

# RANCANG BANGUN SISTEM PEMILAH TOMAT BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:  
Lb Novendita Ariadana  
NIM: 135150301111024



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

### PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PEMILAH TOMAT BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :  
Lb Novendita Ariadana  
NIM: 135150301111024

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
2 November 2018  
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dahnial Syandiy, S.T., M.T., M.Sc  
NIK: 2016078704231002

Dosen Pembimbing II

Tabyani, S.T., M.T  
NIP: 196911011995121002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 19710518 200312 1 001



## IDENTITAS TIM PENGUJI

### Penguji 1 :

Nama : Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom

Jabatan : Dosen

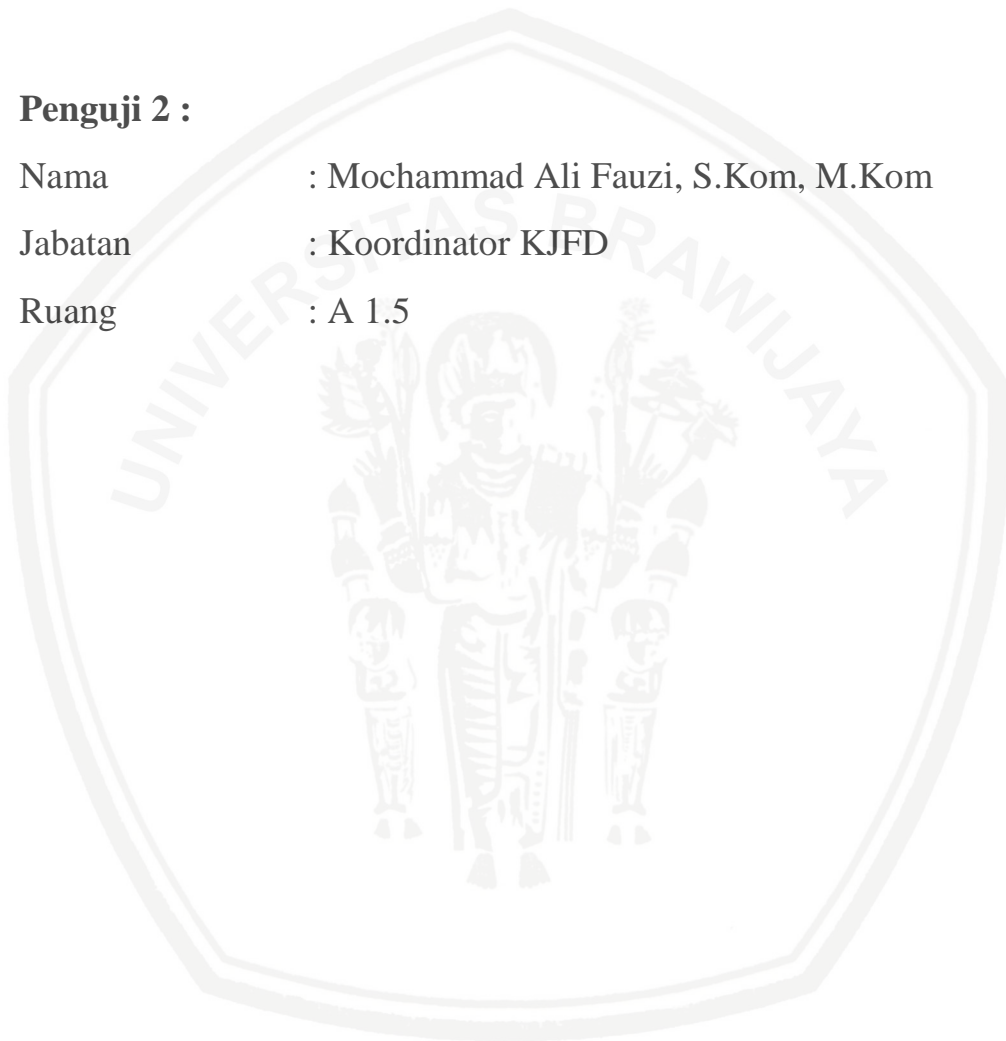
Ruang : H 1.4

### Penguji 2 :

Nama : Mochammad Ali Fauzi, S.Kom, M.Kom

Jabatan : Koordinator KJFD

Ruang : A 1.5



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 2 November 2018



Lb Novendita Ariadana

NIM: 135150301111024



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### DATA PRIBADI

Nama : Lb Novendita Ariadana  
Tempat/Tanggal Lahir : Boyolali, 11 November 1994  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Jenis Kelamin : Laki – laki  
Agama : Katolik  
Alamat : Jl. Candi 2 Lowokwaru Kota Malang  
Status : Belum Kawin  
Tinggi Badan : 163cm  
Berat Badan : 80Kg  
No HP : 082231287017

### RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri Senggreng 04 : 2001 – 2007
2. SMP Negeri 2 Sumberpucung : 2007 – 2010
3. SMA Negeri 1 Sumberpucung : 2010 - 2013

## UCAPAN TERIMAKASIH

1. Bapak Herlinius Paeri dan Ibu Francisca Srimurni selaku orang tua yang penulis cintai yang selalu memberi dukungan dan doa agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom. selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Dahnial Syauqy, S.T., M.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Dahnial Syauqy, S.T., M.T., M.Sc selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan ilmu, saran, penjelasan dan motivasi serta membantu dalam penyusunan laporan penulis.
7. Bapak Tibyani, S.T, M.T selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan ilmu, saran, penjelasan dan motivasi kepada penulis.
8. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya dan terkhusus untuk teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2013 yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama peneliti menempuh studi di Teknik Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
9. Theresia Novi Permatasari dan seluruh penghuni kedai 999 yang telah dengan semangat dan senang hati membantu, memberikan saran, serta motivasi kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu, peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan dan doa sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

## ABSTRAK

**Lb Novendita Ariadana, SISTEM PEMILAH TOMAT BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN.**

**Pembimbing : Dahnil Syauqy, S.T., M.T., M.Sc, dan Tibyani, S.T, M.T**

Bidang pertanian merupakan salah satu bidang yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Proses pengolahan lahan, penanaman bibit dan, proses panen yang cepat sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Tantangan yang dihadapi para petani saat ini adalah keterbatasan tenaga yang digunakan dan efisiensi waktu. Begitu pula masalah yang dihadapi para petani tomat yang harus memilah tomat berdasarkan tingkat kematangan yang berbeda – beda. Para petani tomat harus memetik tomat terlebih dahulu dan kemudian memilahnya berdasarkan tingkat kematangannya. Hal ini dilakukan karena setiap tingkat kematangan tomat mempunyai kegunaan yang berbeda. Dari masalah tersebut maka penulis membuat rancang bangun sistem pemilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangan. Dalam sistem ini parameter yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kematangan adalah parameter warna. Terdapat tiga sensor di sisi kanan, kiri dan, atas untuk mendeteksi warna dari buah tomat. Buah tomat diletakkan pada tempat yang telah tersedia dalam sistem kemudian motor *stepper* secara otomatis akan mendorong buah tomat menuju sensor warna. Setelah itu sensor warna akan membaca warna dari buah tomat. Kemudian metode *Bayes* akan menghitung nilai tersebut dan mengklasifikasikan buah tomat berdasarkan tingkat kematangannya. Setelah itu motor servo secara otomatis akan membuka dan menutup jalur wadah sesuai tingkat kematangan buah tomat. Dalam penelitian ini menggunakan 45 data latih yang mana masing-masing tingkat kematangan sebanyak 15 data latih. Dari pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali diperoleh hasil benar sebanyak 9 kali dan hasil error sebanyak 1 kali. Maka dari pengujian tersebut bisa disimpulkan bahwa tingkat akurasi sistem sebesar 90%.

**Kata kunci:** tomat, pemilah, klasifikasi, bayes.

## ABSTRACT

**Lb Novendita Ariadana, TOMATO PARSER SYSTEM BASED ON THE LEVEL OF MATURITY.**

**Mentor : Dahnil Syauqy, S.T., M.T., M.Sc, and Tibyani, S.T, M.T**

*Agriculture is one of the areas that is essential for human life. The process of cultivation, sowing seeds and harvesting processes fast, desperately needed to meet the needs of human life. The challenge faced by farmers today are the limitations of the energy use and efficiency in time. So did the problems facing tomato farmers who must sort out the tomato based on a different level of maturity. Tomato growers should be picking tomatoes first and then sort it based on the level of ripeness. This is done because each level of maturity tomatoes have different uses. Of the problem then the author makes all system architecture create a tomato based on level of maturity. In this system the parameters used to detect the level of maturity is the color parameter. There are three sensors on the right, the left and top, to detect the color of the tomato fruit. Tomatoes are placed in a spot that has been available in the system then automatically stepper motor will drive the color sensor toward the tomatoes. After that, the color sensor will read the color of tomatoes. Then Bayes method will calculate the value and classifies tomatoes based on level of ripeness. After that the servo motor will automatically open and close the corresponding container line level of maturity of the fruit of the tomato. In this study using 45 training data which each level of maturity as much as 15 training data. From testing conducted as many as 10 times as many correct results obtained 9 times and results in error by as much as 1 time. Then from these tests can be inferred that the system accuracy of 90%.*

**Key words:** tomato, parser, bayes classification.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul "*Rancang Bangun Sistem Pemilah Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan*".

Dalam penyusunan dan penelitian skripsi ini tidak lepas dari bantuan moral dan materiil yang diberikan dari berbagai pihak, maka peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Herlinius Paeri dan Ibu Francisca Srimurni selaku orang tua yang penulis cintai yang selalu memberi dukungan dan doa agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom. selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Dahniel Syauqy, S.T., M.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Dahniel Syauqy, S.T., M.T., M.Sc selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan ilmu, saran, penjelasan dan motivasi serta membantu dalam penyusunan laporan penulis.
7. Bapak Tibyani, S.T, M.T selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan ilmu, saran, penjelasan dan motivasi kepada penulis.
8. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya dan terkhusus untuk teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2013 yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama peneliti menempuh studi di Teknik Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
9. Theresia Novi Permatasari dan seluruh penghuni kedai 999 yang telah dengan semangat dan senang hati membantu, memberikan saran, serta motivasi kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu, peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan dan doa sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Peneliti menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki berbagai macam kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, agar ke depannya penulis dapat menjadi lebih

baik lagi. Semoga isi Laporan Skripsi ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di kemudian hari.

Malang, 2 November 2018

Lb Novendita Ariadana  
loribertus@gmail.com

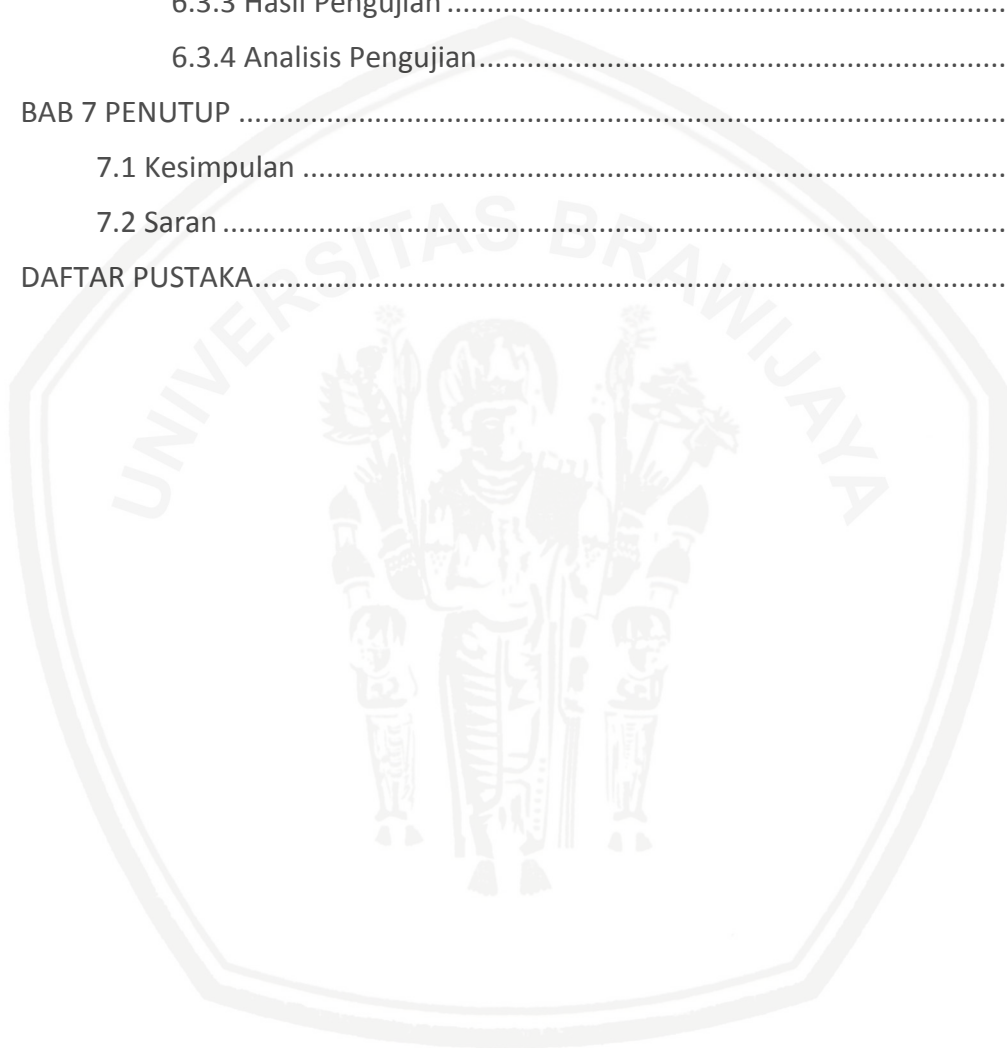


## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5 Batasan masalah.....	2
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....	4
2.1 Tinjauan Pusataka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.1 Tomat .....	6
2.2.2 Arduino 2560.....	6
2.2.3 Sensor TCS3200.....	9
2.2.4 Motor Servo SG90 .....	11
2.2.5 Motor Stepper.....	13
2.2.6 Arduino IDE .....	14
2.2.7 Naïve Bayes .....	15
BAB 3 METODOLOGI .....	18
3.1 Metodologi Penelitian .....	18
3.2 Studi Literatur .....	19
3.3 Analisis Kebutuhan Sistem.....	19

3.4 Perancangan Sistem .....	19
3.5 Implementasi Sistem .....	20
3.6 Pengujian dan Analisis .....	20
3.7 Kesimpulan dan Saran .....	20
<b>BAB 4 Analisis Kebutuhan .....</b>	<b>21</b>
4.1 Gambaran umum sistem .....	21
4.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	21
4.2.1 Kebutuhan Pengguna .....	22
4.2.2 Kebutuhan Lingkungan Operasi .....	22
4.2.3 Kebutuhan Fungsional.....	22
4.2.4 Kebutuhan Non Fungsional .....	22
4.2.4.1 Warna Tomat Berbeda-beda .....	22
4.2.4.2 Jalur Tomat.....	24
4.2.4.3 Kebutuhan Perangkat Keras.....	24
4.2.4.4 Kebutuhan Perangkat Lunak .....	25
4.3 Batasan Perancangan dan Implementasi .....	27
<b>BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI .....</b>	<b>28</b>
5.1 Perancangan Sistem Pemilah Buah Tomat.....	28
5.1.1 Perancangan Perangkat Keras.....	28
5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	32
5.1.3 Perancangan Klasifikasi Bayes.....	34
5.2 Implementasi sistem.....	41
5.2.1 Implementasi Desain Sistem .....	41
5.2.2 Implementasi Perangkat Keras .....	42
5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak.....	44
<b>BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</b>	<b>51</b>
6.1 Pengujian Fungsional Sistem .....	51
6.1.1 Pengujian Sensor Warna .....	51
6.1.2 Pengujian Servo.....	55
6.1.3 Pengujian Motor Stepper .....	56
6.2 Pengujian Akurasi Klasifikasi Bayes .....	58
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	58

6.2.2	Prosedur Pengujian .....	58
6.2.3	Hasil Pengujian .....	58
6.2.4	Analisis Pengujian.....	59
6.3	Pengujian Keseluruhan .....	59
6.3.1	Tujuan Pengujian.....	59
6.3.2	Prosedur Pengujian .....	59
6.3.3	Hasil Pengujian .....	60
6.3.4	Analisis Pengujian.....	62
BAB 7	PENUTUP .....	64
7.1	Kesimpulan .....	64
7.2	Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA	.....	66



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Kajian Pustaka .....	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560 .....	8
Tabel 2.3 Konfigurasi S2 dan S3 Sensor TCS3200 .....	10
Tabel 2.4 Pengaturan Skala Frekuensi Output Sensor TCS3200 .....	11
Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Serco SG90.....	12
Tabel 4.1 Spesifikasi Arduino .....	24
Tabel 4.2 Spesifikasi Sensor Warna TCS3200.....	25
Tabel 4.3 Spesifikasi Laptop .....	26
Tabel 5.1 Penempatan Pin Sensor Pada Arduino Mega 2560 .....	30
Tabel 5.2 Keterangan Pin Motor Servo pada Arduino Mega 2560 .....	31
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Mean Secara Keseluruhan .....	38
Tabel 5.4 Perhitungan Standar Deviasi Tingkat Kematangan Tomat .....	39
Tabel 5.5 Perhitungan Gaussian Tingkat Kematangan Tomat .....	40
Tabel 5.6 Library Yang Digunakan Pada Sistem .....	44
Tabel 5.7 Kode Program Motor Servo.....	45
Tabel 5.8 Kode Prgram Motor Stepper .....	45
Tabel 5.9 Kode Program Inisialisasi Variabel .....	46
Tabel 5.10 Kode Program Peluang Prior .....	46
Tabel 5.11 Kode Program Perhitungan Gaussian .....	47
Tabel 5.12 Kode Program Perhitungan Tingkat Kematangan Tomat .....	48
Tabel 5.13 Kode Program Perhitungan Naïve Bayes.....	49
Tabel 6.1 Nilai pembacaan sensor .....	53
Tabel 6.2 Perbandingan Nilai Sensor Dengan <i>Program Paint</i> .....	54
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Akurasi Sistem.....	58
Tabel 6.4 Hasil Pengujian Sistem Secara keseluruhan .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Tomat .....	6
Gambar 2.2 Arduino Mega 2560.....	7
Gambar 2.3 Skematik Diagram Arduino Mega 2600 .....	9
Gambar 2.4 Sensor Warna TCS3200 .....	10
Gambar 2.5 Blok Diagram Pembacaan Sensor Warna TCS3200.....	10
Gambar 2.6 Skematik Diagram Sensor Warna TCS3200.....	11
Gambar 2.7 Motor Servo .....	12
Gambar 2.8 Rangkaian Motor Servo.....	13
Gambar 2.9 Motor Stepper .....	13
Gambar 2.10 Prinsip Kerja Motor Stepper.....	14
Gambar 2.11 <i>Unipolar Stepper</i> dan <i>Bipolar Stepper</i> .....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem.....	20
Gambar 4.1 Analisis Kebutuhan Sistem .....	21
Gambar 4.2 Kategori Tomat Mentah .....	23
Gambar 4.3 Kategori Tomat Setengah Matang .....	23
Gambar 4.4 Kategori Tomat Matang .....	24
Gambar 4.5 Arduino IDE.....	26
Gambar 5.1 Alur Perancangan Sistem .....	28
Gambar 5.2 Bentuk Sistem Dalam 2 Dimensi .....	29
Gambar 5.3 Blok Diagram Sistem.....	29
Gambar 5.4 Rangkaian Sensor Warna TCS 3200.....	30
Gambar 5.5 Rangkaian Servo .....	31
Gambar 5.6 Perancangan Rangkaian Motor Sterpper .....	32
Gambar 5.7 Rangkaian Keseluruhan Sistem .....	32
Gambar 5.8 Flowchart Alur Perancangan Sistem Sensor .....	33
Gambar 5.9 Flowchart Alur Perancangan Klasifikasi Naive Bayes .....	34
Gambar 5.10 Flowchart Alur Perancangan Fungsi ProbPrior .....	34
Gambar 5.11 Flowchart Alur Perancangan Fungsi Gaussian .....	35
Gambar 5.12 Flowchart Alur Perancangan Fungsi ProbPosterior .....	36

