau 1 kali melakukan kesalahan pada percobaan (Kusumanto, 2011).

Metode *mid point* juga pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya untuk melakukan filter dalam mereduksi noise pada citra USG, penelitian ini menggunakan *microsoft visual studio 2008* dan berhasil melakukan metode filter *mid point* pada proses reduksi *noise gaussian* pada citra USG (ultrasonografi). Selain itu, penelitian menggunakan metode *mid Point* juga pernah dilakukan oleh Rahma Ferika Shaumi untuk melakukan klasifikasi ukuran buah tomat yang terbagi menjadi 3 tipe ukuran dan berhasil mencapai nilai keberhasilan sebesar 84% atau nilai kegagalan sebesar 14% pada percobaan yang dilakukan (Rahma Ferika Shaumi, 2018).

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan metode HSV (*hue, saturation, value*) pada pengolahan citra untuk proses penyortiran buah tomat berdasarkan warnanya.
2. Menggunakan metode *mid point* pada pengolahan citra untuk proses penyortiran buah tomat berdasarkan ukurannya.
3. Menghasilkan rancang bangun alat untuk menyortir buah tomat sesuai dengan ukuran dan tingkat kematangan warna.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan media pembelajaran dalam memahami proses pengolahan citra pada penyortiran buah tomat.
2. Dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian yang akan datang.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membuat rancang bangun sistem penyortiran buah tomat secara otomatis menggunakan raspberry pi?
2. Bagaimana mengintegrasikan antara pengolahan citra yang digunakan sebagai masukan dengan pengendalian motor servo pada sistem penyortiran buah tomat?
3. Bagaimana membuat program pengolahan citra yang menggunakan metode segmentasi warna hsv dan *mid point* pada raspberry pi?

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan raspberry pi 3B+ sebagai sistem kontrol dan proses pengolahan citra.
2. Menggunakan kamera webcam *logitech* sebagai sensor untuk mengidentifikasi buah tomat.

3. Pengolahan citra hanya digunakan untuk mendeteksi ukuran dan warna buah tomat dengan menggunakan metode segmentasi warna HSV dan mid point.
4. Proses penyortiran buah tomat hanya dilakukan satu per satu setiap proses sortirnya.
5. Peletakan buah tomat dilakukan secara manual pada alat penyortir buah tomat yang dibuat.

1.6 Hipotesis

Alat yang dirancang dapat digunakan untuk melakukan penyortiran buah tomat berdasarkan besarnya ukuran yang dibagi menjadi 2 tipe yaitu tipe besar dan tipe kecil, selain itu alat ini juga dapat melakukan penyortiran berdasarkan warna dari tingkat kematangannya yang dibagi menjadi 3 tipe yaitu merah untuk tomat matang, kuning untuk tomat setengah matang dan hijau untuk tomat mentah. Otak dari alat ini menggunakan komputer mini raspberry pi 3 model B+ yang berfungsi sebagai pengambil keputusan untuk menentukan warna dan ukuran yang terdeteksi menggunakan teknik pengolahan citra. Data yang diperoleh dari hasil pengolahan citra yaitu berupa nilai ukuran dan warna buah tomat yang terdeteksi yang kemudian dijadikan sebagai masukan untuk pergerakan motor servo dalam melakukan penyortiran buah tomat.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini terbagi dalam beberapa bab yang berurutan secara garis besar dan kemudian dibagi dalam sub-sub bab yang akan membahas dan menguraikan masalah secara lebih terperinci.

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi tentang landasan teori dan literatur sebagai konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisikan tentang pembuatan rancang bangun crane pensortir barang berdasarkan bentuk berbasis raspberry pi, serta komponen elektronik lainnya. Disamping itu Bab ini menjelaskan alur kerja dan metode yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi tentang pengambilan data, analisa terhadap kinerja program yang telah dilakukan, implementasi dari sistem yang telah dirancang kemudian dilakukan pengujian atas kinerja dari sistem yang telah dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran bab ini merupakan bab penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengamatan dan penelitian yang dilakukan pada Skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

Skripsi Rahma Ferika Shaumi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Rancang bangun alat penyortir buah tomat berdasarkan ukuran berbasis raspberry pi 3. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini mampu melakukan penyortiran buah tomat dengan tingkat kesalahan 14%. Pada penelitian ini menggunakan raspberry pi 3 sebagai pengendali serta satu buah kamera, satu buah motor DC dan juga motor servo. Desain penelitian alat ini yaitu kamera webcam dan motor servo terhubung dengan raspberry pi 3 untuk kemudian diproses sesuai program yang telah dibuat dan data pengukuran yang dihasilkan diolah dan ditampilkan pada monitor (Shaumi, 2018).

Skripsi Ardhi Istiadi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Nodemcu Versi 1.0. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini berhasil mengklasifikasikan *grade* buah tomat, mampu mengendalikan motor servo dan motor DC secara otomatis berdasarkan nilai RGB dengan waktu proses sekitar 5 detik serta *error* 8,3%. Pada penelitian ini digunakan node MCU sebagai

pengendali serta sensor warna sebagai masukan pada sistem dan juga sebuah motor servo (Ardhi Istiadi, 2018).

Selain dua penelitian tersebut, terdapat beberapa penelitian terkait dengan penelitian rancang bangun penyortir buah tomat ini antara lain rancang bangun alat sortasi otomatis untuk buah tomat menggunakan aplikasi *image processing*, berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini berhasil menggunakan *image processing* dengan tingkat keakuratan sebesar 71% (Yultrisna dan Andi Syofian, 2016). Kemudian sistem klasifikasi jenis dan kematangan buah tomat berdasarkan bentuk dan ukuran serta warna permukaan kulit buah berbasis pengolahan citra digital. Pada penelitian ini digunakan 2 kamera *webcam* yang diletakkan sejauh 20 cm dari buah tomat. Untuk penelitian ini menerapkan hasil MOS dengan mengukur akurasi dengan menggunakan *threshold*. Kemudian model sistem otomatisasi sortasi berdasarkan ukuran dan warna menggunakan sensor ultrasonik dan TCS3200 berbasis arduino uno (Yulia Saraswati, 2010).

Dari beberapa penelitian tersebut, penelitian tentang penyortiran buah tomat menggunakan raspberry pi masih perlu dikembangkan. Hal ini dikarenakan penggunaan raspberry pi lebih mudah dan mempersedikit penggunaan sensor yang digunakan, karena raspberry pi dapat dihubungkan dengan kamera yang kemudian dapat melakukan proses pengolahan citra. Pada penelitian ini, penulis menggunakan raspberry pi 3 B+. Kelebihan menggunakan raspberry pi 3 dibandingkan arduino uno adalah pada raspberry pi dapat melakukan proses pengolahan citra untuk mengetahui

warna serta ukuran buah tomat sekaligus dalam satu proses sedangkan arduino uno tidak dapat melakukan proses pengolahan citra sehingga membutuhkan tambahan beberapa sensor untuk melakukan proses penyortiran berdasarkan warna dan ukuran buah tomat. Selain itu, raspberry pi juga sudah dilengkapi dengan port kartu memori, USB, HDMI, *local area network* (LAN) dan juga dilengkapi RAM serta prosessor seperti komputer pada umumnya. Untuk pemrograman raspberry pi lebih mudah karena dapat dilakukan langsung pada raspberry dengan menggunakan software pemrograman yang telah diinstal pada perangkat raspberry pi, sedangkan pada arduino uno membutuhkan perangkat tambahan seperti komputer untuk melakukan pemrograman serta software yang harus diinstall pada komputer tersebut. Bahasa pemrograman pada raspberry pi pun bermacam-macam sesuai keinginan pengguna di raspberry pi sedangkan pada arduino uno hanya dapat menggunakan satu bahasa pemrograman bawaan arduino. Namun pada penelitian ini, data hasil yang didapat nantinya akan ditampilkan pada layar monitor sehingga raspberry pi yang digunakan harus terhubung dengan monitor untuk penggunaannya.

2.2 Raspberry Pi 3 B+

Raspberry Pi 3B+ merupakan sebuah *Single Board Computer (SBC)* atau komputer yang memiliki ukuran sebesar kartu Kredit. Raspberry pi tersusun dari papan elektronik yang dilengkapi dengan *control processor unit (cpu)* dengan ukuran mikro yang bersifat *open-source* dan dirancang khusus untuk memudahkan perancangan sistem elektronik diberbagai bidang. Raspberry

Pi 3 dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi yang bertempat di UK (United Kingdom) dengan tujuan untuk mempromosikan pengajaran ilmu pengetahuan dasar komputer di sekolah. *Raspberry Pi* diproduksi melalui lisensi manufaktur yang berkaitan dengan elemen 14/*Premier Farnell* dan RS komponen.

Raspberry Pi 3 merupakan *platform hardware* yang digunakan untuk membuat berbagai jenis peralatan elektronik yang sesuai dengan kegunaan *hardware* dan *software* yang mudah digunakan. Program pada raspberry pi 3 dapat dilakukan melalui laptop atau komputer dengan menggunakan kabel penghubung atau melalui nirkabel dengan menggunakan jaringan data. Program yang dapat digunakan untuk menjalankan raspberry pi 3 yaitu program dengan menggunakan bahasa pemrograman python dan bahasa pemrograman c.



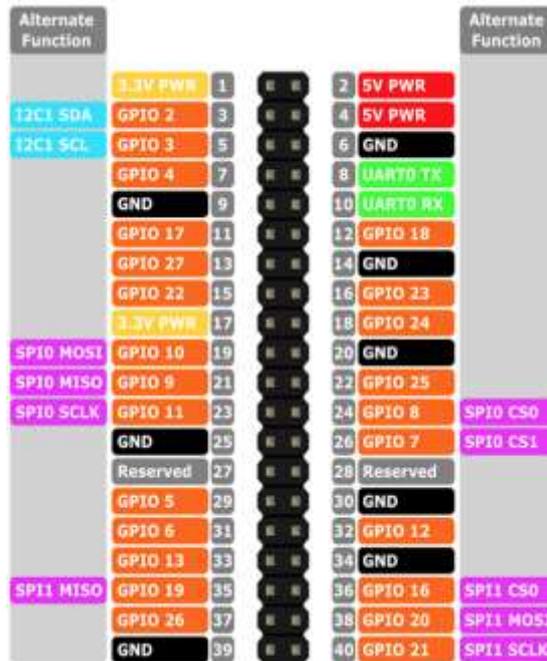
Gambar 2.1 Raspberry Pi 3B+

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3B+

Prosesor	Broadcom BCM2837
Clock Speed	Quad Core 1.2 GHz 64-bit
Arsitektur	ARM
Sub-Arsitektur	ARMv8
RAM	1 GB
Jaringan Wireless	Wifi dan Bluetooth Low Energy
Ethernet	10/100 Ethernet
GPIO	40 pin
USB	4x USB 2.0 port
stereo output and composite video port	4 Pole
HDMI port	1 pole
Port DSI	1 pole
Port CSI	1 pole
Slot Micro SD	1 Slot

2.2.1 GPIO Raspberry Pi 3B+

GPIO (*General Purpose Input Output*) merupakan pin I/O yang disediakan oleh raspberry pi 3 yang terdiri dari 40 pin dengan berbagai fungsi. Fungsi dari GPIO Raspberry Pi 3 dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 GPIO Raspberry Pi 3B+

Keterangan :

- Sumber tegangan : 3.3 VDC, 5 VDC dan 0 VDC
- *General purpose digital inputs/outputs* : 24 pin
- I2C : 2 pin

Digunakan ke berbagai antarmuka I2C diantaranya :

- *Digital to analogue converter*
- *Analogue to digital converter*
- *Oscillators*
- *Output expander*
- *input expander*
- SPI : 9 pin

Digunakan untuk antarmuka ke berbagai IC :

- *Flash memory*

- *Output expander*
 - *Input expander*
 - *Digital to analogue convertor*
 - *Analogue to digital converter*
 - *Oscillators*
- UART : 2 pin
Digunakan untuk data serial input dan output dan komunikasi untuk ke *peripheral external* seperti RS232 atau *modbus*.
 - Tidak digunakan : 2 pin
Jangan pernah menghubungkan apa-apa ke pin yang ditandai tidak digunakan. Pin tersebut disediakan untuk fungsi internal BCM2836 *hardware*. Apabila menghubungkan hal apapun untuk pin ini akan mengakibatkan kerusakan pada Raspberry Pi.