Gambar 5.13 Implementasi Desain Sistem .....	41
Gambar 5.14 Implementasi Sensor Warna TCS3200 .....	42
Gambar 5.15 Implementasi Motor Servo .....	43
Gambar 5.16 Motor Stepper Tampak Dari Samping Sistem .....	43
Gambar 5.17 Motor Stepper Tampak Dari Belakang Sistem .....	44
Gambar 6.1 Pengujian Sensor Warna .....	52
Gambar 6.2 Hasil Pengujian Motor Servo .....	56
Gambar 6.3 Motor Stepper Saat Bergerak Maju .....	57
Gambar 6.4 Motor Stepper Saat Reset .....	57





## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Dalam era globalisasi saat ini kita tidak lepas dari perkembangan dan kemajuan teknologi. Oleh karena itu kita dituntut untuk mampu bersaing dalam mengembangkan dan memajukan teknologi yang kita punya. Kemajuan teknologi ini akan membantu mempermudah pekerjaan manusia di berbagai bidang seperti bidang kesehatan, bidang transportasi, bidang jasa dan bidang pertanian.

Bidang pertanian adalah salah satu bidang yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Tanpa adanya pertanian maka manusia akan susah dalam bertahan hidup, karena sumber makanan yang kita makan sebagian besar berasal dari bidang pertanian. Menurut Wikipedia tanpa makanan, makhluk hidup akan sulit mengerjakan aktivitas sehari-harinya. Makanan dapat membantu dalam memenuhi energi dan perkembangan otak (Wikipedia, Makanan).

Di Indonesia perkembangan teknologi pertanian sudah mulai menunjukkan eksistensinya. Banyak petani yang sudah menggunakan mesin-mesin pertanian untuk mempermudah pekerjaannya. Sebagai contoh adalah alat penanam padi Jarwo *Transplanter*. Alat ini merupakan alat yang direkomendasikan oleh badan penelitian dan pengembangan (Litbang) bidang pertanian. Satu unit mesin tanam yang sudah ada di petani mampu menggantikan 20 tenaga kerja tanam per hektar sehingga mampu menurunkan biaya tanam sekaligus mempercepat waktu tanam. (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2013).

Saat ini efisiensi waktu, kemudahan serta tenaga menjadi pertimbangan utama manusia dalam melakukan aktivitas. Bagi para petani hal tersebut merupakan sebuah tantangan yang harus dihadapi. Panjangnya waktu bekerja serta keterbatasan tenaga yang dimiliki oleh masing-masing individu petani merupakan kendala dalam proses bercocok tanam. Sebagai contoh petani tomat yang harus memetik tomat di lahan yang luas kemudian harus memisahkan antara tomat mentah, tomat busuk dengan tomat yang baik. Hal ini tentunya akan memakan waktu yang lama serta tenaga yang cukup banyak. Tomat itu sendiri merupakan tanaman yang biasa pemanenannya lebih dari satu kali dan biasanya dibongkar apabila panen tarakhir sudah tidak memadai lagi. (Badan Pusat Statistik, 2014).

Petani tomat perlu memisahkan buah tomat berdasarkan tingkat kematangannya karena masing – masing tingkat kematangan tomat memiliki fungsi yang berbeda – beda. Sebagai contoh tomat dengan kategori mentah memiliki fungsi untuk dijadikan bumbu masak, sedangkan tomat dengan kategori matang sering digunakan oleh penjual jus untuk membuat jus tomat.

Oleh karena hal tersebut penulis merancang sebuah sistem untuk memudahkan para petani tomat dalam memisahkan tomat mentah, tomat setengah matang dan tomat yang sudah matang. Dimana alat ini menggunakan sensor warna TCS3200 dan mikrokontroler *arduino* sebagai kendali dan kontrol dalam alat tersebut. Sistem yang penulis buat ini akan mengenali tomat

berdasarkan warnanya. Kemudian sistem akan memisahkan tomat tersebut sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Jika tomat berwarna hijau maka sistem akan mengalirkan tomat tersebut ke dalam wadah tomat mentah. Jika tomat berwarna oranye atau jingga maka sistem akan mengalirkan tomat tersebut ke dalam wadah tomat setengah matang. Dan jika tomat berwarna merah segar maka sistem akan mengalirkan tomat tersebut ke wadah tomat matang.

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas maka dapat dirumuskan menjadi rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan?
3. Bagaimana tingkat akurasi sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah didapatkan tujuan sebagai berikut :

1. Membuat perancangan sistem pemilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangan menggunakan arduino dan sensor pendukung.
2. Merancang sistem pemilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangan menggunakan metode bayes.
3. Melakukan pengujian dan analisis hasil pengujian terhadap sistem yang telah dibuat.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari rancang bangun sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan adalah :

1. Mempermudah proses pemilahan tomat secara otomatis.
2. Menghemat waktu dan tenaga dalam proses pemilahan buah tomat.
3. Menjadi salah satu teknologi alternatif dalam bidang pertanian.

## 1.5 Batasan masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat berfokus pada tujuan penelitian dan tidak menyimpang, maka dilakukan pembatasan pada beberapa hal yaitu :

1. Pemilahan tomat hanya dilakukan dalam tiga kategori yaitu, mentah, setengah matang dan, matang.
2. Cara pemilahan tomat hanya dapat dilakukan satu persatu.
3. Penentuan klasifikasi tomat berdasarkan warna tomat.

## 1.6 Sistematika pembahasan

Penjelasan singkat mengenai struktur dan isi dari masing-masing bab pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

**BAB II : LANDASAN KEPUSTAKAAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka dan dasar teori.

**BAB III : METODOLOGI**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai Studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi, analisis, dan pengambilan kesimpulan.

**BAB IV : ANALISIS KEBUTUHAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai berbagai macam kebutuhan yang digunakan untuk merancang sistem.

**BAB V : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Pada bab V berisi penjelasan mengenai perancangan dan implementasi sistem, seperti diagram komunikasi sistem dan diagram alur kerja sistem.

**BAB VI : PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pada bab ini akan disampaikan hasil pengujian terhadap sistem yang telah diimplementasikan.

**BAB VII : PENUTUP**

Pada bab ini akan dituliskan kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk pengembangan sistem di kedepannya.

## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini berisi uraian dan pembahasan tentang tinjauan pustaka dan dasar teori yang dibutuhkan dalam menunjang penelitian.

### 2.1 Tinjauan Pusataka

Pada tinjauan pustaka ini akan dijelaskan tentang penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

Tinjauan pustaka dalam bentuk jurnal yang digunakan sebagai salah satu referensi dalam penelitian ini adalah jurnal dengan judul Prototipe Pemilah Jeruk Nipis Menggunakan Sensor Warna TCS3200 yang disusun oleh Ahmad Sahrur Romadhon dan Jefry Ramdahan Baihaqi. Dalam jurnal ini peneliti memisahkan jeruk dengan cara konveyor akan berjalan membawa jeruk nipis ke sensor warna TCS3200 kemudian akan memisahkan jeruk dalam kategori muda, tua dan, busuk. Proses yang dilakukan oleh mikrokontroler akan ditampilkan di LCD sehingga user dapat dengan mudah mengetahui jeruk nipis tersebut masuk dalam kategori muda, tua atau, busuk. Dalam pengujian prototipe ini waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses mengidentifikasi jeruk nipis mempunyai waktu rata-rata 15.89 detik untuk jeruk nipis muda, 19.00 detik untuk jeruk nipis tua sedangkan jeruk nipis busuk 11.05 detik. Hasil dari pengujian terhadap jeruk nipis didapat rata-rata keberhasilan dalam mengidentifikasi jeruk nipis muda 93.3%, jeruk nipis tua 90% sedangkan jeruk nipis busuk 97.5%(Baihaqi, Ahmad). Namun dengan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi dirasa masih kurang efektif dalam pemilahan buah. Ini disebabkan karena sistem hanya dapat mendeteksi buah secara satu persatu dan user hanya dapat meletakkan satu buah saja dalam satu kali kerja.

Tinjauan pustaka yang kedua adalah dalam bentuk skripsi dengan judul Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Sensor TGS2620 dan TGS2600 Berbasis Arduino yang disusun oleh Jagadlanang Surobramantyo. Dalam skripsi ini peneliti menggunakan metode pencitraan RGB (Red, Green, Blue) dimana pada tempat pengujian akan diberikan kamera dan satu buah komputer sebagai pusat kontrol sistemnya, kamera akan mengambil gambar berupa foto dengan empat arah yang berbeda, metode ini sangat berkaitan dengan warna sehingga segmentasi citra warna memainkan peran penting pada metode ini. Kemudian peneliti juga menggunakan sistem penciuman elektronik menggunakan deret sensor gas semikonduktor (TGS), sebagai pengukur tingkat kematangan buah(Jagadlanang).

Dari kedua penelitian tersebut maka penulis ingin membuat sistem yang saling berkaitan yaitu Rancang Bangun Sistem Pemilah Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan. Dengan sistem yang penulis buat ini jika dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada, sistem akan lebih mampu memilah buah berdasarkan tingkat kematangannya, dan kemudian memisahkannya ke wadah yang sesuai.

Dengan pembuatan sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi atas permasalahan yang ada.

Adapun perbandingan kajian pustaka terdahulu dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Perbandingan Kajian Pustaka**

No.	Nama Penulis(Tahun), Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
1.	Ahmad Sahrul Romadhon dan Jefry Ramdahan Baihaqi (2015), Prototipe Alat Pemilah Jeruk Nipis Menggunakan Sensor Warna TC230.	Menggunakan parameter warna sebagai penentu tingkat kematangan buah.	Sistem menggunakan konveyor yang memuat satu buah jeruk dalam satu kali kerja.	Sistem dapat memuat 4 – 6 buah tomat dalam satu kali kerja.
			Sistem menggunakan satu buah sensor warna pada bagian atas objek yang dideteksi.	Sistem menggunakan tiga buah sensor warna pada sisi kanan, kiri dan, atas objek yang dideteksi.
2.	Jagadlanang Surobramantyo (2016), Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Sensor TGS2620 dan TGS2600 Berbasis Arduino.	Menggunakan parameter warna sebagai penentu tingkat kematangan buah.	Menggunakan kamera dalam mendeteksi citra objek.	Menggunakan sensor warna dalam mendeteksi objek.
			Menggunakan metode <i>Fuzzy Clustering</i> dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah.	Menggunakan metode <i>Bayes</i> dalam mengklasifikasi tingkat kematangan buah tomat.

Sumber : (Romadhon, Baihaqi, 2015), (Surobramantyo, 2016)

## 2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan teori yang dibutuhkan dan relevan mengenai unsur pendukung baik perangkat keras, perangkat lunak maupun objek penelitian yang digunakan untuk membuat sistem ini.

### 2.2.1 Tomat

Tomat termasuk tanaman sayuran yang peranannya sangat penting dalam pemenuhan gizi masyarakat. Tanaman tomat (*Lycopersium esculentum Mill*) adalah tumbuhan setahun, berbentuk perdu atau semak dan termasuk ke dalam golongan tanaman berbunga (*angiospermae*). Dalam klasifikasi tumbuhan, tanaman tomat termasuk kelas *dicotyledonae* (berkeping dua). (Tugiyono, 2005).

Secara lengkap ahli – ahli botani mengklasifikasikan tanaman tomat secara sistemik sebagai berikut :

Divisi	: <i>Spermatopyhta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (berkeping dua)
Ordo	: <i>Turbiflorae</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i> (berbunga seperti terompet)
Genus	: <i>Solanum</i> ( <i>Lycopersium</i> )
Species	: <i>Lycopersium esculentum Mill</i>

(Chandra.2013)

Tanaman tomat adalah tanaman yang dalam pertumbuhannya mengalami perubahan warna yang signifikan. Perbedaan warna tomat dari mentah sampai ke matang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perbedaan Warna Tomat

### 2.2.2 Arduino 2560

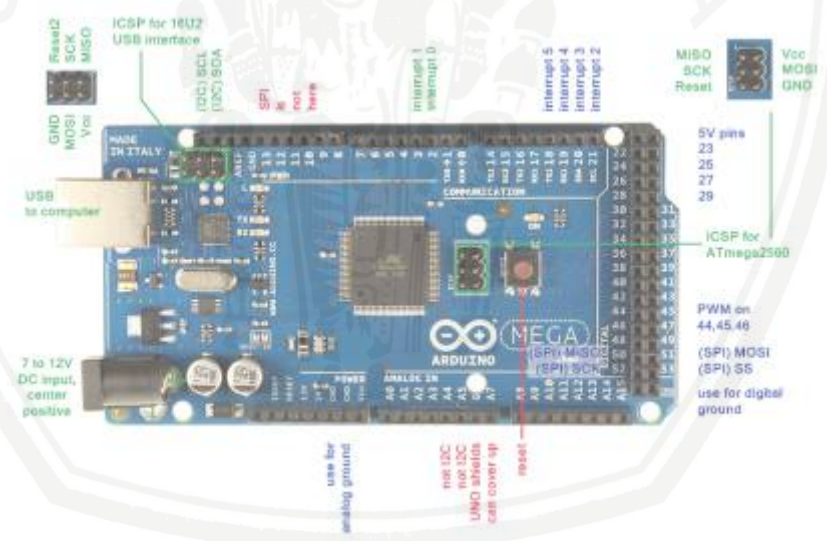
*Arduino* merupakan salah satu vendor penyedia mikrontroler yang banyak digubakan untuk melakukan purwarupa suatu sistem. *Arduino* memiliki banyak tipe, mulai dari yang paling sederhana, dengan kemampuan dan spesifikasi sederhana, hingga yang menggunakan prosesor dan fungsi yang kompleks. Sebuah mikrokontroler *arduino* terdiri dari IC utama yang berfungsi sebagai pengendali

utama dari jalannya sistem mikrokontroler tersebut. Pada mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan pin *input / output* yang jumlahnya berbeda bergantung pada tipe *arduino* tersebut. Pin tersebut memiliki fungsi khusus, seperti PWM, pin *digital*, dan pin *analog*.

Namun dari semua tipe *arduino*, *Arduino Mega 2560* merupakan tipe yang paling banyak digunakan. *Arduino mega* banyak digunakan karena bersifat *open source*, memiliki banyak pin *digital* maupun *analog* yang dapat dimanfaatkan untuk membuat sistem yang lebih kompleks, serta memiliki harga yang terjangkau. *Arduino mega* mampu mengakomodir kebutuhan komputasi dan menangani lebih dari satu input dari sensor maupun perangkat lain serta mampu menghasilkan output dalam bentuk aktuator maupun dalam bentuk lain.

*Arduino* juga menyediakan aplikasi untuk memasukkan kode program yaitu *Arduino IDE*. Setelah kode program selesai dibuat, maka *board Arduino mega* dapat dihubungkan ke komputer yang memiliki aplikasi tersebut untuk melakukan *upload program* yang telah dibuat ke *board Arduino Mega*. *Upload program* ini dapat dilakukan berulang, sehingga apabila terjadi kesalahan, program dapat di *upload* ulang. Untuk melakukan *upload program* membutuhkan bantuan kabel yang menghubungkan *arduino* dengan komputer.

*Arduino* dapat dihubungkan dengan sensor maupun aktuator yang mendukung (Geddes, 2016). Gambar mikrokontroler *arduino mega* beserta keterangan pin dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arduino Mega 2560

Sumber : (<https://arduino-info.wikispaces.com/MegaQuickRef>)

Berikut ini merupakan keterangan spesifikasi dari mikrokontroler *arduino mega* secara lengkap yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.