2.2.2 Power

Raspberry dapat disuplai langsung ke port power dengan tegangan 5V dan batasan arus maksimum 400 mA pada *MicroUSB* dan pin GPIO . Setiap pin digital baik input/output memiliki logika *high* 3,3 VDC dan logika *low* 0 VDC. Apabila tegangan > 3,3V pada setiap pin mana pun maka dapat mengakibatkan kerusakan. Kerusakan permanen pada Raspberry Pi 3 dapat disebabkan oleh beberapa indikator diantaranya adalah terhubungnya pasokan tegangan 5V ke pin apapun, terjadinya konstelting pasokan tegangan 3.3V atau 5V ke setiap pin dan juga terhubung keperangkat lain seperti arduino dengan tegangan 5V terhubung dengan Raspberry Pi 3 pada tegangan 3.3V.



Gambar 2.3 Power Supply Raspberry Pi 3B+

2.3 Motor Servo

Motor servo merupakan motor DC yang dapat diatur putaran sudutnya melalui program yang diberikan terhadap motor servo tersebut. Pada penelitian ini motor servo digunakan sebagai penggerak palang atau lengan buang. Motor servo yang dijadikan lengan buang dikendalikan oleh raspberry pi 3 dengan mengatur sudut – sudut sesuai dengan yang diinginkan. Terdapat enam buah motor servo yang digunakan, motor servo yang pertama digunakan untuk menggerakkan lengan buang buah tomat yang berwarna merah dan memiliki ukuran besar, motor servo yang kedua digunakan untuk menggerakkan lengan buang buah tomat yang berwarna kuning dan memiliki ukuran besar, motor servo yang ketiga digunakan untuk menggerakkan lengan buang buah tomat yang berwarna hijau dan memiliki ukuran besar, motor servo yang keempat digunakan untuk menggerakkan lengan buang buah tomat yang berwarna merah dan memiliki ukuran kecil, motor servo yang kelima digunakan untuk menggerakkan lengan buang buah tomat yang berwarna kuning dan memiliki ukuran kecil dan motor servo yang keenam digunakan untuk

menggerakkan lengan buang buah tomat yang berwarna hijau dan memiliki ukuran kecil.



Gambar 2.4 Motor Servo

2.4 Kamera Webcam Logitech 720p HD

Kamera *webcam logitech 720p HD* merupakan jenis kamera yang memiliki resolusi sebesar 3 MP. Kamera ini dapat dihubungkan menggunakan port USB yang ada pada raspberry pi. Pada penelitian ini kamera berfungsi sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi buah tomat yang ada di konveyer. Agar kamera bisa mendeteksi buah tomat maka kamera harus diberikan program sehingga kamera dapat dikontrol sesuai dengan program yang diberikan. Pada perancangan alat ini, kamera diletakan diatas konveyer dengan ketinggian 18.5 cm.



Gambar 2.5 kamera *webcam logitech 720p*

2.5 Pengolahan Citra

Citra merupakan representasi dua dimensi untuk bentuk-bentuk fisik nyata tiga dimensi. Citra dapat memiliki bentuk bermacam-macam, mulai dari gambar putih pada sebuah foto yang tidak bergerak sampai pada gambar warna yang bergerak pada televisi. Proses transformasi dari bentuk tiga dimensi ke bentuk dua dimensi untuk menghasilkan citra akan dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor yang mengakibatkan penampilan suatu citra benda tidak sama persis dengan bentuk fisik nyatanya. Faktor-faktor tersebut merupakan efek degradasi atau penurunan kualitas yang dapat berupa rentang kontras benda yang terlalu sempit atau terlalu lebar, distorsi geometrik, keaburan (blur), keaburan akibat objek citra yang bergerak atau gangguan yang disebabkan oleh interferensi pembuat citra, baik itu pembuat transduser, peralatan elektronik maupun peralatan optik. Karena pengolahan citra digital dilakukan dengan Komputer digital (Andi Adriansyah, 2010). Sebelum menjadi hasil citra yang diinginkan, maka citra harus diolah terlebih dahulu dan ditransformasikan kedalam bentuk besaran – besaran diskrit dari nilai tingkat keaburan pada titik element citra. Bentuk dari citra ini disebut citra digital. Element-element citra digital apabila ditampilkan

dalam layar monitor akan menempati sebuah ruang yang disebut Pixel (*picture element*). Teknik dan proses untuk mengurangi atau menghilangkan efek degradasi pada citra meliputi teknik perbaikan atau peningkatan citra (*image enhancement*), restorasi citra (*image restoration*) dan transformasi spesial (*special transformation*), subyek lain dari pengolahan citra digital diantaranya adalah pengkodean citra, segmentasi citra (*image segmentation*), representasi dan diskripsi citra (*image representation and diskription*).

Setiap metode pengolahan citra memiliki cara yang berbeda – beda untuk melakukannya proses pengolahan, karena masing – masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan meskipun metode yang digunakan memiliki tujuan yang sama. Pada penelitian ini akan digunakan metode *template matching* untuk melakukan proses pengolahan citra pada citra yang akan dikenali.

2.5.1 Segmentasi Warna RGB Ke HSV

Segmentasi warna merupakan proses segmentasi dengan pendekatan daerah yang bekerja dengan menganalisis nilai warna dari tiap piksel pada citra dan membagi citra tersebut sesuai dengan fitur yang diinginkan. Segmentasi citra dengan deteksi warna HSV menggunakan dasar seleksi warna pada model warna HSV dengan nilai toleransi tertentu. Pada metode segmentasi dengan deteksi warna HSV, dilakukan pemilihan

sampel piksel sebagai acuan warna untuk membentuk segmen yang diinginkan (Yulian Fauzi, 2011).

Citra digital menggunakan model warna RGB sebagai standar acuan warna, oleh karena itu proses awal pada metode ini memerlukan konversi model warna RGB ke HSV. Untuk membentuk segmen sesuai dengan warna yang diinginkan maka ditentukan nilai toleransi pada setiap dimensi warna HSV, kemudian nilai toleransi tersebut digunakan dalam perhitungan proses adaptive threshold. Hasil dari proses threshold tersebut akan membentuk segmen area dengan warna sesuai toleransi yang diinginkan.

Secara manual ruang warna RGB dapat dikonversikan kedalam ruang warna HSV dengan melakukan perhitung terhadap nilai – nilai RGB itu sendiri dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$H = \tan\left(\frac{3(G-B)}{(R-G)+(R-B)}\right) \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{V} \quad (2)$$

$$V = \frac{R+G+B}{3} \quad (3)$$

Model warna HSV diatas, merupakan model yang diperkenalkan oleh A.R Smith, namun kelemahan dari model ini yaitu jika nilai S yang didapat adalah 0 ($S = 0$) maka nilai

H tidak terdefiniskan. Sehingga dibuatlah cara kedua oleh

Acharya dan Ray dengan menggunakan model seperti berikut :

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad g = \frac{G}{R+G+B} \quad b = \frac{B}{R+G+B} \quad (4)$$

$$V = \max(r, g, b) \quad (5)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika } V = 0 \\ 1 - \frac{\min(r, g, b)}{V}, & V > 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$H = \begin{cases} 0, & \text{jika } S = 0 \\ \frac{60 \cdot (g - b)}{S \cdot V}, & \text{jika } V = r \\ 60 \cdot \left[2 + \frac{b - r}{S \cdot V} \right], & \text{jika } V = g \\ 60 \cdot \left[4 + \frac{r - g}{S \cdot V} \right], & \text{jika } V = b \end{cases} \quad (7)$$

$$H = H + 360 \text{ jika } H < 0 \quad (8)$$

Keterangan :

H = hue (warna sebenarnya)

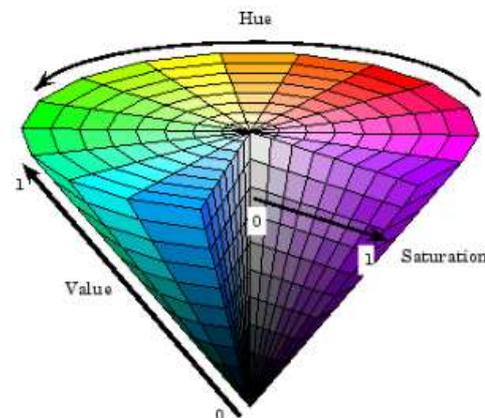
S = saturasi (kemurnian warna)

V = Value (kecerahan)

R/r = red (merah)

G/g = green (hijau)

B/b = blue (biru)



Gambar 2.6 Ruang warna HSV

2.5.2 *Thresholding*

Thresholding merupakan bagian dari teknik segmentasi yang banyak digunakan untuk membedakan antara latar belakang dan objek yang .ada dengan mengkonversikan nilai intensitas kedalam nilai 1 atau 0.

Thresholding merupakan konversi citra berwarna ke citra biner yang dilakukan dengan cara mengelompokkan nilai derajat keabuan setiap *pixel* kedalam 2 kelas, hitam dan putih. Pada citra hitam putih mempunyai nilai skala antara “0” sampai dengan “255” atau [0,255], dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, dan nilai intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih. Pada operasi pengambangan, nilai intensitas *pixel* dipetakan ke salah satu dari dua nilai, α_1 atau α_2 (Handoyo, 2013).

Rumus untuk menentukan nilai *threshold* bias didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$G_{(x,y)} = \{\text{bernilai } 1 \text{ jika } F_{(x,y)} \geq T\} \quad (9)$$

$$G_{(x,y)} = \{\text{bernilai } 0 \text{ jika } F_{(x,y)} < T\} \quad (10)$$

Keterangan:

$g(x,y)$ = nilai matriks citra hasil *thresholding*.

$f(x,y)$ = merupakan nilai matriks citra yang akan di-*threshold*.

T = merupakan nilai *threshold* (0 – 255)

2.5.3 *Grayscale*

Grayscale merupakan tingkatan warna yang terdiri dari warna putih hingga warna hitam. Proses untuk mengubah gambar berwarna/RGB yaitu dengan melakukan penggabungan seluruh nilai RGB menjadi rata-rata nilai RGB lalu dimasukkan pada tiap - tiap *pixel* tersebut.

Pada proses mengubah gambar menjadi *grayscale* dilakukan dengan cara mengambil seluruh *pixel* pada gambar lalu mengambil informasi dari 3 warna melalui *pixel* tiap warna yaitu warna dasar merah, hijau dan biru yang dijumlahkan kemudian dibagi menjadi tiga sehingga akan didapatkan nilai rata-rata. *Grayscale* akan didapatkan dari nilai rata-rata yang nantinya dipakai untuk memberikan nilai masing – masing *pixel* pada gambar(Santi, 2011).

Berikut ini merupakan persamaan untuk mendapatkan nilai *grayscale* :

$$Y_{(x,y)} = (0,299 * R) + (0,587 * G) + (0,114 * R) \quad (11)$$

keterangan :

Y = derajat keabuan

G = nilai *pixel channel Green*

R = nilai *pixel channel Red* B = nilai *pixel channel Blue*

2.5.4 *Gaussian Blur*

Filter Gaussian memiliki fungsi untuk memperkecil bahkan menghilangkan *noise* pada citra. *Gaussian blur* merupakan jenis *filter blur* yang menempatkan perubahan warna yang signifikan dalam sebuah citra, lalu warna-warna pertengahan untuk dapat membuat efek lembut pada sisi-sisi dari citra. *Gaussian blur* ini menggunakan rumus matematika untuk memberikan efek *auto fokus* untuk mengurangi efek berkabut (Andre Wedianto, 2016).