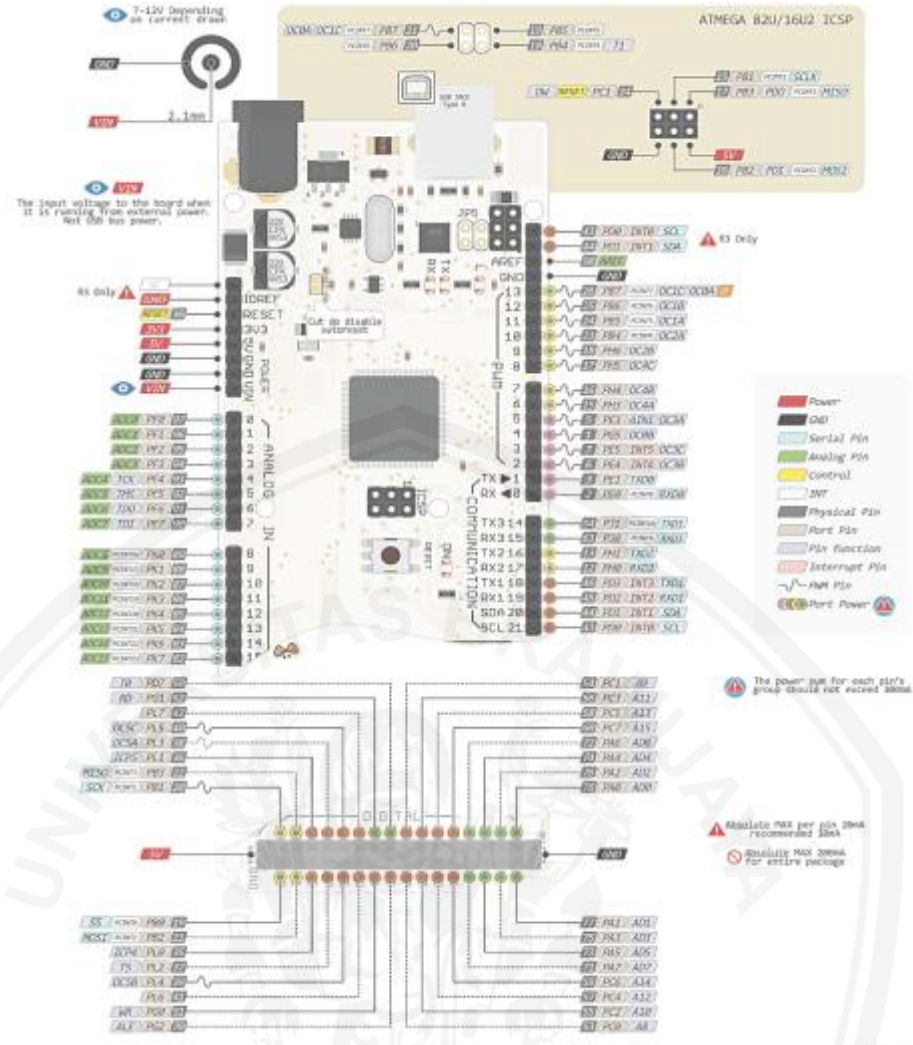
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Chip Mikrokontroler	ATmega 2560
Tegangan Operasi	5V
Rekomendasi Tegangan Input	7V - 12V
Tegangan Input Maksimal	6V 20V
Pin I/O Digital	54 pin, 15 diantaranya PWM
Pin input analog	16 pin
Arus DC pin I/O	20mA
Arus DC pin 3.3V	50mA
Flash Memori	256KB, 8KB untuk bootloader
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Clock Speed	16Mhz
Dimensi	101.52 mm x 53.3mm

*Arduino mega* memiliki *chip* mikrokontroler Atmega 2560 dengan tegangan operasi sebesar 5V. *Arduino mega* memiliki 54 pin digital, dan 15 pin PWM. Selain itu *arduino mega* juga memiliki *Flash memory* sebesar 256KB dan 8KB digunakan untuk *bootloader*. Dengan dimensi 101.52mmx53.3mm dan *clock speed* sebesar 16Mhz maka *arduino mega* merupakan mikrokontroler dengan spesifikasi yang mumpuni untuk melakukan berbagai pengolahan data. Dalam sistem ini penulis menggunakan mikrokontroler *arduino mega* karena sistem yang dibuat membutuhkan banyak pin diantaranya pin untuk tiga sensor warna, pin untuk 3 servo, dan pin untuk motor stepper. Selain sistem yang dibuat membutuhkan pin *input* dan *output* yang banyak sistem juga membutuhkan pengolahan data yang tepat dan cepat. Mikrokontroler *arduino mega* ini mampu mengolah data secara tepat menggunakan metode bayes yang nanti akan di *upload* pada *board arduino mega*.

*Arduino mega* memiliki konfigurasi pin atau skematik diagram untuk mempermudah pengguna dalam merancang sistem yang dibuat. Adapun skematik diagram Arduino Mega dapat dilihat pada Gambar 2.3.



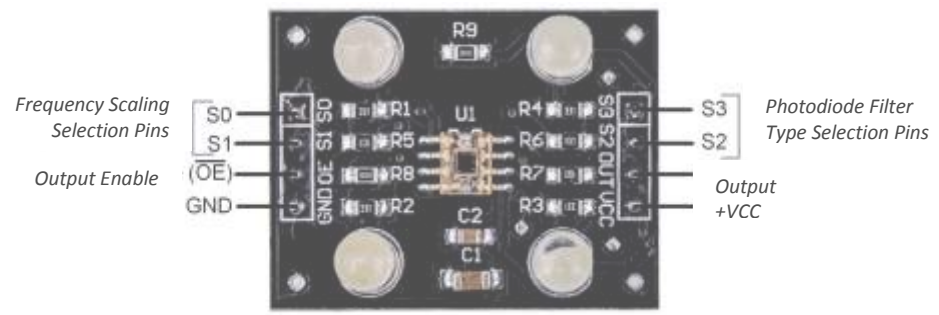


Gambar 2.3 Skematik Diagram Arduino Mega 2600

Sumber : (<https://www.14core.com/the-official-arduino-mega-2560-r3-schematic/>)

### 2.2.3 Sensor TCS3200

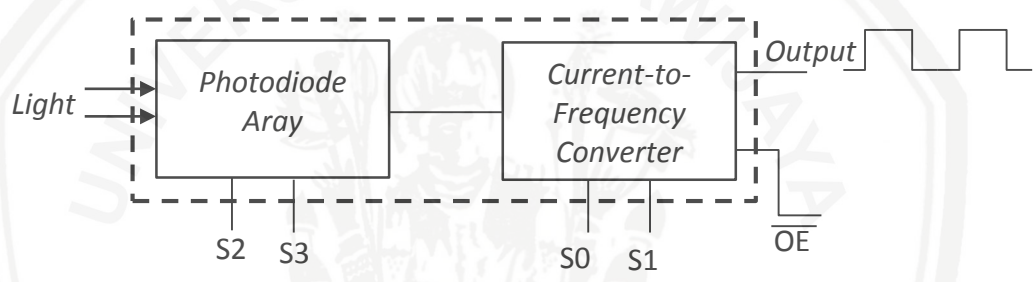
Sensor warna merupakan sebuah modul sensor warna yang berbasis Sensor TAOS TCS3200 yang digunakan melakukan pengukuran warna RGB(*Red, Green, Bue*) dari sebuah objek. Modul sensor ini memiliki fasilitas untuk merekam hingga 25 data warna yang akan disimpan dalam EEPROM. Modul sensor ini dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C. Adapun spesifikasi dari sensor ini adalah tegangan operasi sekitar 2.7V – 5.0 V, konversi dari intensitas cahaya ke frekuensi dengan resolusi yang tinggi, dan frekuensi skala maksimum dan jenis warna yang dapat diprogram (TAOS, 2009).



**Gambar 2.4 Sensor Warna TCS3200**

Sumber : (<http://www.electronicwings.com/sensors-modules/tcs3200-colour-sensor-module>)

Ada dua komponen utama pembentuk IC dalam sensor warna TCS3200 ini yaitu *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi. Keluaran dari sensor warna TCS3200 ini berupa *output digital* hasil pembacaan warna RGB. Adapun blok diagram pembacaan sensor warna TCS3200 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5 Blok Diagram Pembacaan Sensor Warna TCS3200**

Pada sensor warna TCS230 terdapat selektor S2 dan S3 yang berfungsi untuk memilih kelompok konfigurasi *photodiode* yang akan digunakan atau dipakai. Kombinasi fungsi S2 dan S3 dalam pemilihan kelompok *photodiode* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Konfigurasi S2 dan S3 Sensor TCS3200**

S2	S3	Photodiode
0	0	Pemfilter Merah
0	1	Pemfilter Biru
1	0	Tanpa Filter
1	1	Pemfilter Hijau

Sumber : (TAOS, 2009)

Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak atau pulsa digital dengan frekuensi yang sebanding dengan



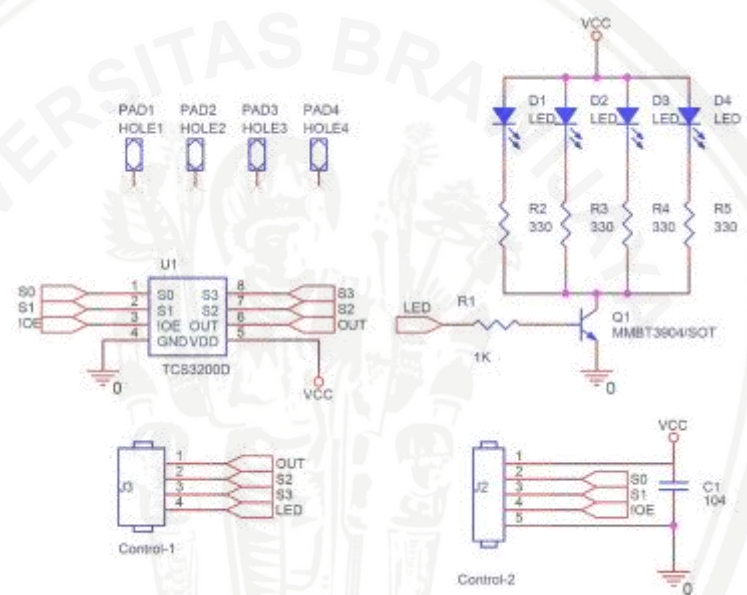
besarnya arus. Frekuensi *Output* ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Penskalaan *Output* bisa dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Pengaturan Skala Frekuensi Output Sensor TCS3200**

S0	S1	Skala Frekuensi <i>Output</i>
0	0	Daya Mati
0	1	2%
1	0	20%
1	1	100%

Sumber : (TAOS, 2009)

Adapun rangkaian skematik dari sensor warna TCS3200 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6 Skematik Diagram Sensor Warna TCS3200**

**2.2.4 Motor Servo SG90**

Motor servo merupakan salah satu perangkat elektronika yang mempunyai fungsi sebagai aktuator atau penggerak. Motor servo terbagi menjadi dua jenis, yaitu motor servo standar dengan putaran maksimal 180°, masing – masing 90° ke kanan, dan 90° ke kiri. Motor servo jenis ini paling umum digunakan, karena besaran sudut dapat ditentukan pada rentang jarak 0° sampai dengan 180°. Jenis kedua dari motor servo adalah motor servo *continuous*, yaitu motor servo yang dapat bergerak ke arah kanan dan kiri secara terus menerus. Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (PWM) melalui kabel kontrol, yang akan menentukan besaran sudut putaran dari poros motor servo (Elektro, 2014).



Motor servo pada Gambar 2.7 menggunakan sistem kontrol umpan balik dengan *loop* tertutup, sehingga dapat diatur untuk memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo terdiri dari penggerak berupa motor DC, serangkaian gir, rangkaian kontrol, dan petensiometer. Rangkaian gir yang terdapat pada poros motor DC berfungsi untuk meningkatkan torsi, sedangkan petensiometer berfungsi untuk menentukan batas posisi putaran poros motor servo sesuai dengan perubahan resistansi pada petensiometer.



**Gambar 2.7 Motor Servo**

Sumber : (<https://www.ermicro.com>)

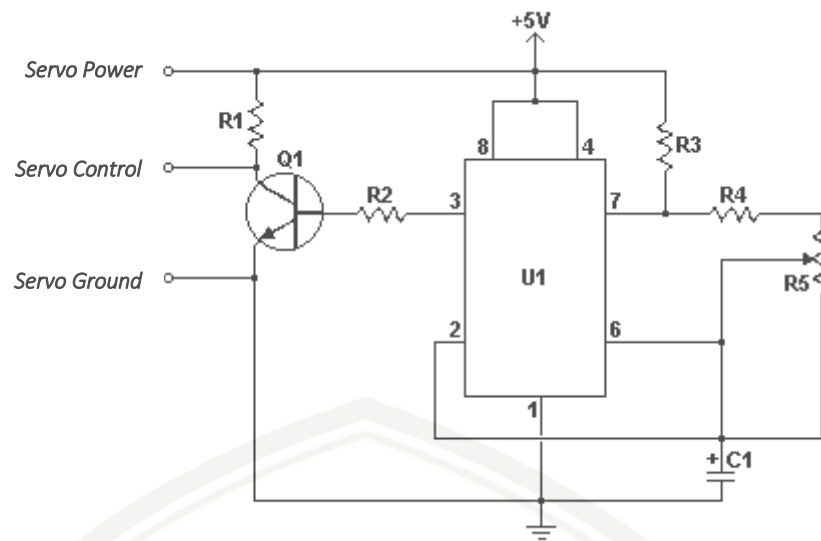
Adapun spesifikasi lengkap mengenai motor servo dapat dilihat pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Serco SG90**

Dimensi	23x29x12.2 mm
Berat	9g (hanya motor)
Kecepatan reaksi	0.1 detik / 60 derajat (4.8V tanpa beban)
<i>Stall Torque</i>	1.6 kg/cm
Suhu Kerja	0-55 C
<i>Dead Band Width</i>	10 uSec
Tegangan Kerja	4.8v
Material Gear	Nylon
Mode	Analog
Panjang kabel	150mm
Pinout Kabel	<i>Power, Ground</i> dan Kontrol

Sumber : (<http://www.micropik.com/PDF/SG90Servo.pdf>)

Adapaun rangkaian dari motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Rangkaian Motor Servo

### 2.2.5 Motor Stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis motor dc yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Prinsip kerja motor stepper adalah bekerja dengan mengubah pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis diskrit dimana motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor stepper tersebut.



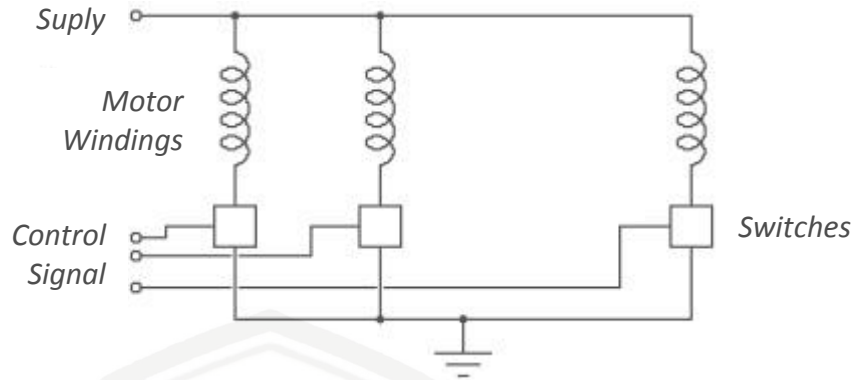
Gambar 2.9 Motor Stepper

Sumber : (<https://www.sparkfun.com/products/10551>)

Prinsip kerja motor *stepper* mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Bila motor DC memiliki magnet tetap pada stator, motor *stepper* mempunyai magnet tetap pada rotor. Adapun spesifikasi dari motor *stepper* adalah banyaknya fasa, besarnya nilai derajat per step, besarnya volt tegangan catu untuk setiap lilitan, dan besarnya arus yang dibutuhkan untuk setiap lilitan. (Zona Elektro, 2015)

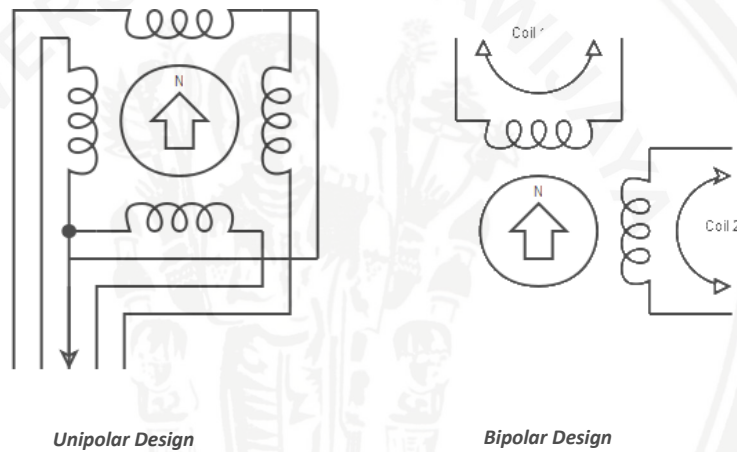
Untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Ilustrasi struktur motor *stepper*

sederhana dan pulsa yang dibutuhkan untuk menggerakannya dapat dilihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10 Prinsip Kerja Motor Stepper**

Ada dua jenis motor *stepper* yaitu motor *stepper unipolar* dan motor *stepper bipolar*. Adapun perbedaan desain *circuitnya* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11 Unipolar Stepper dan Bipolar Stepper**

Pada Gambar 2.11 banyaknya lilitan pada motor *stepper unipolar* lebih banyak dicandingkan dengan motor *stepper bipolar*. Pada motor *stepper unipolar* untuk menggerakannya hanya membutuhkan arus positif saja sedangkan pada motor *stepper bipolar* diperlukan arus positif dan negatif yang berubah-ubah.

### 2.2.6 Arduino IDE

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment* sebuah perangkat lunak atau *software* yang disediakan oleh pihak *arduino* untuk menulis kode program yang akan *download* ke perangkat keras *arduino*.

Program yang ditulis menggunakan perangkat lunak IDE disebut dengan sketsa. Sketsa ini ditulis di dalam editor teks dan disimpan dalam file ekstensi *.ino*.

### 2.2.7 Naïve Bayes

Algoritma *Bayes* adalah sebuah klasifikasi yang didasarkan pada aturan Bayes dan sekumpulan asumsi independensi kondisional. Independensi yang dimaksud disini adalah tidak adanya ketergantungan antara tiap fitur dalam setiap kelas objek yang diklasifikasikan. Berikut merupakan rumus dari teorema Bayes (Baber, 2010):

$$P(y|x) = \frac{P(x|y)P(y)}{P(x)} \quad (2.1)$$

Keterangan dari **Pesamaan 2.1** yakni :

$P(y|x)$  : Peluang *posterior* (probabilitas kondisional) dari suatu hipotesis kelas  $y$  akan terjadi setelah diberikan data  $x$ .

$P(x|y)$  : Peluang *likelihood* dari sebuah data  $x$  terjadi akan mempengaruhi hipotesis kelas  $y$ .

$P(y)$  : Peluang *prior* (awal) hipotesis kelas  $y$  terjadi tanpa memperhatikan data yang diberikan.

$P(x)$  : Peluang *evidence*  $x$  terjadi tanpa memperhatikan hipotesis kelas/*evidence* lainnya, yakni jumlah total dari semua peluang *likelihood* yang dikalikan dengan peluang *prior*.