Berikut ini persamaan dari *gaussian blur* :

Matriks kernel *gaussian* :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Perkalian dengan bobot matriks gambar asli dengan bobot matriks kernel *gaussian* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Pixel B(i, j) = \frac{1}{K} \sum_{p=0}^{N-1} \left(\sum_{q=0}^{M-1} G(p, q) \cdot Pixel A \left(i + p - \frac{(N-1)}{2}, j + q - \frac{(M-1)}{2} \right) \right) \quad (13)$$

Keterangan :

Pixel A : Gambar asli

Pixel B : Bobot hasil perkalian

N : Jumlah kolom matriks kernel

K : Penjumlahan semua bobot di G

G : Elemen matriks kernel *gaussian*

2.6 Arduino Uno

Arduino uno merupakan *minikontroller* yang menggunakan jenis ic ATMEGA328P yang memiliki 6 pin analog A0 sampai A5 dan 14 pin digital yaitu pin 0 sampai pin 13. Arduino menerima sumber tegangan yang direkomendasikan antara 7 sampai 12 volt. Berikut ini merupakan gambar dari arduino.



Gambar 2.7 Arduino Uno

Adapun spesifikasi dari arduino uno seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Spesifikasi arduino uno

Mikrokontroller	ATMEGA 328 P
Tegangan kerja	5 volt
Tegangan rekomendasi	7 – 12 volt
Tegangan batas	6 – 20 volt
Digital I/O	14 pin, 6 pin PWM
Pin analog	6 pin
Arus pin	40 mA
Arus pin 3.3v	50 mA

Flash memory	32 kb
SRAM	2 kb
EEPROM	1 kb
Clock speed	16 MHz

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu, Jadwal dan Tempat Penelitian

Penelitian serta perancangan tugas akhir ini dilaksanakan mulai bulan juni 2018 s.d. november 2018, bertempat di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian tugas akhir ini memerlukan beberapa alat dan bahan yang diperlukan serta untuk menunjang berjalannya penelitian ini. Berikut ini adalah alat dan bahan yang diperlukan:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan yang digunakan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Raspberry pi 3	1 Buah
2	Motor servo	6 Buah
3	Motor DC	1 Buah
4	Kamera <i>webcam</i>	1 Buah
5	Kartu Memori	1 buah
6	Kabel Jumper	Secukupnya
7	Project Board	2 Buah
8	Arduino uno	1 Buah
9	<i>Belt Conveyer</i>	Secukupnya

No	Alat dan Bahan	Jumlah
10	<i>Roller conveyer</i>	2 Buah
11	Adaptor	3 Buah
12	Mur dan baut	Secukupnya
13	Mesin Bor	1 Buah
14	Gerinda	1 Buah
15	Obeng (+)	1 Buah
16	Obeng (-)	1 Buah
17	Cutter	1 Buah
18	Solder	1 Buah
19	Timah Solder	Secukupnya
20	Pasta Solder	Secukupnya
21	Monitor	1 Buah
22	Besi siku lubang	secukupnya

3.3 Spesifikasi Penggunaan Alat

Spesifikasi alat – alat yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Rapsberry pi 3 digunakan sebagai otak dari sistem yang berfungsi untuk mengatur kerja alat.
2. Arduino uno digunakan sebagai pengirim sinyal PWM ke driver motor L293D.
3. Ic L293D digunakan sebagai driver untuk pengendali motor DC.
4. Motor servo digunakan sebagai penggerak palang atau lengan buang buah tomat.
5. Kamera *webcam logitech 720p* digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi buah tomat.
6. Kartu memory digunakan untuk menginstal raspberrypi 3.

7. Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan aktuaktor dan komponen yang digunakan ke raspberry pi 3.
8. *Project board* digunakan sebagai media uji coba komponen dan aktuaktor sebelum digunakan.
9. Besi siku lubang digunakan sebagai pembuatan kerangka konveyer.
10. Karpet talang digunakan untuk pembuatan *belt conveyer*.
11. Adaptor digunakan sebagai pensuplai energi ke raspberry pi dan aktuaktor yang digunakan.
12. Paralon digunakan sebagai *roller conveyer*.
13. Laptop asus x455d digunakan sebagai alat pemrogram raspberry pi 3.
14. Dan alat – alat yang lainnya digunakan dalam proses pembuatan alat.

3.4 Metode Penelitian

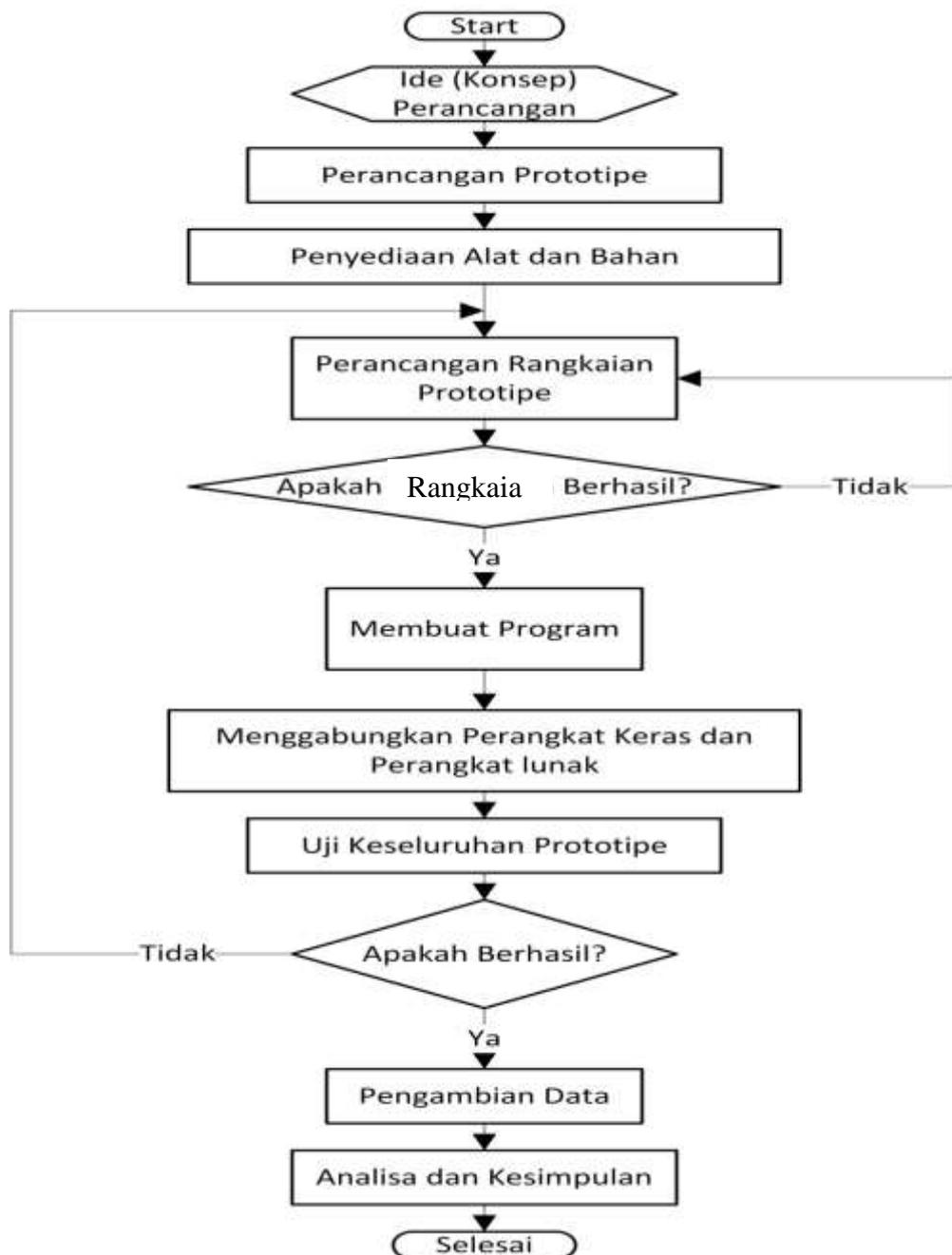
Dalam rangka menghasikan karya yang sesuai dengan teori ilmiah dan tepat guna, maka dalam penyusunannya ada beberapa metode yang diterapkan, antara lain :