Hipotesis dalam teorema *Bayes* merupakan label kelas yang menjadi target dalam sebuah klasifikasi, sedangkan *evidence* adalah fitur yang menjadi masukan dalam klasifikasi. Naive Bayes dilambangkan dengan  $P(X|Y)$  dimana  $X$  adalah masukan yang berupa fitur-fitur dan  $Y$  adalah kelas dalam sebuah klasifikasi. Notasi  $P(X|Y)$  berarti peluang kelas  $Y$  didapatkan setelah fitur-fitur  $X$  diamati, notasi ini merupakan peluang *likelihood* dan  $P(Y)$  merupakan notasi dari peluang *prior*. Berikut ini adalah persamaan untuk rumus *Bayes* (Baber, 2010)

$$P(Y|X) = \frac{P(Y) \prod_{i=1}^q P(X_i|Y)}{P(X)} \quad (2.2)$$

Keterangan dari **Persamaan (2.2)** yakni :

$P(Y|X)$  : Peluang *posterior* (probabilitas kondisional) dari suatu kelas  $Y$  akan terjadi setelah mengamati fitur-fitur  $X$ .

$\prod_{i=1}^q P(X_i|Y)$  : Peluang *likelihood* dari masing-masing fitur  $X$  terjadi akan mempengaruhi kelas  $Y$ .

$P(Y)$  : Peluang *prior* (awal) hipotesis kelas  $y$  terjadi tanpa memperhatikan fitur yang diberikan.

$P(X)$  : Peluang *evidence*  $X$  terjadi tanpa memperhatikan kelas/*evidence* lainnya, yakni jumlah total dari semua peluang *likelihood* yang dikalikan dengan peluang *prior*.

Dalam perhitungan klasifikasi untuk setiap kelas  $Y$  yang berbeda akan mempunyai nilai  $P(X)$  yang sama, sehingga dalam penentuan klasifikasi *Naive Bayes* selanjutnya ditentukan dari nilai peluang terbesar antara tiap kelas  $Y$  dari hasil perhitungan  $P(Y) \prod_{i=1}^q = P(X_i|Y)$  (Astuti, 2016).

Beberapa permasalahan yang ada untuk menentukan nilai peluang dari suatu kondisi yang mudah adalah dengan menghitung peluang dari data diskrit. Namun dalam kenyataannya tidak semua data tersaji dalam bentuk diskrit, tetapi ada yang berbentuk data kontinyu. Untuk itu dalam melakukan proses klasifikasi terhadap data kontinyu dengan *Bayes* terdapat 2 cara yakni (Astuti, 2016):

1. Melakukan proses perubahan data kontinyu menjadi data diskrit (diskritisasi) terhadap setiap fitur yang akan diestimasi.
2. Menganggap setiap fitur sesuai dengan data latih menggunakan fungsi *univariate normal (Gaussian) distribution* yang ditunjukkan pada Persamaan (2.3), dimana parameter utama dari fungsi *Gaussian ini* adalah *mean* ( $\mu$ ) dan *varian* ( $\sigma^2$ ).

$$P(X = x_i | Y = y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}^2}} e^{-\frac{(x_i - \mu_{ij})^2}{2\pi\sigma_{ij}^2}} \quad (2.3)$$

Parameter  $\mu_{ij}$  bisa didapatkan dari mean pada sampel  $X_i$  ( $\bar{x}$ ) dari semua data latih yang menjadi milik kelas  $y_i$ , sedangkan  $\sigma_{ij}^2$  dapat dipekirakan dari varian sampel ( $s^2$ ) dari data latih.

Adapun fungsi untuk mencari nilai Mean dapat dilihat pada Persamaan (2.4) berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.4)$$

Perhitungan mean dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai data suatu kelompok sampel, kemudian dibagi dengan jumlah sampel tersebut. Dimana  $\bar{x}$  merupakan rata-rata hitung,  $x_i$  merupakan nilai sampel ke- $i$ , dan  $n$  adalah jumlah sampel.

Adapun fungsi untuk mencari nilai standar deviasi dapat dilihat pada Persamaan (2.5) berikut.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2.5)$$

Untuk menghitung standar deviasi yaitu dengan mengurangi setiap nilai data dengan rata-rata kelompok data tersebut, selanjutnya semua hasil dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah data secara keseluruhan dikurangi 1, dan terakhir hasilnya di akarkan. Dimana  $s$  merupakan standar deviasi (simpangan





baku),  $x_i$  merupakan nilai  $x$  ke  $i$ ,  $\bar{x}$  merupakan rata-rata, dan  $n$  adalah ukuran sampel.

#### 2.2.7.1 Penghitungan Persentase Akurasi

Nilai Persentase Akurasi suatu sistem dapat dihitung menggunakan rumus (2.6) berikut.

$$\text{Nilai Persentase Akurasi} = \frac{\text{Jumlah nilai Benar}}{\text{Jumlah nilai keseluruhan}} \times 100\% \quad (2.6)$$

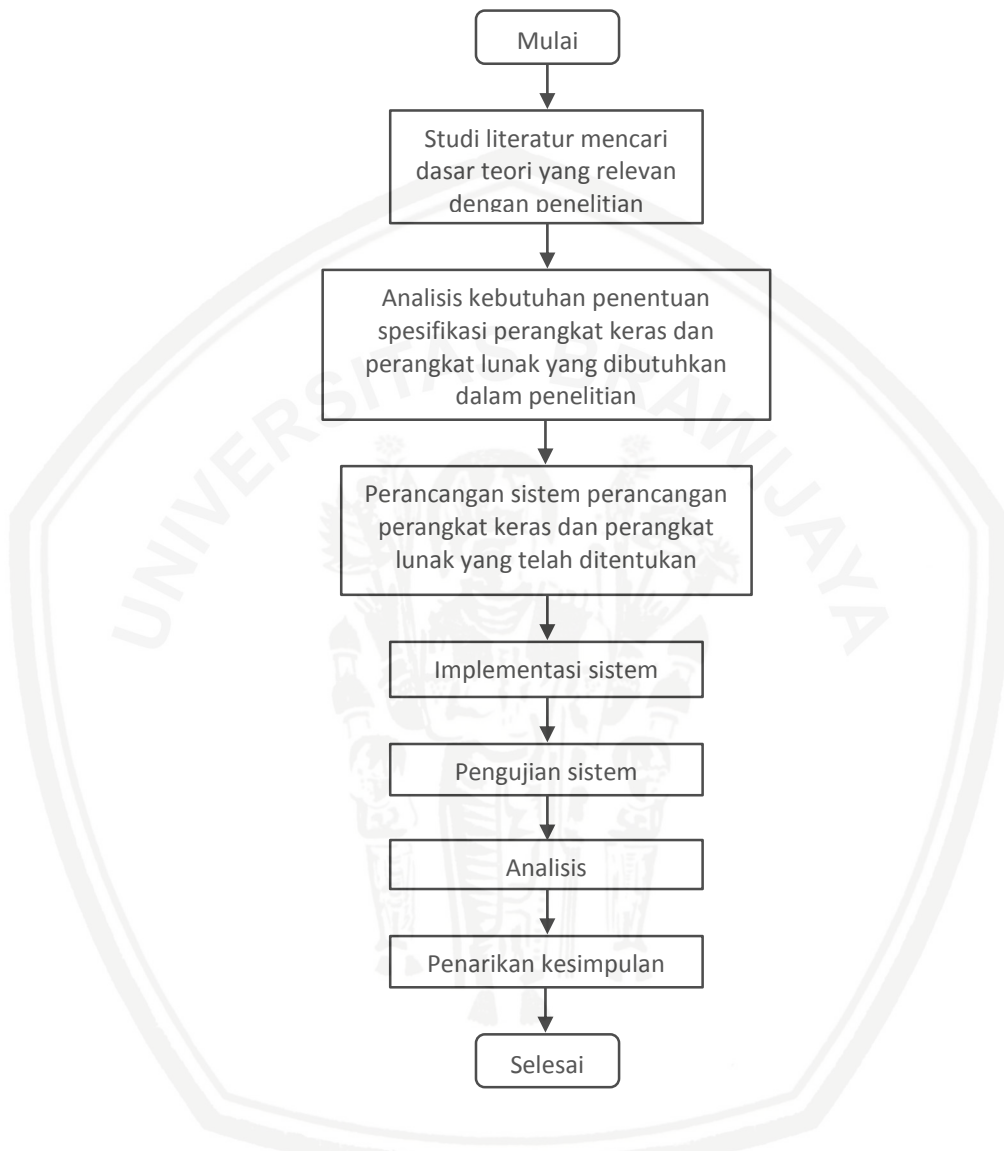
Nilai Persentase Akurasi diperoleh dari Nilai data benar pada suatu sistem dibagi dengan nilai data keseluruhan.



## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1 Metodologi Penelitian

Agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan dapat mencapai tujuan maka disusun perencanaan kegiatan dalam diagram alir berikut ini :



**Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian**

Pada Gambar 3.1 dijelaskan bahwa penelitian diawali dengan mencari dasar teori yang relevan bagi penelitian. Proses selanjutnya adalah penentuan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian. Setelah itu penelitian akan sampai pada tahap implementasi dan pengujian. Kemudian dilakukan analisa terhadap sistem yang telah dibuat dan proses terakhir adalah penarikan kesimpulan.

### 3.2 Studi Literatur

Pada studi literatur dijelaskan mengenai teori pendukung yang relevan dan dapat menjadi panduan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak pembuatan Rancang Bangun Sistem Pemilah Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan. Studi literatur ini sudah dijelaskan pada bab 2. Dengan adanya studi literatur ini diharapkan mempermudah implementasi sistem.

### 3.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan perangkat pendukung untuk mengimplementasikan sistem baik perangkat keras, perangkat lunak, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional dari sistem pemilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangan menggunakan *metode naïve bayes*.

Adapun perangkat keras yang akan digunakan dalam sistem ini adalah :

1. *Arduino mega*, sebagai pengendali utama sistem
2. Motor servo, sebagai pengontrol buka tutup jalan tomat
3. Sensor TCS3200, sebagai sensor pembaca warna tomat
4. Motor Stepper

Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini adalah :

1. *Arduino IDE*

Kebutuhan fungsional sistem yaitu :

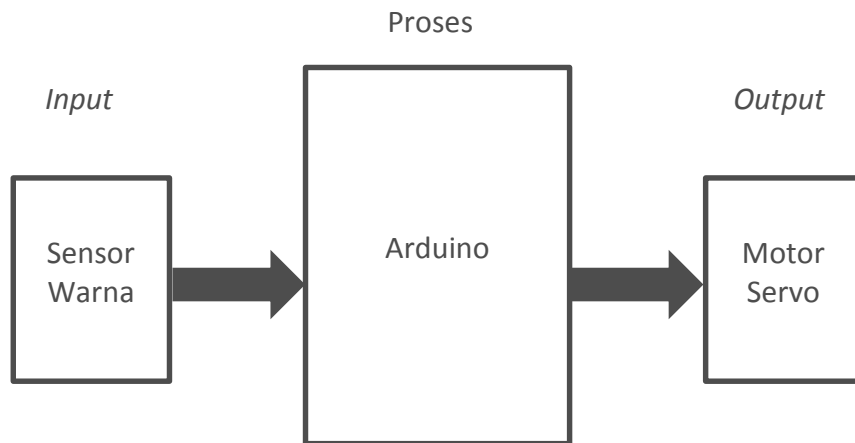
1. Sistem dapat melakukan akuisisi data berupa perbedaan warna antara tomat mentah, tomat matang dan, tomat busuk menggunakan sensor warna TCS3200.
2. otor servo yang mewakili pengendalian jalur tomat harus dapat membuka dan menutup jalur sesuai nilai dari pembacaan sensor yang telah diolah oleh arduino.

Kebutuhan non fungsional dari sistem yaitu :

Tomat yang menjadi obyek penelitian harus terdiri dari tiga kategori yaitu, tomat mentah, tomat setengah matang dan tomat matang.

### 3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan penelitian dimana sistem didesain agar dapat memenuhi kebutuhan fungsional dan dapat bekerja dengan baik. Perancangan hardware dan program pada sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan ini dibuat dalam diagram blok sistem secara keseluruhan untuk mempermudah penulis dalam melakukan perancangan.



**Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem**

Pada diagram blok sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan terdapat tiga bagian utama yaitu, *input*, mikrokontroler dan *output*. Bagian *input* pada sistem ini terdiri dari sensor warna. Sensor warna akan membaca warna dari tomat yang akan dideteksi tingkat kematangannya. Bagian mikrokontroler penulis menggunakan mikrokontroler arduino. Dan pada bagian *output* terdapat tiga wadah untuk menampung tomat yang telah dipisahkan oleh sistem.

### 3.5 Implementasi Sistem

Dalam tahap implementasi ini terdapat beberapa fungsi dari sistem yang harus dapat berjalan dengan baik, yaitu :

1. Perangkat keras yang digunakan harus dapat berjalan dan berfungsi dengan baik sesuai *datasheet* yang ada pada produk tersebut.
2. Perangkat keras harus dapat mengontrol buka tutup jalur tomat sesuai dengan *coding* yang telah ditentukan.

### 3.6 Pengujian dan Analisis

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dan kinerja dari sistem yang telah dibuat. Kesesuaian merupakan kemampuan sistem menghasilkan keluaran sesuai dengan input yang diberikan dan juga proses yang dilakukan oleh sistem. Kinerja sistem merupakan kemampuan sistem untuk melakukan proses pengolahan data input sehingga menghasilkan *output* dengan baik dan benar.

### 3.7 Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan dilakukan berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap kesesuaian dan kinerja sistem. Kesimpulan yang diambil juga harus dapat menjawab rumusan masalah yang terdapat pada bab 1. Dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan ini, maka diharapkan dapat diberikan saran untuk pengembangan sistem di masa yang akan datang.

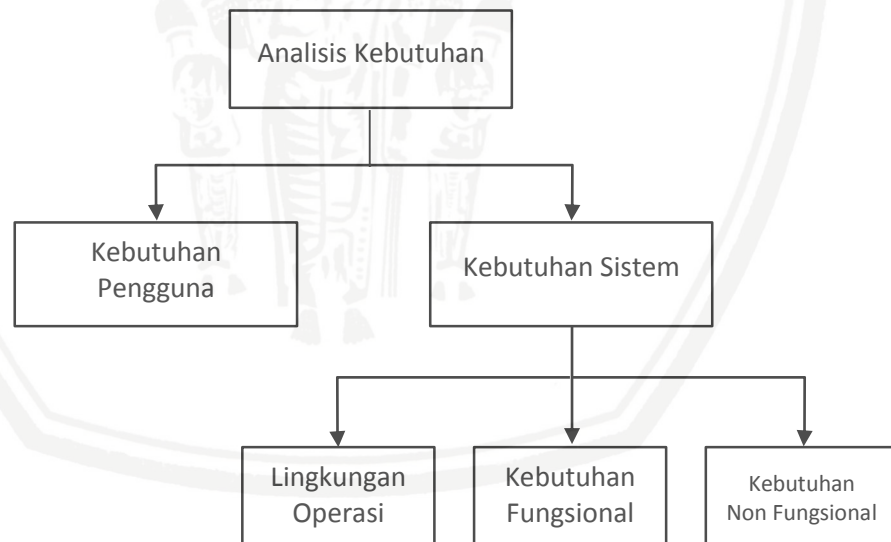
## BAB 4 ANALISIS KEBUTUHAN

### 4.1 Gambaran umum sistem

Gambaran umum pada sistem yang dibuat, sistem dapat mengenali warna buah tomat mulai warna hijau, oranye dan merah segar. Selain itu sistem dapat dengan tepat membuka jalur untuk untuk laju tomat yang telah dideteksi tingkat kematangannya. Pada sistem ini menggunakan motor *stepper* sebagai pendorong buah tomat, sensor warna sebagai pembaca warna buah tomat dan mikrokontroler arduino sebagai pengolah data serta motor servo sebagai penggerak buka tutup jalur yang akan dilalui buah tomat. Adapun tahapan kerja sistem yaitu sensor warna akan membaca warna dari tomat kemudian arduino akan mengolah data dan menentukan jalur yang akan dilalui tomat tersebut. Jika warna tomat hijau maka arduino akan mengalirkan tomat ke wadah tomat mentah. Jika warna tomat kuning atau oranye maka sistem akan mengalirkan tomat ke wadah setengah matang. Dan jika warna tomat merah segar maka arduino akan mengalirkan tomat ke wadah tomat matang.

### 4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan merupakan penjelasan tentang berbagai macam kebutuhan yang digunakan untuk merancang sistem. Analisis kebutuhan dibuat agar sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan peneliti.



Gambar 4.1 Analisis Kebutuhan Sistem

#### 4.2.1 Kebutuhan Pengguna

Kebutuhan pengguna merupakan kebutuhan yang menggambarkan tentang hal-hal yang dilakukan pengguna sistem ini yang bertujuan untuk mengoperasikan sistem sesuai yang diinginkan. Kebutuhan pengguna meliputi :

1. Pengguna harus memasukkan tomat ke wadah yang telah disediakan.
2. Pengguna dapat melihat proses pemilahan tomat secara otomatis.

#### 4.2.2 Kebutuhan Lingkungan Operasi

Kebutuhan lingkungan operasi adalah kebutuhan sistem dimana sistem tersebut digunakan sebagaimana mestinya. Kebutuhan lingkungan operasi pada penelitian ini meliputi :

1. Dalam pengoperasian sistem ini agar berjalan sebagaimana mestinya, alat harus di letakkan di tempat yang minim cahaya. Hal ini bertujuan agar sensor warna dapat mendeteksi warna buah dengan tepat, sehingga olah data yang diproses di arduino juga tepat.
2. Agar sistem berjalan dengan baik maka sistem perlu diletakkan di tempat yang lebih tinggi dari wadah. Hal ini bertujuan agar tomat yang sudah diklasifikasi oleh sistem dapat menggelinding tepat menuju wadah yang berada di ujung sistem.

#### 4.2.3 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dapat memberikan rincian tentang kebutuhan sistem agar sesuai dengan harapan peneliti di antaranya :

- a. Sistem dapat membaca warna dengan tepat dengan menggunakan sensor warna TCS3200.
- b. Sistem dapat mengolah data yang dibaca oleh sensor warna dengan menggunakan arduino sebagai pusat olah data. Dan kemudian sistem dapat mengalirkan tomat ke jalur yang sesuai dengan tingkat kematangan buah tomat.
- c. Sistem dapat mendorong tomat secara otomatis menggunakan motor *stepper*.
- d. Sistem dapat membuka dan menutup jalur menggunakan motor servo sebagai penggerak pintu sehingga sesuai dengan keluaran dari mikrokontroler arduino.