3.4.1 Studi Literatur

Mengumpulkan data dengan mencatat atau membaca dari buku-buku yang berguna dengan pokok permasalahan ataupun referensi lain. Sebagian besar informasi diambil dari penelitian-penelitian sebelumnya, informasi dari website dan penambahan referensi dari buku paket yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

3.4.2 Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian pada Gambar 3.1, dibuat untuk memperjelas langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dalam penelitian.



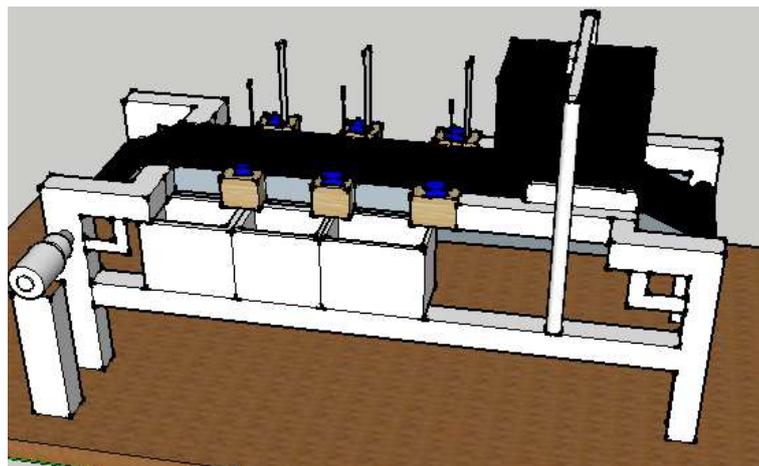
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.5 Metode Perancangan

Metode Perancangan yang dilakukan sebagian besar memiliki referensi sebagai berikut:

3.5.1 Perancangan Prototipe

Dalam perancangan prototipe menggunakan software untuk mendesain sistem yang dibuat. Adapun hasil perancangan prototipe sebagai berikut:



Gambar 3.2 Desain penyortir buah tomat

3.5.2 Metode Segmentasi HSV

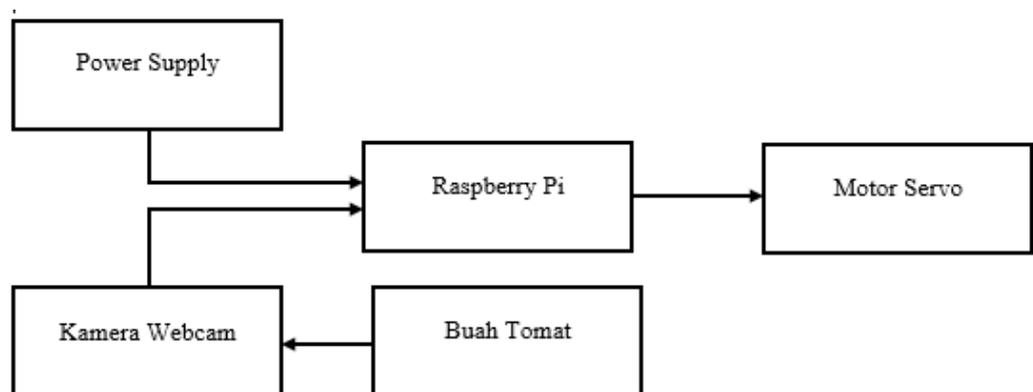
Adapun tahapan dari segmentasi HSV yaitu sebagai berikut :

1. Membaca citra RGB yang diambil melalui kamera webcam.
2. Mengkonversi ruang warna citra asli yang berada pada ruang warna RGB menjadi ruang warna HSV.

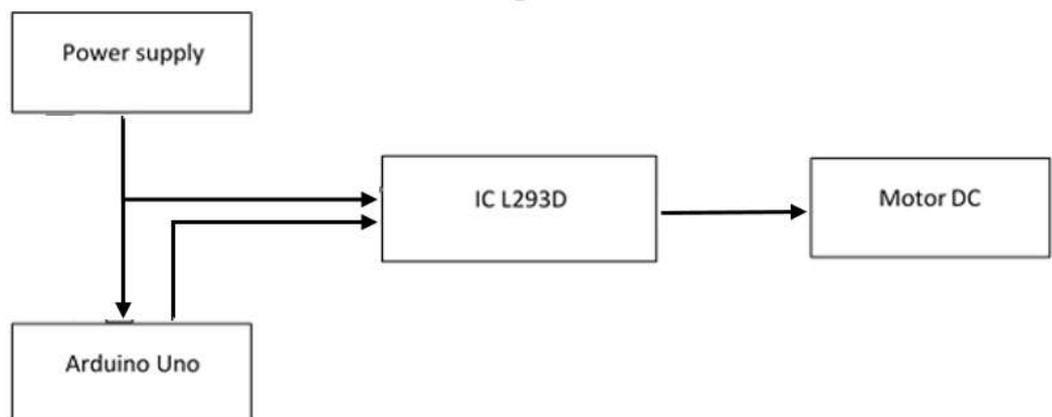
3. Menghitung rata-rata nilai hue pada masing-masing objek yang terlabeli dan mengklasifikasikan nilai tersebut dalam kelas warna yang telah ditentukan.