#### 4.2.4 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional merupakan kebutuhan yang menjelaskan tentang apa saja yang menjadi batasan terhadap kebutuhan perancangan sistem. Adapun kebutuhan *non* fungsional dari sistem ini adalah sebagai berikut.

##### 4.2.4.1 Warna Tomat Berbeda-beda

Dalam mendukung kebutuhan sistem pemilah tomat maka tomat harus

mempunyai setidaknya 3 kategori warna. Kategori warna buah tomat yang dipakai dalam merancang sistem ini adalah, warna hijau sebagai tomat mentah, warna kuning atau oranye sebagai tomat setengah matang dan, warna merah sebagai tomat matang.

Adapun macam – macam kategori warna buah tomat yang digunakan dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan, Gambar 4.4.



**Gambar 4.2 Kategori Tomat Mentah**



**Gambar 4.3 Kategori Tomat Setengah Matang**



**Gambar 4.4 Kategori Tomat Matang**

#### 4.2.4.2 Jalur Wadah Tomat Menggelinding

Dalam mendukung berjalannya sistem dengan baik, maka dibutuhkan sebuah jalur yang bisa dibuka tutup. Jalur ini nantinya akan mengalirkan tomat yang telah dideteksi oleh sensor dan arduino. Adapun jalur tomat terbuat dari bahan kayu.

#### 4.2.4.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Adapun kebutuhan perangkat keras dalam mendukung berjalannya sistem pemilah tomat ini adalah sebagai berikut :

a. Arduino

Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dari sensor warna dan menentukan tingkat kematangan buah tomat. Kemudian menentukan pembukaan jalur yang sesuai dengan tingkat kematangan buah tomat.

Arduino sendiri merupakan perangkat keras yang *open source* dan perangkat lunaknya dapat dikembangkan sendiri. Pada sistem ini peneliti menggunakan arduino mega karena memiliki spesifikasi yang lebih mumpuni. Adapun spesifikasi arduino dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Spesifikasi Arduino**

Komponen	Arduino Mega	Arduino Uno	Arduino Nano
<i>Chip Mikrokontroler</i>	Atmega2560	Atmega328P	Atmega328P
<i>SRAM</i>	8KB	2KB	2KB
<i>EEPROM</i>	4 KB	1 KB	1 KB
<i>Memori Flash</i>	256 KB	32KB	32 KB



b. Servo

Dalam sistem ini menggunakan motor servo sebagai penggerak buka dan tutup pintu jalur tomat. Servo yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.

c. Motor *Stepper*

Motor *stepper* dibutuhkan untuk mendorong buah tomat ke depan, sehingga tomat dapat berjalan satu persatu sesuai yang diinginkan.

d. Sensor Warna

Untuk mendukung ketepatan dalam pemilahan buah tomat sesuai dengan tingkat kematangan, maka diperlukan adanya sensor warna. Sensor warna berfungsi untuk mendeteksi warna buah tomat untuk mengetahui tingkat kematangannya. Kemudian sensor warna akan mengirimkan data ke arduino dan selanjutnya data tersebut akan diolah oleh arduino.

Dalam penelitian ini menggunakan sensor warna TCS3200. Cara kerja sensor warna itu sendiri adalah dengan menggunakan IC (*Integrated Circuit*) pengkonversi cahaya ke dalam bentuk nilai frekuensi. Ada dua komponen utama IC yaitu, *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi. Adapun spesifikasi sensor warna TCS3200 dapat dilihat pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2 Spesifikasi Sensor Warna TCS3200**

Jenis	Karakteristik Color Sensor
Voltase	2.7V to 5.5V
Tempertur Lingkungan	-40°C to 85°C
Dimensi	28.4 x 28.4mm
Voltase Output	2.8 - 5 voltz

#### 4.2.4.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mendukung sistem ini adalah sebagai berikut :

a. Laptop

Laptop sebagai media untuk membuat dan mengolah perangkat lunak yang digunakan pada sistem. Adapun spesifikasi laptop dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi Laptop

Nama	Spesifikasi
<i>Sistem Operasi</i>	<i>Windows 8.1 Pro 64-bit</i>
<i>System Manufacturer</i>	<i>Hewlett-Packard</i>
<i>BIOS</i>	<i>InsydeH2O Version CCB.03.73.47F.12</i>
<i>Processor</i>	<i>AMD A8-6410 APU with AMD Radeon R5 Graphics (4 CPUs), ~2.0GHz</i>
<i>Memory</i>	<i>4096MB RAM</i>
<i>DirectX Version</i>	<i>DirectX 11</i>

b. Arduino IDE

Arduino IDE berfungsi sebagai media untuk menulis dan membuat kode program yang akan di *upload* ke dalam *board* arduino mega. Dalam pembuatan kode program diperlukan adanya library untuk memudahkan membuat kode program tersebut. Arduino IDE yang digunakan dalam sistem ini adalah Arduino IDE dengan versi 1.6.8 yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Arduino IDE

*Library* yang digunakan untuk memudahkan membuat kode program diantaranya.

1. *Library* “<Stepper.h>” untuk memanggil *library* motor *stepper* yang berfungsi sebagai pendorong tomat.

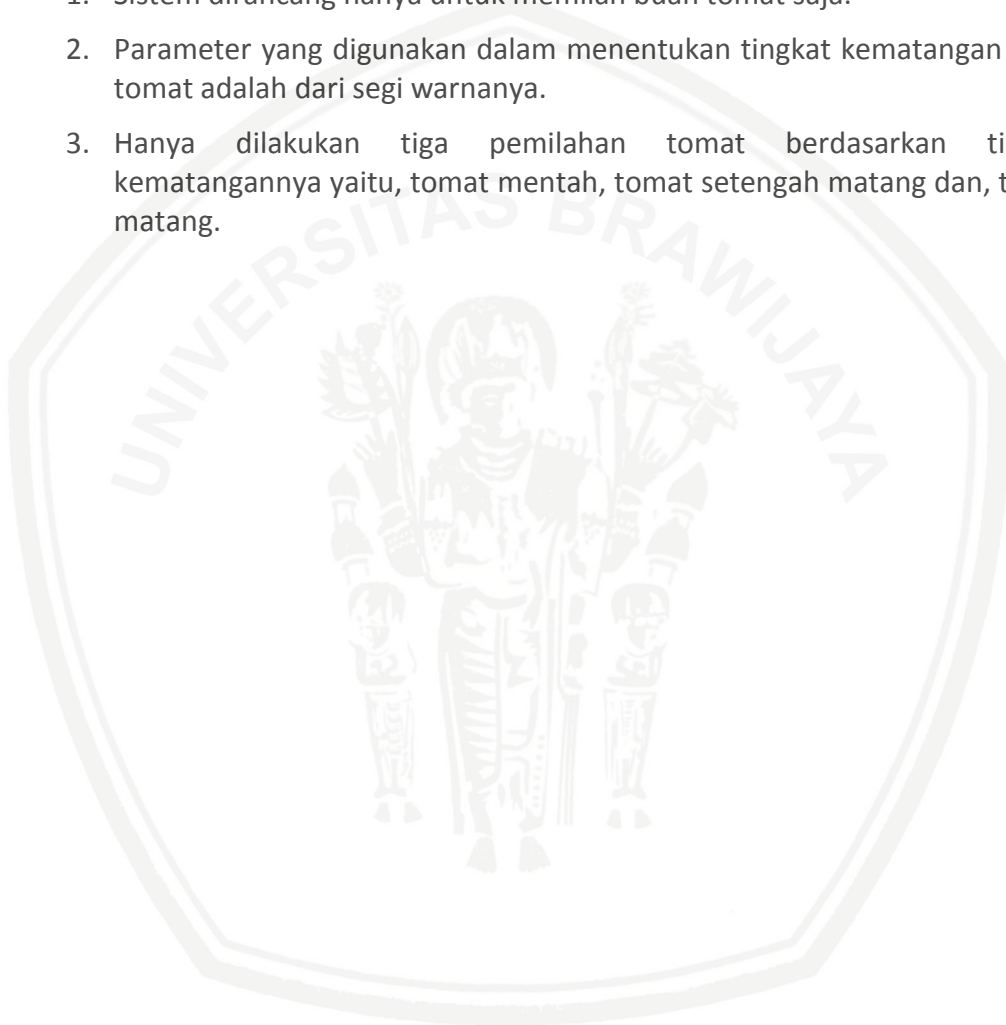


2. *Library* “<math.h>” adalah untuk melakukan perhitungan matematika yang cukup kompleks.
3. *Library* “<Servo.h>” yang berfungsi untuk memanggil *library* motor servo yang digunakan untuk buka tutup pintu pada wadah tomat.

### 4.3 Batasan Perancangan dan Implementasi

Adapun batasan masalah yang terdapat dalam perancangan dan implementasi sistem ini adalah sebagai berikut :

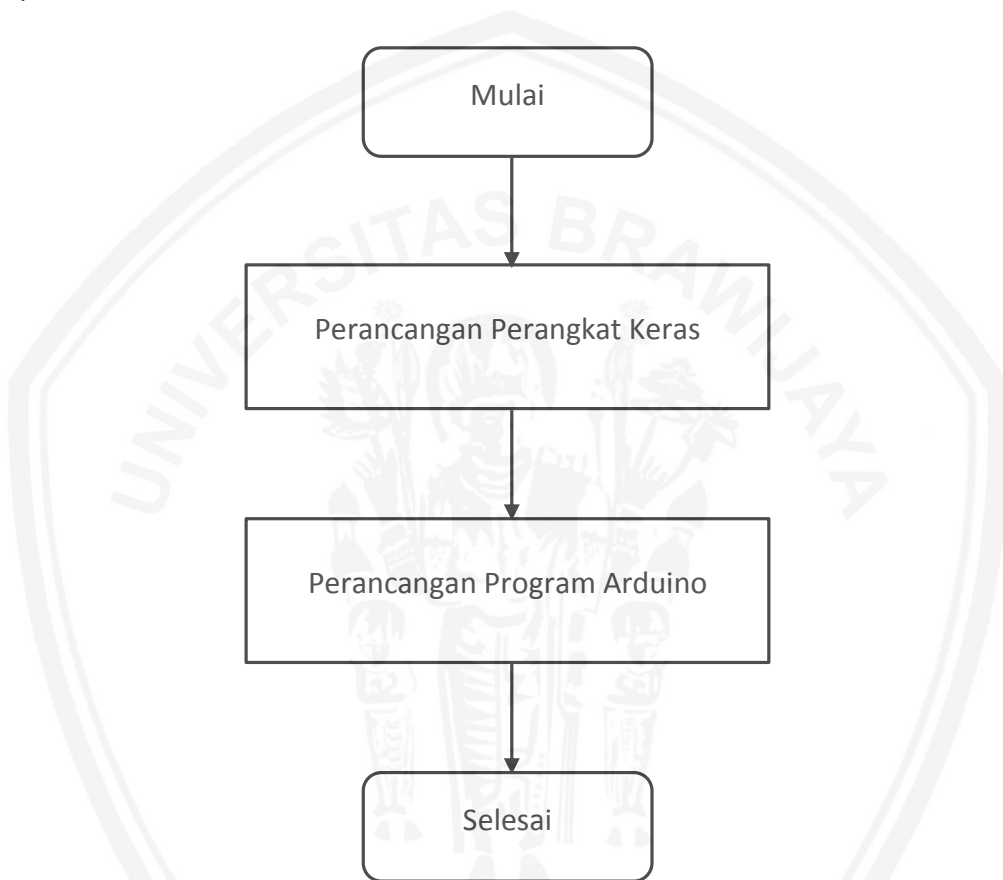
1. Sistem dirancang hanya untuk memilah buah tomat saja.
2. Parameter yang digunakan dalam menentukan tingkat kematangan buah tomat adalah dari segi warnanya.
3. Hanya dilakukan tiga pemilahan tomat berdasarkan tingkat kematangannya yaitu, tomat mentah, tomat setengah matang dan, tomat matang.



## BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

### 5.1 Perancangan Sistem Pemilah Buah Tomat

Perancangan sistem ini penulis bagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan program Arduino. Perancangan perangkat keras meliputi peletakan sensor warna, motor *stepper* dan, motor servo. Sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi perhitungan *bayes* dan pembuaan kode program pada *arduino* IDE. Alur Perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 5.1.



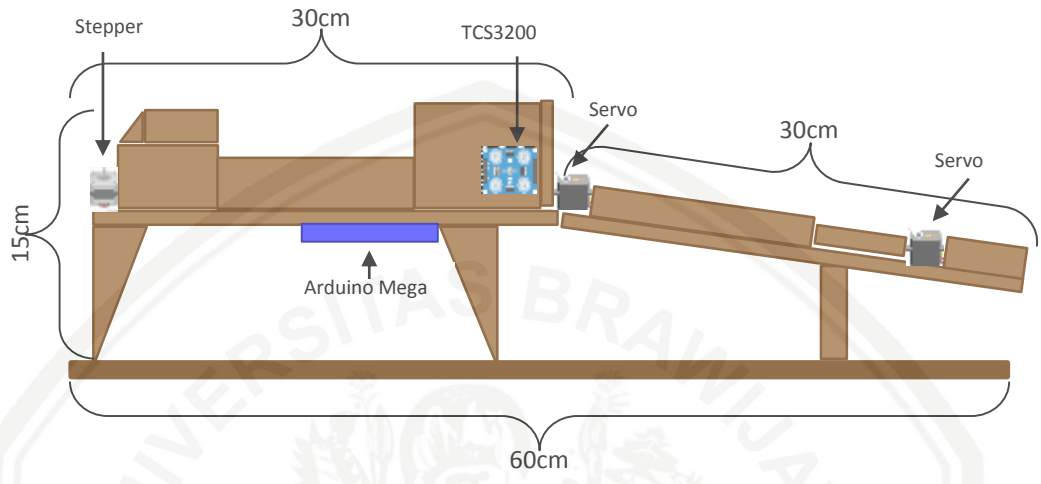
**Gambar 5.1 Alur Perancangan Sistem**

Pada Gambar 5.1 menjelaskan secara garis besar alur perancangan sistem, penelitian ini diawali dengan merancang perangkat keras yang berfungsi sebagai penunjang dan penggerak dari sistem yang dibuat. Kemudian perancangan program Arduino sebagai tempat mengolah data dari pembacaan sensor.

#### 5.1.1 Perancangan Perangkat Keras

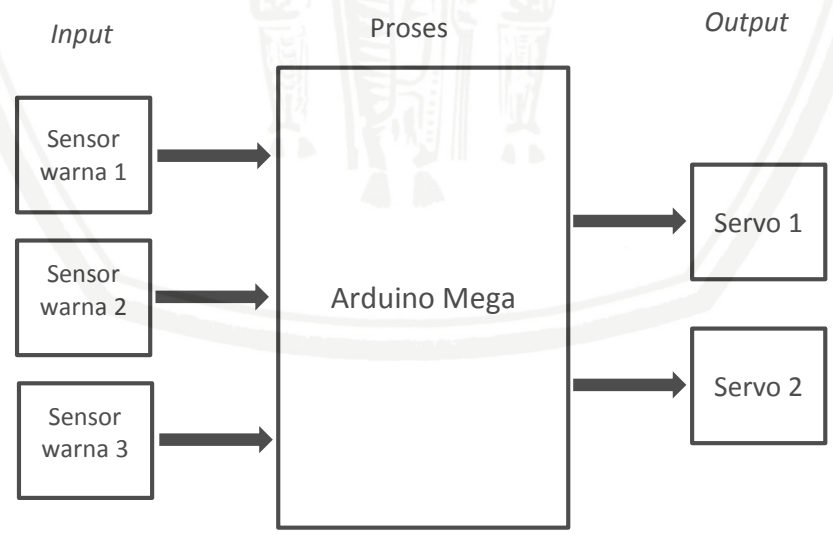
Dalam perancangan sistem pemilah buah tomat desain 2 dimensi seperti pada Gambar 5.2 dibuat dengan menggunakan program *microsoft word* yaitu dengan cara *insert shapes*. Pada Gambar 5.2 letak motor *stepper* berada di bagian belakang yang berfungsi untuk mendorong tomat kearah depan menuju sensor warna. Selanjutnya dibagian tengah terdapat tiga sensor warna yang berfungsi

untuk mendeteksi warna dari buah tomat. Kemudian didekat sensor warna terdapat motor servo pertama yang berfungsi sebagai buka tutup pintu agar tomat tidak menggelinding sebelum proses *sensing* selesai. Dan pada ujung sistem terdapat dua motor servo sebagai penggerak buka tutup jalur sesuai klasifikasi buah tomat.



**Gambar 5.2 Bentuk Sistem Dalam 2 Dimensi**

Perangkat keras dalam sistem ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk mengolah data, sensor warna TCS 3200 yang berfungsi untuk mengambil data berupa warna dari tomat, dan motor servo sebagai penggerak buka tutup pintu. Adapun blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 5.3.

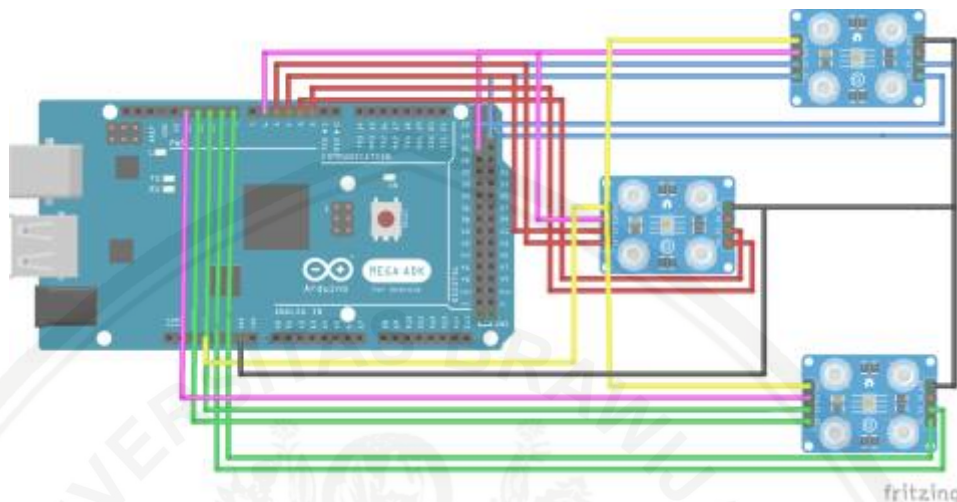


**Gambar 5.3 Blok Diagram Sistem**



### 5.1.1.1 Perancangan Rangkaian Sensor Warna TCS 3200

Sensor warna merupakan salah satu sensor yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor warna akan membaca warna dari buah tomat yang akan di cek tingkat kematangannya. Adapun perancangan rangkaiannya adalah sebagai berikut.



**Gambar 5.4 Rangkaian Sensor Warna TCS 3200**

Pada Gambar 5.4 terdapat tiga buah sensor warna yang digunakan pada sistem ini. Setiap sensor akan mengakuisisi data berupa warna dari buah tomat yang sedang diuji. Adapun pemetaan pin digital untuk sensor warna dapat dilihat pada Tabel 5.1.

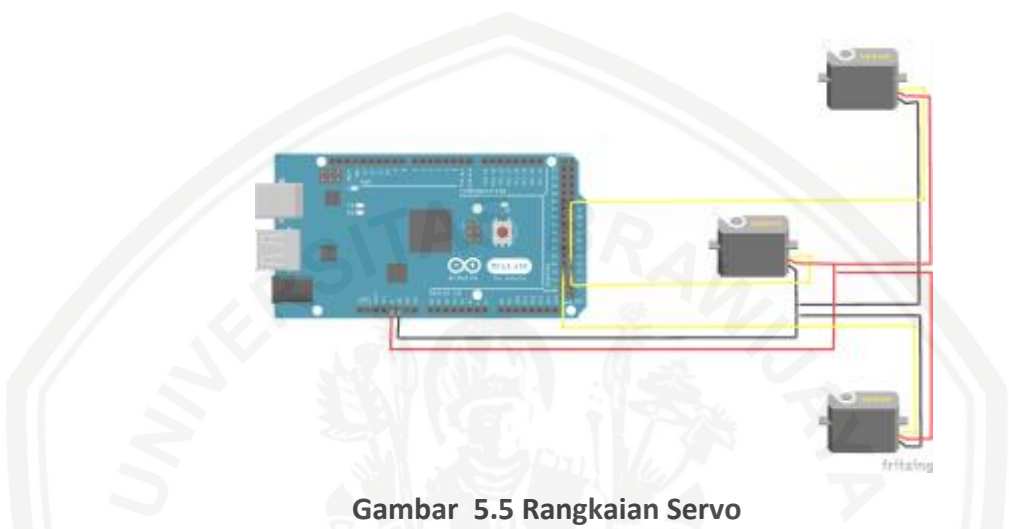
**Tabel 5.1 Penempatan Pin Sensor Pada Arduino Mega 2560**

Pin Pada Sensor TCS 3200	Pin Pada Arduino
VCC	5 V
GND	GND
S0_1	Pin Digital 22
S1_1	Pin Digital 23
S2_1	Pin Digital 24
S3_1	Pin Digital 25
OUT_1	Pin Digital 26
S0_2	Pin Digital 2
S1_2	Pin Digital 3
S2_2	Pin Digital 4
S3_2	Pin Digital 5
OUT_2	Pin Digital 6
S0_3	Pin Digital 8
S1_3	Pin Digital 9
S2_2	Pin Digital 10

Pin Pada Sensor TCS 3200	Pin Pada Arduino
S3_2	Pin Digital 11
OUT_2	Pin Digital 12

**5.1.1.2 Perancangan Rangkaian Servo**

Pada sistem ini servo digunakan sebagai aktuator untuk pembuka dan penutup pintu. Servo juga digunakan sebagai output sistem dimana servo akan terbuka sesuai dengan kondisi tomat yang dideteksi oleh sensor warna TCS 3200. Servo yang digunakan pada sistem ini sebanyak tiga buah servo.



**Gambar 5.5 Rangkaian Servo**

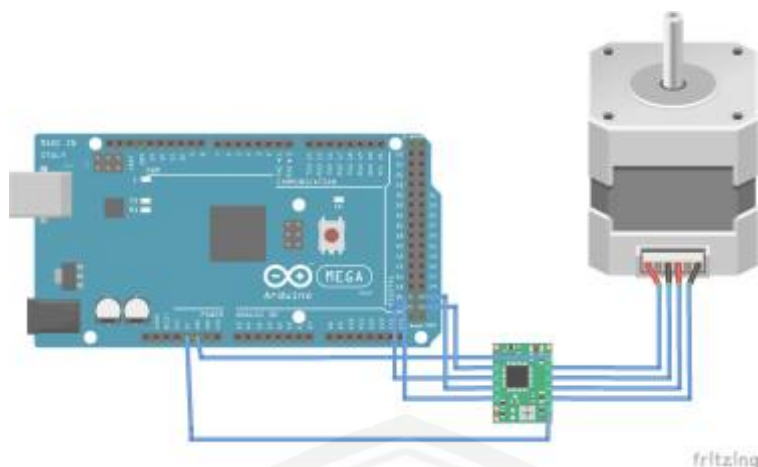
**Tabel 5.2 Keterangan Pin Motor Servo pada Arduino Mega 2560**

Pin Motor Servo	Pin Arduino Mega 2560
VCC	5V
Kontrol_1	Pin 47
Kontrol_2	Pin 48
Kontrol_3	Pin 49
GND	GND

Pada sistem ini terdapat tiga buah servo yang masing-masing pin kontrolnya dihubungkan pada pin digital 47, 48, 49 pada *arduino* kemudian untuk VCC dan *gorund* dihubungkan pada VCC dan *ground* yang ada pada *arduino*.

**5.1.1.3 Perancangan Rangkaian Motor Stepper**

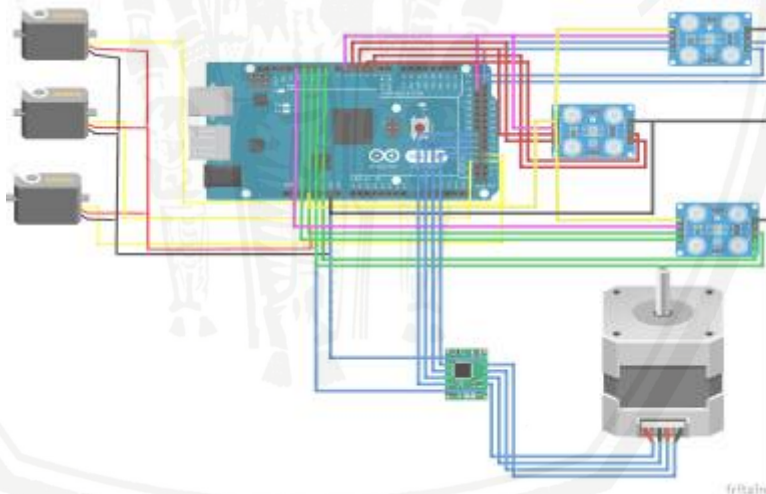
Motor stepper dalam sistem ini digunakan untuk mendorong tomat secara otomatis menuju sensor warna. Cara kerjanya adalah jika sistem dinyalakan maka secara otomatis motor stepper akan bergerak maju mendorong tomat yang sudah ada di dalam sistem. Adapun rangkaian motor stepper dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Perancangan Rangkaian Motor Stepper

#### 5.1.1.4 Perancangan Perangkat Keras Keseluruhan

Masing-masing perangkat keras yang sudah dirancang kemudian dirangkai menjadi satu bagian. Pada sistem ini menggunakan 3 sensor warna yang VCC dan groundnya telah dihubungkan menjadi satu. Demikian juga halnya dengan tiga motor servo yang digunakan pada sistem ini VCC dan groundnya juga dihubungkan menjadi satu pada *project board*. Rancangan perangkat keras secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.7.



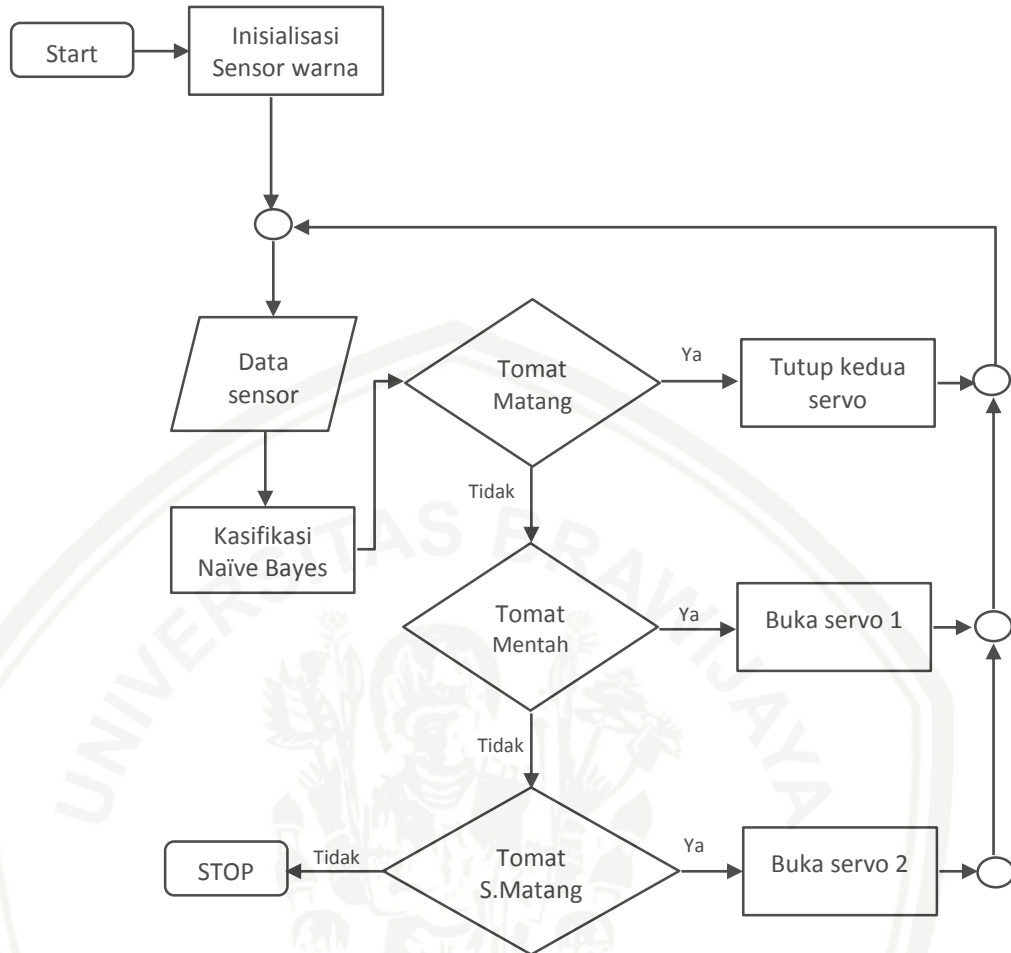
Gambar 5.7 Rangkaian Keseluruhan Sistem

#### 5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino IDE. Arduino IDE berfungsi sebagai pemroses kode program yang ditulis menggunakan metode *Bayes*. Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi dua bagian. Pada bagian pertama adalah perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler untuk mengambil data sensor, selanjutnya pada bagian kedua adalah perancangan klasifikasi menggunakan metode *Bayes*.



### 5.1.2.1 Perancangan Pengambilan Data Pada Sensor



**Gambar 5.8 Flowchart Alur Perancangan Sistem Sensor**

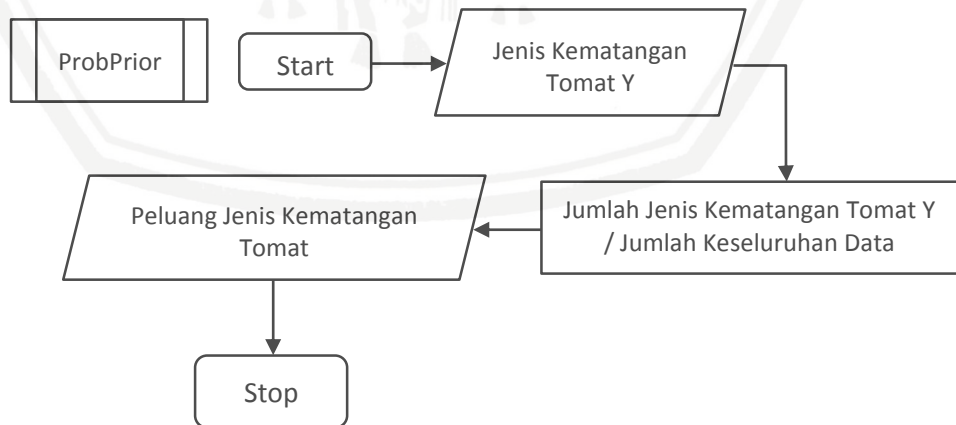
Pada Gambar 5.8 sistem diawali dengan inisialisasi color. Input sistem berupa data sensor yaitu nilai warna R, G, B. Nilai tersebut diolah dan diklasifikasikan menggunakan metode *Naive Bayes*. Hasil dari penghitungan berupa klasifikasi jenis tomat berdasarkan tingkat kematangannya, yaitu tomat mentah, tomat setengah matang dan tomat busuk. Jika hasil dari klasifikasi adalah tomat mentah maka servo 1 akan bergerak ke kanan dan akan mengalirkan tomat ke wadah kiri, jika hasil dari klasifikasi adalah tomat setengah matang maka servo 2 akan bergerak ke kiri dan akan mengalirkan tomat ke wadah kanan dan, jika hasil dari klasifikasi adalah tomat matang maka ke dua servo akan tertutup dan tomat secara otomatis akan menggeling lurus dan masuk ke wadah tengah.

### 5.1.3 Perancangan Klasifikasi Bayes



**Gambar 5.9 Flowchart Alur Perancangan Klasifikasi Naive Bayes**

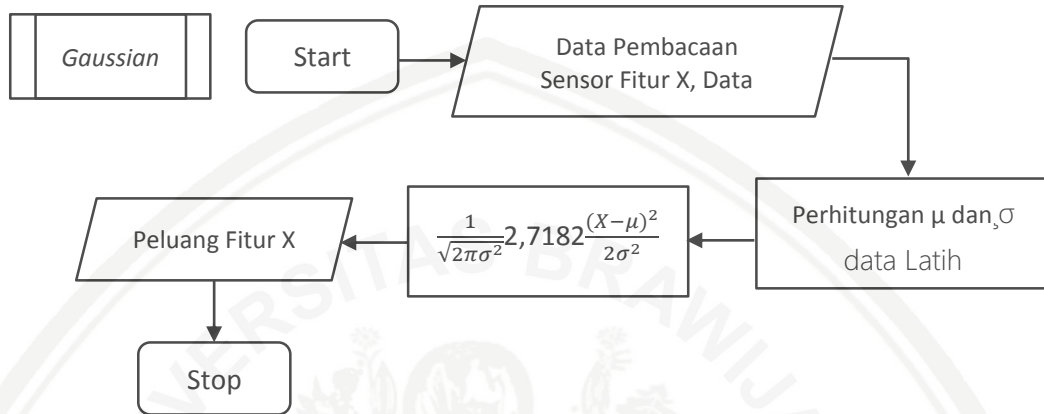
Dalam melakukan proses klasifikasi terdapat beberapa langkah yang dapat dilihat pada Gambar 5.9. Sistem dimulai ketika sensor membaca warna dengan fitur R, G, B. Ketiga nilai tersebut menjadi masukan awal sistem. Nilai sensor menjadi fitur-fitur yang mempengaruhi penentuan klasifikasi tingkat kematangan buah tomat. Selain data masukan hasil klasifikasi juga dipengaruhi oleh nilai data latih yang sudah di cari sebelumnya. Proses dimulai dari menentukan hasil dari fungsi ProbPrior, langkah kedua menentukan hasil dari dari fungsi Gaussian, selanjutnya menentukan hasil dari fungsi ProbPosterior, hasil dari penghitungan ketiga proses tersebut untuk menentukan hasil peluang tertinggi hingga didapatkan hasil klasifikasi tingkat kematangan buah tomat. Penjelasan dari fungsi probprior dapat dilihat pada Gambar 5.10.



**Gambar 5.10 Flowchart Alur Perancangan Fungsi ProbPrior**

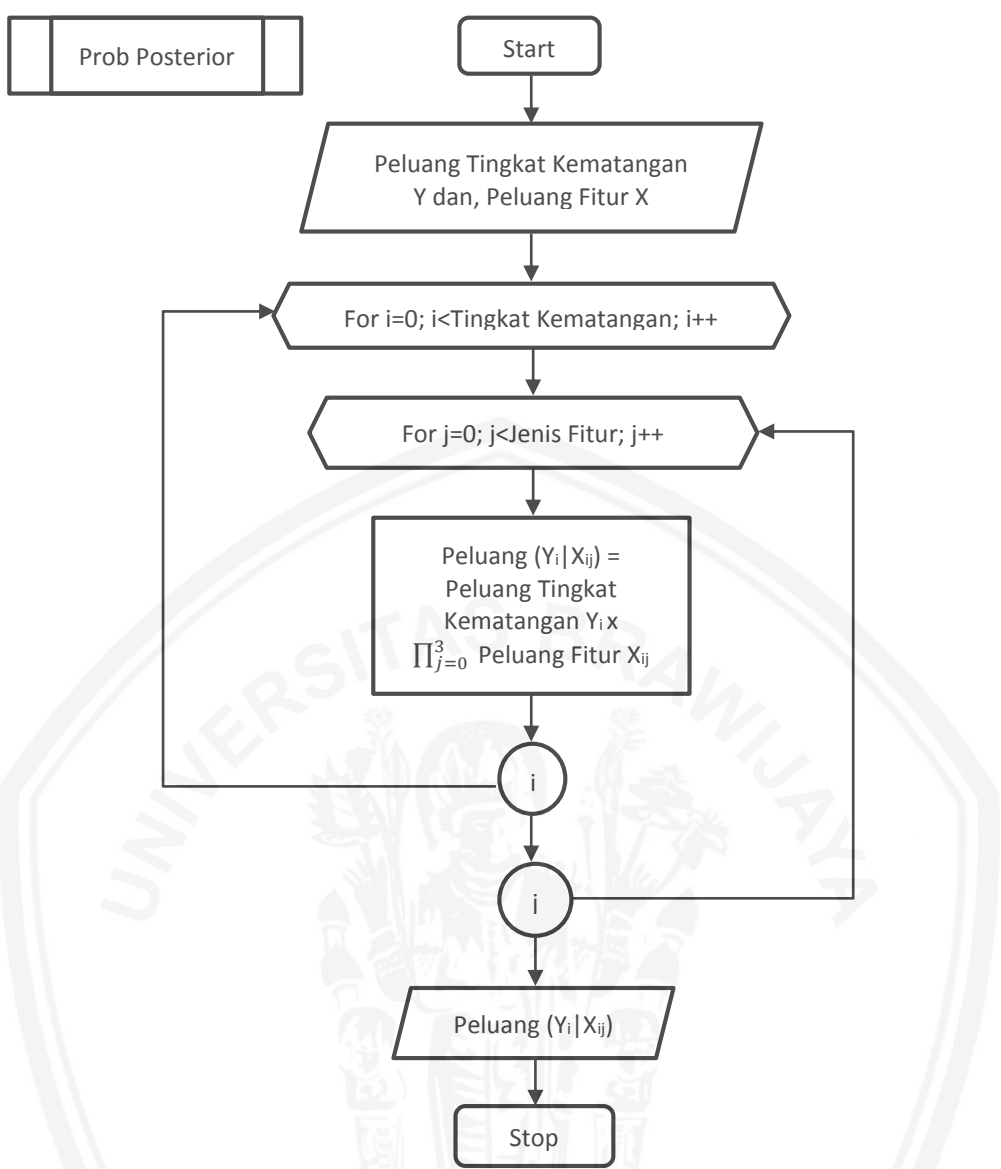


Langkah pertama yang dilakukan dalam mengkasifikasikan tingkat kematangan buah tomat dengan metode *Bayes* adalah menghitung nilai prior dari masing kelas kematangan. Nilai prior merupakan nilai peluang terjadinya suatu kelas dengan cara membagi banyaknya data dalam suatu kelas/*output* dengan jumlah keseluruhan data yang ada. Dalam sistem ini terdapat 3 jenis *output* yaitu mentah, setengah matang dan, matang. Data yang dilakukan perhitungan nilai prior adalah data latih. Langkah selanjutnya berupa mencari nilai *Gaussian* yang dapat dilihat pada Gambar 5.11.