3.5.3 Perancangan Sistem

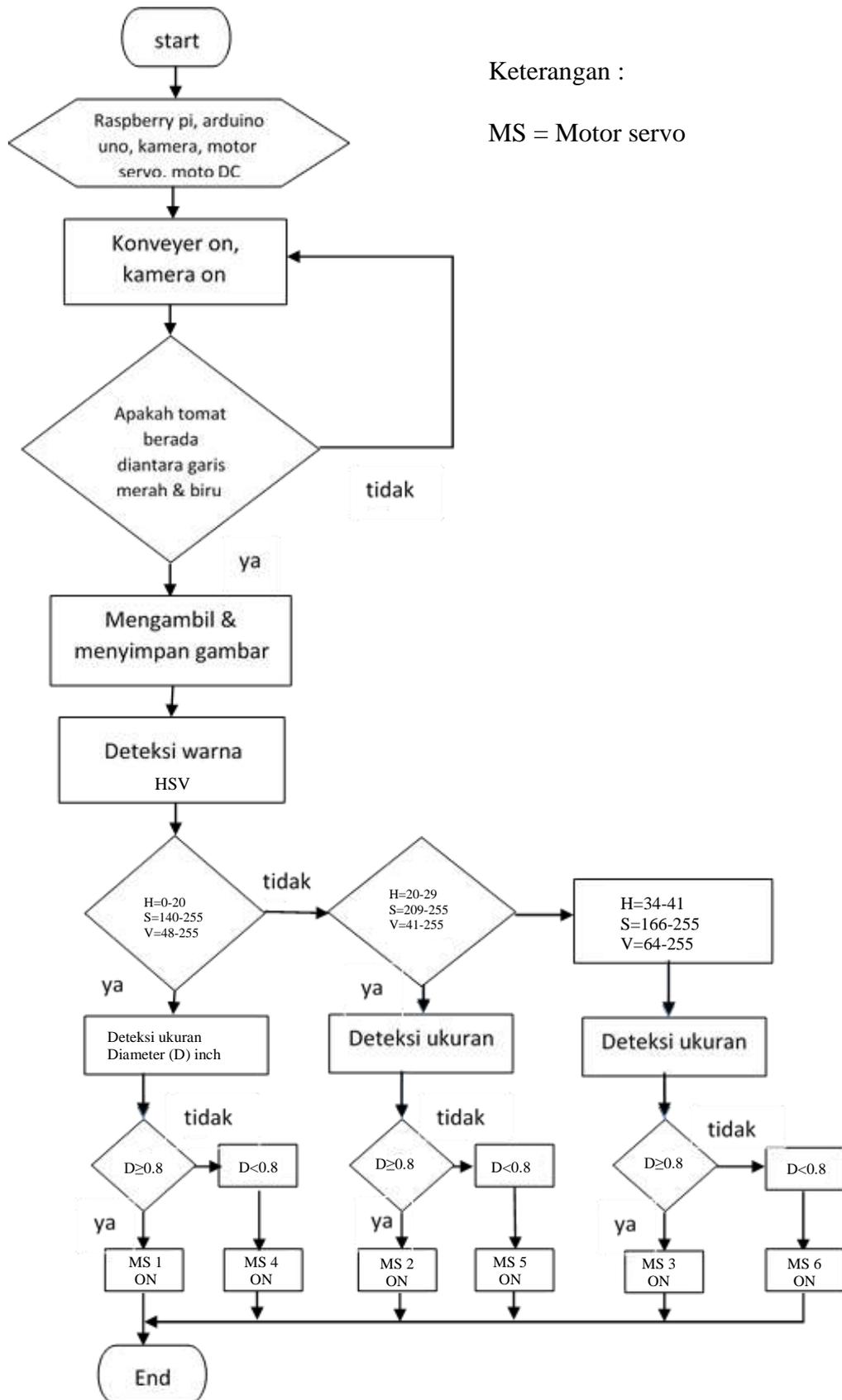
Dalam perancangan perangkat keras atau Hardware agar dapat bekerja dengan baik dibutuhkan beberapa komponen elektronika, perlengkapan mekanik, dan device penunjang. Agar mudah dipahami, penulis membuat diagram sistem dan alur kerjanya:



Gambar 3.3 Blok diagram sortir buah tomat



Gambar 3.4 Blok diagram kendali kecepatan motor DC



Gambar 3.5 Diagram alir penyortir buah tomat

Diagram alir diatas dapat diketahui jika pengontrol yang digunakan yaitu raspberry pi dan juga arduino uno, sedangkan aktuator yang digunakan yaitu motor servo, motor DC dan juga kamera webcam. Tahap awal dari sistem ini yaitu menghidupkan kamera dan konveyer, setelah keduanya berjalan maka kamera bertugas untuk mendeteksi buah tomat, jika ada buah tomat yang berada diantara garis merah dan biru maka sistem akan memerintahkan kamera untuk mengambil gambarnya dan gambar tersebut disimpan didalam sistem. Kemudian sistem akan menjalankan program untuk mendeteksi warna buah tomat yang ada didalam gambar yang disimpan, ada tiga kemungkinan warna yang akan terdeteksi yaitu merah, kuning dan hijau. Setelah warna terdeteksi maka sistem akan melanjutkan keproses mendeteksi ukuran, pada deteksi ukuran ini ada dua kemungkinan ukuran buah tomat yaitu besar dan kecil. Jika warna dan ukuran sudah diketahui maka sistem akan menjalankan motor servo sesuai dengan warna dan ukurannya. Motor servo 1 untuk tomat berwarna merah dan berukuran besar, motor servo 2 untuk tomat berwarna kuning dan berukuran besar, motor servo 3 untuk tomat berwarna hijau dan berukuran besar, motor servo 4 untuk tomat berwarna merah dan berukuran kecil, motor servo 5 untuk tomat berwarna kuning dan berukuran kecil, motor servo 6 untuk tomat berwarna hijau dan berukuran kecil. Setiap servo memiliki program yang berbeda-beda sesuai dengan pengaturan yang diberikan. Setelah servo berjalan hingga selesai maka sistem akan memulai kembali untuk mendeteksi buah tomat.