**Gambar 5.11 Flowchart Alur Perancangan Fungsi Gaussian**

Tahap kedua dari perhitungan dengan menggunakan metode *Bayes* yaitu untuk menentukan nilai peluang dari masing-masing fitur. Dalam sistem ini terdapat 9 fitur R, G, B, diantaranya adalah fitur R1, G1, dan B1 dari sensor 1, fitur R2, G2, dan B2 dari sensor 2, dan fitur R3, G3, dan B3 dari sensor 3. Namun sebelum dapat menentukan nilai peluang dari masing-masing fitur, terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan mean dan standar deviasi dari data latih yang sudah ada menggunakan persamaan (2.4) dan persamaan (2.5). Pada sistem ini, data latih yang berupa nilai mean dan standar deviasi disimpan pada *Arduino Mega* untuk mempermudah dalam mengakses nilai dari data latih saat sistem dijalankan. Selanjutnya perhitungan *Gaussian* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.3) dimana nilai  $x$  adalah nilai fitur dari pembacaan sensor. Di dalam nilai  $x$  tersebut terdapat 9 fitur untuk dilakukan perhitungan. Fitur – fitur yang dibaca oleh sensor dan dilambangkan dengan nilai  $x$  diantaranya adalah R1, G1, B2, R2, G2, B2, R3, G3, dan B3. Adapun perhitungan Gaussian dengan fitur  $x$  dari hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada Gambar 5.12.



**Gambar 5.12 Flowchart Alur Perancangan Fungsi ProbPosterior**

Tahap selanjutnya adalah menentukan nilai dari peluang prob posterior, peluang posterior yaitu peluang untuk menentukan besarnya peluang masing-masing kelas yang terjadi ketika adanya masukan dari tiap fitur. Pada sistem ini yaitu untuk menentukan besarnya peluang masing-masing jenis tingkat kematangan buah tomat yang akan terjadi ketika adanya pembacaan nilai fitur dari sensor warna berupa R, G, dan B. Prosesnya yaitu dengan melakukan perkalian antara hasil dari fungsi ProbPrior dengan fungsi Gaussian.

Tahap akhir dalam pengklasifikasian dengan Naive Bayes ini adalah menentukan nilai peluang posterior yang tertinggi atau nilai maximal dengan cara membandingkan satu sama lain antar peluang posterior. Tingkat kematangan buah tomat dengan nilai peluang posterior paling tinggi merupakan hasil yang klasifikasi kematangan yang dideteksi oleh sistem.



Penghitungan manual metode naive bayes untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah tomat dapat dilihat pada contoh dibawah ini dengan Input data R1 = 62, G1 = 85, B1 = 87, R2 = 52 G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68 berdasarkan data latih pada lampiran.

1. Menghitung peluang dari masing-masing jenis klasifikasi tingkat kematangan buah tomat.

$$P_{\text{Mentah}} = \frac{\text{Jumlah Data Latih Mentah}}{\text{Jumlah Keseluruhan Data Latih}} = \frac{15}{45} = 0.33333$$

$$P_{\text{Setengah Matang}} = \frac{\text{Jumlah Data Latih Setengah Matang}}{\text{Jumlah Keseluruhan Data Latih}} = \frac{15}{45} = 0.33333$$

$$P_{\text{AyamKampung}} = \frac{\text{Jumlah Data Latih Matang}}{\text{Jumlah Keseluruhan Data Latih}} = \frac{15}{45} = 0.33333$$

2. Menghitung nilai mean dan standar deviasi dari masing – masing tingkat kematangan.

- Mean

$$\begin{aligned} \bar{x}_{R1(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai R1}} \\ &= \frac{62+49+49 \dots +52}{15} = \frac{782}{15} = 52.133 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_{G1(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai G1}} \\ &= \frac{85+72+71 \dots +71}{15} = \frac{1118}{15} = 74.533 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_{B1(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai B1}} \\ &= \frac{87+69+70 \dots +78}{15} = \frac{1114}{15} = 74.266 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_{R2(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai R2}} \\ &= \frac{52+50+47 \dots +50}{15} = \frac{732}{15} = 48.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_{G2(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai G2}} \\ &= \frac{70+68+62 \dots +66}{15} = \frac{973}{15} = 64.866 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_{B2(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai B2}} \\ &= \frac{62+61+56 \dots +60}{15} = \frac{878}{15} = 58.533 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{x}_{R3(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai R3}} \\ &= \frac{55+50+46 \dots +51}{15} = \frac{725}{15} = 48.433\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{x}_{G3(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai G3}} \\ &= \frac{75+70+66 \dots +69}{15} = \frac{981}{15} = 65.4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{x}_{B3(\text{Mentah})} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\text{Jumlah jenis Nilai B3}} \\ &= \frac{68+66+66 \dots +65}{15} = \frac{970}{15} = 64.666\end{aligned}$$

**Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Mean Secara Keseluruhan**

Mean	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3
Mentah	52,13	74,53	74,26	48,8	64,86	58,533	48,33	65,4	64,66
S. Matang	43,6	75,73	71,46	43,53	65,26	57,06	38,66	65,46	60
Matang	47,53	84,2	74,26	47,13	72	61	43,33	78	66,66

- Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma_{R1(\text{Mentah})} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{R1 \text{ Mentah}})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(62-52.13)^2 + (49-52.13)^2 + (49-52.13)^2 \dots + (52-52.13)^2}{15 - 1}} = 4,405624111\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{G1(\text{Mentah})} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{G1 \text{ Mentah}})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(85-74.53)^2 + (72-74.53)^2 + (71-74.53)^2 \dots + (71-74.53)^2}{15 - 1}} = 4,34028746\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{B1(\text{Mentah})} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{B1 \text{ Mentah}})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(87-74.26)^2 + (69-74.26)^2 + (70-74.26)^2 \dots + (78-74.26)^2}{15 - 1}} = 6,441679757\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{R2(\text{Mentah})} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{R2 \text{ Mentah}})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(52-48.8)^2 + (50-52.48.8)^2 + (47-48.8)^2 \dots + (50-48.8)^2}{15 - 1}} = 2,27407752\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{G2(\text{Mentah})} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{G2 \text{ Mentah}})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(70-64.86)^2 + (68-64.86)^2 + (62-64.86)^2 \dots + (66-64.86)^2}{15 - 1}} = 2,587515815\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{B2(\text{Mentah})} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{B2 \text{ Mentah}})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(62-58.53)^2 + (61-58.53)^2 + (56-58.53)^2 \dots + (60-58.53)^2}{15 - 1}} = 2,065591118\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sigma_{R3}(\text{Mentah}) &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{R3} \text{Mentah})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(55-48.33)^2 + (50-48.33)^2 + (46-48.33)^2 \dots + (51-48.33)^2}{15 - 1}} = 4,65474668 \\ \sigma_{G3}(\text{Mentah}) &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{G3} \text{Mentah})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(75-65.4)^2 + (70-65.4)^2 + (66-65.4)^2 \dots + (69-65.4)^2}{15 - 1}} = 6,10386295 \\ \sigma_{B3}(\text{Mentah}) &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Mentah}_i - \bar{x}_{B3} \text{Mentah})^2}{\text{Jumlah Sampel Mentah} - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(68-64.66)^2 + (66-64.66)^2 + (66-64.66)^2 \dots + (65-64.66)^2}{15 - 1}} = 4,450789122 \end{aligned}$$

**Tabel 5.4 Perhitungan Standar Deviasi Tingkat Kematangan Tomat**

Deviasi	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3
Mentah	4,40	4,34	6,44	2,27	2,58	2,06	4,65	6,10	4,45
S. Matang	3,41	5,00	6,40	2,85	3,80	2,96	6,73	13,39	13,68
Matang	5,98	17,78	16,27	2,72	4,55	3,66	6,86	15,42	13,18

3. Menghitung nilai gaussian dari masing-masing fitur (dengan input R1 = 62, G1 = 85, B1 = 87, R2 = 52, G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68).

$$\begin{aligned} P(R1=15 | \text{Mentah}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{R1}(\text{Mentah})^2}} e^{-\frac{(20-\mu_{R1}(\text{Mentah}))^2}{2\pi\sigma_{R1}(\text{Mentah})^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 4,405624111^2}} e^{-\frac{(15-52.13)^2}{2 \times 4,405624111^2}} = 0,058328082 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(R1=15 | \text{S. Matang}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{R1}(\text{S. Matang})^2}} e^{-\frac{(20-\mu_{R1}(\text{S. Matang}))^2}{2\pi\sigma_{R1}(\text{S. Matang})^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 3,418437404^2}} e^{-\frac{(15-43,6)^2}{2 \times 3,418437404^2}} = 0,0509847 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(R1=15 | \text{Matang}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{R1}(\text{Matang})^2}} e^{-\frac{(20-\mu_{R1}(\text{Matang}))^2}{2\pi\sigma_{R1}(\text{Matang})^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 5,986492733^2}} e^{-\frac{(15-47.53)^2}{2 \times 5,986492733^2}} = 0,066455079 \end{aligned}$$

**Tabel 5.5 Perhitungan Gaussian Tingkat Kematangan Tomat**

Gaussian	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3
Mentah	0,05	0,09	0,038	0,082	0,074	0,15	0,00	0,05	0,08
S. Matang	0,05	0,07	0,05	0,09	0,08	0,08	0,05	0,02	0,02
Matang	0,06	0,01	0,02	0,13	0,05	2,72	0,03	0,02	0,03

4. Menghitung nilai peluang posterior masing-masing tingkat kematangan tomat.

- $P(\text{Mentah} | R1 = 62, G1 = 85, B1 = 87, R2 = 52, G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68)$

$$= P_{\text{Mentah}} \times (R1 = 62 | \text{Mentah}) \times (G1 = 85 | \text{Mentah}) \times (B1 = 87 | \text{Mentah}) \times (R2 = 52 | \text{Mentah}) \times (G2 = 70 | \text{Mentah}) \times (B2 = 62 | \text{Mentah}) \times (R3 = 55 | \text{Mentah}) \times (G3 = 75 | \text{Mentah}) \times (B3 = 68 | \text{Mentah})$$

$$= 0,058328082 \times 0,091247901 \times 0,038593378 \times 0,082227081 \times 0,074082615 \times 0,150140346 \times 0,002562353 \times 0,054938922 \times 0,089405696$$

$$= 7,88143E-13$$

- $P(\text{S. Matang} | R1 = 62, G1 = 85, B1 = 87, R2 = 52, G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68)$

$$= P_{\text{S, Matang}} \times (R1 = 46 | \text{S. Matang}) \times (G1 = 74 | \text{S. Matang}) \times (B1 = 69 | \text{S. Matang}) \times (R2 = 46 | \text{S. Matang}) \times (G2 = 69 | \text{S. Matang}) \times (B2 = 60 | \text{S. Matang}) \times (R3 = 34 | \text{S. Matang}) \times (G3 = 63 | \text{S. Matang}) \times (B3 = 63 | \text{S. Matang})$$

$$= 0,050984661 \times 0,075066301 \times 0,053833191 \times 0,096273052 \times 0,081000151 \times 0,082502487 \times 0,054771773 \times 0,02877312 \times 0,027285086$$

$$= 1,89994E-12$$

- $P(\text{Matang} | R1 = 62, G1 = 85, B1 = 87, R2 = 52, G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68)$

$$= P_{\text{Matang}} \times (R1 = 47 | \text{Matang}) \times (G1 = 75 | \text{Matang}) \times (B1 = 68 | \text{Matang}) \times (R2 = 42 | \text{Matang}) \times (G2 = 64 | \text{Matang}) \times (B2 = 55 | \text{Matang}) \times (R3 = 39 | \text{Matang}) \times (G3 = 83 | \text{Matang}) \times (B3 = 72 | \text{Matang})$$

$$= 0,066455079 \times 0,019034354 \times 0,022765162 \times 0,134425744 \times 0,059587843 \times 2,72832E-70 \times 0,032852808 \times 0,021818689 \times 0,030014938$$

$$= 4,51326E-82$$

Pada hasil perhitungan peluang posterior diatas, jenis klasifikasi tingkat kematangan tomat yang mempunyai nilai peluang tertinggi adalah mentah, sehingga dapat disimpulkan bahwa tomat dengan  $R1 = 62, G1 = 85, B1 = 87, R2 = 52, G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68$



= 52 G2 = 70, B2 = 62, R3 = 55, G3 = 75, B3 = 68 termasuk ke dalam Kelas **Tomat Mentah**.

## 5.2 Implementasi sistem

Implementasi sistem merupakan tahap untuk merealisasikan pembuatan sistem berdasarkan semua perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada subbab ini menjelaskan satu per satu secara rinci terkait implementasi sistem yang dibuat baik dari segi implementasi perangkat keras maupun implementasi perangkat lunak.

### 5.2.1 Implementasi Desain Sistem

Implementasi desain sistem pemilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangan mengacu pada bab 5.1.1 yang telah dibuat sebelumnya. Hasil implementasi sistem beserta peletakan sistem sensor dapat dilihat pada Gambar 5.13.



**Gambar 5.13 Implementasi Desain Sistem**

Hasil dari implementasi sistem dapat dilihat pada Gambar 5.13, ketiga sensor warna diletakkan dalam suatu kotak dengan tiga sisi peletakan yaitu, sensor1 pada bagian kanan kotak, sensor2 pada bagian tengah kotak dan, sensor3 pada bagian kiri kotak. Motor servo dipasang pada bagian depan kotak yang berfungsi untuk membuka tutup pintu dan menahan tomat agar tidak jatuh sebelum proses komputasi selesai. Pada bagian bawah terdapat dua servo yang masing – masing akan bergerak sesuai dengan tingkat kematangan yang dideteksi oleh sensor dan telah di proses pada arduino mega. Jika tomat berwarna hijau maka servo1 akan bergerak kearah kiri dan akan mengalirkan tomat kearah kiri, jika tomat berwarna oranye atau kuning maka servo2 akan bergerak kekanan dan akan mengalirkan tomat ke wadah sebelah kanan dan, jika tomat berwarna merah

maka kedua servo akan diam dan tidak bergerak dan secara otomatis tomat akan lurus menuju wadah tomat matang.

## 5.2.2 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras pada sistem pemilah tomat terbagi menjadi implementasi rangkaian sensor warna, implementasi rangkaian servo dan, implementasi keseluruhan alat.

### 5.2.2.1 Implementasi Sensor Warna TCS3200

Dalam sistem ini peletakan ketiga sensor warna dijadikan satu dalam wadah kotak yang bisa dilihat pada Gambar 5.14. Peletakan sensor dalam wadah kotak berfungsi untuk meminimalisir cahaya yang masuk dari lingkungan sekitar dimana sistem berada.



Gambar 5.14 Implementasi Sensor Warna TCS3200

### 5.2.2.2 Implementasi Motor Servo

Dalam sistem pemilah buah tomat ini untuk membuka dan menutup jalur tomat menggunakan motor servo. Adapun jumlah motor servo yang digunakan sebanyak tiga buah motor servo.

Sebagai *output* dari sistem yang berfungsi untuk mengalirkan tomat ke wadah yang sesuai dengan tingkat kematangan maka implementasi motor servo dapat dilihat pada Gambar 5.15.