3.6 Pengujian Prototipe dan Sistem

Pengujian prototipe dan sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari prototipe yang dibuat. Pengujian prototipe dan sistem dilakukan secara bertahap dari pengujian komponen/alat yang dilakukan di dalam laboratorium hingga pengujian sistem secara keseluruhan yang dilakukan pada prototipe. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain :

a) Pengujian Komponen

Pengujian komponen dilakukan untuk menghindari terjadinya *error* yang diakibatkan oleh tidak berfungsinya komponen pada sistem. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur arus dan tegangan. Selain menggunakan alat ukur listrik, pengujian komponen dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak untuk masing-masing komponen.

b) Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui semua subsistem apakah sudah berhasil atau tidak. Dengan menjalankan semua sistem yang telah dirangkai dan diprogram. Pengujian prototipe ini dilakukan dengan mengganti nilai tegangan dari terendah sampai tertinggi.

3.7 Analisa dan Kesimpulan

Setelah melakukan semua tahapan, tahapan paling akhir yaitu membuat analisis dan simpulan dari penelitian dan percobaan yang dibuat dan dituangkan dalam bentuk laporan. Analisis dilakukan dari perolehan data yang didapat saat melakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Dari

analisa tersebut dapat diketahui kinerja sistem sehingga didapatkan kesimpulan dari perancangan prototipe.

3.8 Pembuatan Laporan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan, yang mana terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka serta metodologi penelitian yang merupakan bab I, II, dan III yang telah disusun terlebih dahulu sekaligus menjadi proposal tugas akhir dan juga bab IV yang berisikan pembahasan dimana hasilnya berdasarkan data – data yang didapatkan dari pengujian alat secara keseluruhan kemudian dianalisa dan selanjunya ditarik kesimpulan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan terhadap alat yang dibuat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah terealisasi pembuatan alat penyortir buah tomat menggunakan mini komputer raspberry pi 3B+ dengan pengolahan citra metode HSV (*hue, saturation, value*) sebagai pendeteksi warna dan metode *midpoint* sebagai pendeteksi ukuran dengan tingkat kesalahan rata-rata 3,33% .
2. Kecepatan respon berdasarkan perhitungan untuk pendeteksian warna dan ukuran buah tomat berbeda-beda, warna merah memiliki kecepatan respon waktu antara 2 sampai 2,2 detik, warna kuning memiliki kecepatan respon waktu antara 4 sampai 4,2 detik dan warna hijau memiliki kecepatan respon waktu antara 5 sampai 5,2 detik.
3. Tingkat pencahayaan pada pendeteksian buah tomat sangat berpengaruh terhadap hasil pengolahan citra yang dilakukan oleh raspberry pi 3B+.

4. Pada rancang bangun alat penyortir buah tomat ini, kecepatan efektif *conveyor* adalah 7,35 cm/s sedangkan jika kecepatan *conveyor* mencapai 8,93 cm/s maka buah tomat berwarna merah tidak dapat tersortir.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk memperbaiki alat ini sebagai berikut :

1. Untuk mengurangi ketidak seimbangan motor servo maka sebaiknya ditambahkan komponen motor *driver* agar motor servo bisa dikontrol dengan baik.
2. Dapat ditambahkan sistem peletakan otomatis buah tomat pada *conveyor* agar penyortiran buah tomat semakin berkembang.
3. Penyimpanan gambar yang ditangkap oleh kamera *webcam* dapat disimpan tanpa mengganti gambar yang telah disimpan, sehingga penyortiran dapat dilakukan secara *real time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Andi. 2010. *Rancang Bangun dan Analisa CCTV Online Berbasis Raspberry Pi*. Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Jakarta
- C.N. Santi. 2011. *Mengubah Citra Berwarna Menjadi Grayscale Dan Citra Biner*. Universitas Stikubank Semarang. Semarang
- E.D. Handoyo. 2013. *Perancangan Mini Image Editor Versi 1.0 Sebagai Aplikasi Penunjang Mata Kuliah Digital Image Processing*. Universitas Kristen Maranatha. Bandung
- Fauzi, Yulian. 2011. *Pengembangan Teknik Pengolahan Dan Analisis Citra Penginderaan Jauh Melalui Perancangan Tapis Morfologi Matematik*. Universitas Bengkulu. Bengkulu
- Istiadi, Ardhi. 2018. *Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Nodemcu Versi 1.0*. Universitas Lampung. Lampung
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik*. Penerbit Informatika. Bandung
- R.D. Kusumanto. 2011. *Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang

- R.F. Shaumi. 2018. Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Berbasis Raspberry Pi 3. Universitas Lampung. Lampung
- R.P. Rakhmawati . 2013. Sistem Deteksi Jenis Bunga Menggunakan Nilai HSV Dari Citra Mahkota Bunga. Universitas Stikubank. Semarang
- Saraswati, Yulia. 2010. Sistem Klasifikasi Jenis Dan Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Bentuk Dan Ukuran Serta Warna Permukaan Kulit Buah Berbasis Pengolahan Citra Digital. Teknik Komunikasi. Universitas Telkom. Bandung
- Wedianto, Andre .2016. Analisa Perbandingan Metode Filter Gaussian, Mean Dan Median Terhadap Reduksi Noise. Universitas Dehasen Bengkulu. Bengkulu
- Yultrisna dan Syofian, Andi. 2016. Rancang Bangun Alat Sortasi Otomatis untuk Buah Tomat Menggunakan Aplikasi Image Processing. Politeknik Negeri Padang dan Institut Teknologi Padang. Padang