**Gambar 5.15 Implementasi Motor Servo**

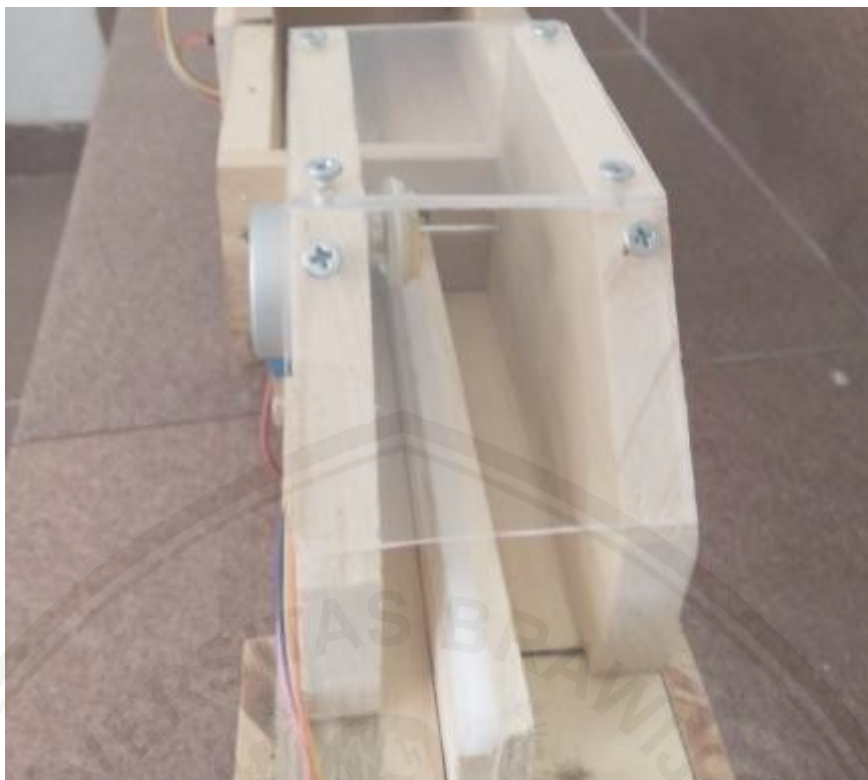
Servo digunakan untuk membuka dan menutup jalur tomat. Jika hasil *output* adalah tomat mentah maka servo 1 akan terbuka, jika hasil *output* adalah tomat setengah matang maka servo 2 akan terbuka dan, jika hasil *output* adalah tomat matang maka kedua servo akan tertutup dan tomat akan langsung lurus menuju wadah.

### 5.2.2.3 Implementasi Motor Stepper

Dalam sistem ini motor *stepper* digunakan untuk mendorong tomat agar tepat terdeteksi dibawah sensor. Implementasi motor stepper dari berbagai sisi dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan 5.17.



**Gambar 5.16 Motor Stepper Tampak Dari Samping Sistem**



**Gambar 5.17 Motor Stepper Tampak Dari Belakang Sistem**

Setelah tomat berada tepat pada sensor warna maka tingkat kematangannya akan dibaca oleh sensor warna. Kemudian Setelah pembacaan selesai motor *stepper* akan kembali bergerak maju sehingga tomat secara otomatis akan menggelinding menuju wadah sesuai dengan tingkat kematangannya.

### 5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak

Dalam melakukan implementasi perangkat lunak ini sepenuhnya proses pengkodean program dilakukan pada Arduino IDE 1.8.5 dimana diawal program dilakukan inisialisasi library yang digunakan untuk mempermudah pemrograman beberapa fungsi tertentu.

**Tabel 5.6 Library Yang Digunakan Pada Sistem**

Baris	Kode Program
1	<code>#include &lt;Stepper.h&gt;</code>
2	<code>#include &lt;math.h&gt;</code>
3	<code>#include &lt;Servo.h&gt;</code>
4	

Pada Tabel 5.6 dapat dilihat library apa saja yang dipakai dalam sistem yang dibuat. Adapun fungsi dari “<Stepper.h>” adalah untuk memanggil library motor stepper yang berfungsi sebagai pendorong tomat. Fungsi dari “<math.h>” adalah

untuk melakukan perhitungan matematika yang cukup kompleks. Selanjutnya adalah “<Servo.h>” yang berfungsi untuk memanggil library motor servo yang digunakan untuk buka tutup pintu pada wadah tomat.

### 5.2.3.1 Implementasi Pembacaan Sensor

Dalam sistem ini dibuat kode program motor servo yang digunakan untuk membuka dan menutup pintu pada kotak sensor serta buka tutup wadah dimana tomat yang telah dideteksi dialirka menurut tingkat kematangannya. Kode program motor servo dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Kode Program Motor Servo**

Baris	Kode Program
1	#include <Servo.h>
2	
3	Servo myservo;
4	
5	void setup()
6	{
7	myservo.attach(51);
8	myservo.write(95);
9	}
10	
11	void loop() {}

Inisialisasi pin untuk Servo dihubungkan dengan pin digital 51 pada Arduino. Pada baris 3, program diawali dengan membuat object dari library servo.h dengan nama myservo. Gerakan servo dapat diatur sedemikian rupa dengan memanggil fungsi myservo.write() yang dapat dilihat pada baris 8.

Adapun kode program untuk motor stepper dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

**Tabel 5.8 Kode Prgram Motor Stepper**

Baris	Kode Program
1	#include <Stepper.h>
2	#define STEPS 32
3	
4	steps and pins
5	Stepper stepper(STEPS, 50, 52, 51, 53);
6	
7	int val = 0;
8	
9	void setup() {
10	Serial.begin(9600);
11	stepper.setSpeed(1100);
12	}
13	
14	void loop() {
15	
16	if (Serial.available()>0)

Baris	Kode Program
17	{
18	val = Serial.parseInt();
19	stepper.step(val);
20	Serial.println(val);
21	}
22	}

Kecepatan putaran stepper dapat diatur dengan mengubah kode program pada baris ke-11

### 5.2.3.2 Implementasi Kode Program Naïve Bayes

Tahap implementasi kode program *Naive Bayes* dimaksudkan untuk merealisasikan kode program saat melakukan pengambilan keputusan mengenai tingkat kematangan buah tomat berdasarkan warna yang dideteksi oleh sensor warna TCS3200.

**Tabel 5.9 Kode Program Inisialisasi Variabel**

Baris	Kode Program
1	float gaussian[3][9];
2	float hasil[3];
3	float tertinggi = -1.000;
4	int index = 0;
5	int gauske = 0;

Berdasarkan Tabel 5.9 proses inisialisasi variabel dan tipe data yang digunakan untuk penghitungan metode Naive Bayes menggunakan inisialisasi sebagai variabel global agar dapat diakses oleh keseluruhan sistem. Pada baris ke-1 terdapat 3 masukan RGB dengan 9 fitur diantaranya R1, G1, B1, R2, G2, B2, R3, G3, B3. Kemudian pada baris ke-2 hasil keluaran sebanyak tiga kategori yaitu mentah, setengah matang dan matang. Kode program pada baris ke-3 adalah kode program untuk mencari nilai tertinggi dari tiga ketegori keluaran.

**Tabel 5.10 Kode Program Peluang Prior**

Baris	Kode Program
1	float pMentah = 0.333333333;
2	float pS.Matang = 0.333333333;
3	float pMatang = 0.333333333;;
4	float Mentah[2][9] = {{23.2, 34.73333333, 35.33333333,
5	30.73333333, 32.53333333, 30.6, 30.53333333, 30.6,
6	30.13333333},
7	{9.458178623, 13.35486357, 14.00850082, 9.580237595,
8	10.14795311, 9.627342016, 9.478296009, 9.552860454,
9	10.1620208}
10	};
11	;
12	float S.Matang[2][9] = {{38.8, 62.2, 61.46666667,

Baris	Kode Program
13	47.73333333, 53.4, 47.86666667, 48.53333333,
14	47.53333333, 48.33333333},
15	{5.226307082, 9.205588365, 9.470756997, 7.382089006,
16	9.038014953, 7.219682093, 6.978197339, 7.229568913,
17	6.841748593}
18	};
19	
20	float Matang[2][9] = {{41.93333333, 80.26666667,
21	70.33333333, 54, 63.33333333, 54.8, 55.06666667,
22	53.53333333, 55.06666667},
23	{4.008324671, 9.728211307, 8.524474568, 5.464169,
24	6.69399162, 5.942582411, 5.077494695, 4.778921974,
25	5.006662228}
26	};
27	

Metode Naive Bayes diawali dengan menentukan nilai peluang prior masing-masing tingkat kematangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.10. Pada kode program diatas baris ke-1 sampai ke-3 menerangkan nilai peluang untuk masing-masing tingkat kematangan. Nilai ini mengacu pada penghitungan dan jumlah data latih sebanyak 45 data. Sedangkan pada baris ke-5 sampai ke-27 menerangkan suatu variabel array yang mana tiap dimensi merepresentasikan nilai mean dan nilai standar deviasi dari masing-masing tingkat kematangan. Nilai ini digunakan untuk melakukan perhitungan fungsi gaussian().

**Tabel 5.11 Kode Program Perhitungan Gaussian**

Baris	Kode Program
1	void gaussian(float data_uji[9], float data_latih[2][9])
2	{
3	double d, e, f, g;
4	
5	for (int i = 0; i < 9; i++) {
6	d = 2 * 3.14 * (pow(data_latih[1][i], 2));
7	e = -((pow((data_uji[i] - data_latih[0][i]), 2)) / (2
8	* pow(data_latih[1][i], 2));
9	f = pow(2.718282, e);
10	g = 1 / sqrt(d);
11	gaussian[gauske][i] = f * g;
12	//cek nilai gaussian yang masuk
13	Serial.print("nilai gaussian ke-");
14	Serial.print(i);
15	Serial.print(" = ");
16	Serial.println(gaussian[gauske][i] * 1000);
17	}
18	gauske++;
19	}

Langkah pengimplementasian kode program selanjutnya yaitu untuk perhitungan gaussian. Berdasarkan Tabel 5.11 diatas Kode pemrograman fungsi gaussian di atas dijelaskan bahwa pada baris ke-1 merupakan inisialisasi fungsi

gaussian dengan parameter perhitungannya ditentukan oleh suatu variabel array berukuran 1x9 yang merepresentasikan nilai pembacaan sensor warna dengan nilai R pada index pertama, G pada index kedua, B pada index ketiga. Parameter lainnya adalah variabel array berukuran 2x9 yang merepresentasikan nilai hasil olahan data latih. Pada baris ke-2 menunjukkan inisialisasi variabel yang akan digunakan untuk menentukan rumus perhitungan. Lalu pada baris ke-4 hingga baris ke-11 menunjukkan proses perhitungan gaussian berdasarkan Persamaan (2.3) secara berulang-ulang hingga keseluruhan fitur dari pembacaan sensor didapatkan peluang gaussiannya masing-masing. Pada baris ke 13 sampai 16 kode untuk menampilkan hasil penghitungan pada serial monitor. Pada baris ke-18 melakukan iterasi sebanyak satu kali untuk variabel gauske.

**Tabel 5.12 Kode Program Perhitungan Tingkat Kematangan Tomat**

Baris	Kode Program
1	<code>void probPosterior(float prior, int i) {</code>
2	<code>  for (int j = 0; j &lt; 4; j++) {</code>
3	<code>    if (j == 0) {</code>
4	<code>      hasil[i] = (gaussian[i][j] * 1000);</code>
5	<code>    }</code>
6	<code>    else</code>
7	<code>    {</code>
8	<code>      hasil[i] = hasil[i] * (gaussian[i][j] * 1000);</code>
9	<code>    }</code>
10	<code>  }</code>
11	<code>  Serial.print("hasil peluang likelihood ke-");</code>
12	<code>  Serial.print(i);</code>
13	<code>  Serial.print(" = ");</code>
14	<code>  Serial.println(hasil[i]);</code>
15	<code>  hasil[i] = hasil[i] * prior;</code>
16	<code>  Serial.print("hasil peluang posterior ke-");</code>
17	<code>  Serial.print(i);</code>
18	<code>  Serial.print(" = ");</code>
19	<code>  Serial.println(hasil[i]);</code>
20	<code>}</code>
21	

Pada Tabel 5.12 di atas menunjukkan implementasi kode pemrograman untuk mendapatkan nilai hasil peluang tingkat kematangan tomat dari data yang diujikan. Pada baris ke-1 menunjukkan inisialisasi fungsi ProbPosterior dengan parameter perhitungannya adalah peluang dari masing-masing kematangan buah tomat dan nilai gaussian dari masing-masing fitur. Selanjutnya pada baris ke-2 hingga baris ke-10 menunjukkan perulangan untuk melakukan perkalian antar nilai gaussian keseluruhan fitur. Selanjutnya pada baris ke-9, hasil perkalian antar nilai gaussian keseluruhan fitur di kalikan lagi dengan peluang prior sehingga didapatkan nilai peluang posterior.



Tabel 5.13 Kode Program Perhitungan Naïve Bayes

Baris	Kode Program
1	void kesimpulan() {
2	for (int i = 0; i < 3; i++) {
3	if (i == 0) {
4	tertinggi = hasil[i];
5	index = i + 1;
6	} else if (tertinggi < hasil[i]) {
7	tertinggi = hasil[i];
8	index = i + 1;
9	}
10	}
11	Serial.print("Tertinggi = ");
12	Serial.println(tertinggi);
13	Serial.print("Index = ");
14	Serial.println(index);
15	pintu.write(90);
16	stepper.step(2000);
17	
18	if (index == 1) {
19	Serial.println("Mentah");
20	mentah.write(130);
21	delay(3000);
22	mentah.write(90);
23	}
24	else if (index == 2) {
25	Serial.println("Setengah Matang");
26	smatang.write(50);
27	delay(3000);
28	smatang.write(85);
29	}
30	
31	else if (index == 3) {
32	Serial.println("Matang");
33	}
34	delay(3000);
35	pintu.write(180);
36	
37	
38	gerak += 2000;
39	
40	delay(1000);
41	if (gerak == 8000) {
42	
43	stepper.step(-8000);
44	gerak = 0;
45	}
46	
47	}

Hasil akhir penghitungan naive bayes adalah dengan membandingkan antar nilai peluang posterior mana yang mempunyai nilai tertinggi seperti ditunjukkan pada Tabel 5.13. Terlihat pada baris ke-2 hingga baris ke-10 setiap

nilai peluang posterior dari tingkat kematangan dibandingkan, kemudian nilai yang tertinggi menandakan data uji tersebut termasuk kedalam peluang posterior yang di maksud. Selanjutnya baris ke-15 untuk membuka dan menutup pintu pada kotak sensor dan pada baris ke-16 untuk mengatur seberapa jauh motor stepper mendorong tomat ke depan. Kemudian pada baris ke-17 sampai baris ke-35 merupakan perbandingan posterior. Dan pada baris ke-38 sampai baris ke-44 merupakan kode program untuk pergerakan motor *stepper* agar *reset* seperti posisi awal.



## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas proses pengujian serta menganalisis hasil dari pengujian yang dilakukan berdasarkan sistem yang telah dibuat. Adapun tujuan dilakukannya pengujian ada untuk mengetahui apakah semua kebutuhan yang diharapkan telah terpenuhi oleh sistem. Proses pengujian yang dilakukan yakni berupa pengujian fungsional, dan pengujian sistem secara keseluruhan dimana pengujian fungsional yakni menguji fungsi dari perangkat keras dalam hal ini berupa sensor-sensor yang digunakan serta motor yang digunakan apakah dapat bekerja sesuai spesifikasinya. Sedangkan pengujian sistem secara keseluruhan yakni menguji seberapa akurat sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan dibandingkan nilai atau hasil yang sebenarnya, dan harapannya sistem dapat mengenali tingkat kematangan buah tomat dengan presentase diatas 75%. Berikut dijelaskan beberapa skenario pengujian yang dilakukan untuk menguji sistem mulai dari sensor – sensor pendukung, aktuator sistem dan pengujian secara keseluruhan.

### 6.1 Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui apakah keseluruhan sistem sudah berjalan sesuai dengan keinginan. Setiap komponen masukan dan keluaran akan diuji, diantaranya sensor warna, motor servo dan motor stepper.

#### 6.1.1 Pengujian Sensor Warna

Sensor warna merupakan salah satu komponen utama dalam sistem ini yang berfungsi untuk membaca nilai warna untuk nantinya diolah menjadi Klasifikasi *Bayes*.

##### 6.1.1.1 Tujuan pengujian

Pengujian ini untuk mengetahui apakah sistem dari sensor warna sudah berjalan sesuai dengan keinginan peneliti. Pengambilan data untuk Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali lalu dihitung nilai error yang dihasilkan.

##### 6.1.1.2 Prosedur pengujian

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino dengan power supply.
2. Meng-*upload* kode program untuk sensor warna.
3. Sistem diberikan tomat yang berbeda-beda tingkat kematangannya.
4. Mencatat nilai yang dihasilkan oleh sensor warna ketika diberi tomat yang berbeda warna atau tingkat kematangannya.
5. Membandingkan nilai sensor dengan nilai pada program *Paint*.
6. Perbandingan kedua nilai dapat dilakukan dengan cara seperti pada **Persamaan (6.1)** berikut :

$$\text{Presentase Error} = \frac{\text{Selisih Nilai Pembacaan}}{\text{Pembacaan Alat Ukur}} \times 100\% \quad (6.1)$$

Untuk menghitung nilai selisih dapat menggunakan **Persamaan (6.2)** berikut :

(6.2)

$$\text{Selisih Nilai Pembacaan} = |\text{Pembacaan Alat Ukur} - \text{Pembacaan Sensor}|$$

(Amani, 2017)

### 6.1.1.3 Hasil Pengujian



**Gambar 6.1** Pengujian Sensor Warna

Pegujian sensor warna dilakukan dengan cara menempatkan tiga buah tomat ke depan sensor warna. Prosedur penempatan buah tomat adalah dengan cara setiap satu sensor mendapatkan masing – masing tiga ketegori tomat yang berbeda tingkat kematangannya, begitu juga dengan sensor – sensor berikutnya. Masing – masing sensor akan mendapat kategori warna tomat yang berbeda yaitu tomat mentah yang berwarna hijau, tomat setengah matang yang berwarna kuning atau oranye dan, tomat matang yang berwarna merah. Setelah tomat ditempatkan ke depan sensor kemudian hal yang dilakukan adalah mencatat nilai yang dihasilkan oleh sensor. Setelah proses pencatatan nilai ketiga sensor selesai kemudian nilai tersebut akan dibandingkan dengan keluaran pada program *Paint* sesuai dengan warna tomat tersebut. Metode yang digunakan dalam program *Paint* adalah dengan cara memfoto masing – masing kategori tomat dan kemudian memasukkan foto tersebut kedalam program tersebut. Kemudian dengan menggunakan *tools “color picker”* maka dapat diketahui nilai R, G, B dari tomat tersebut. Adapun nilai dari pembacaan sensor dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Nilai pembacaan sensor

No	Nilai									Keterangan
	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3	
1	62	85	87	52	70	62	55	75	68	Hijau Muda
2	46	74	69	46	69	60	34	63	63	Kuning/Oranye
3	47	75	68	42	64	55	39	83	72	Merah

Dapat dilihat dari Tabel 6.1 bahwa masing – masing sensor memberikan nilai R, G, B yang berbeda – beda. Dan disebelah kanan tabel terdapat keterangan *user* mengenai warna asli buah tomat yang digunakan untuk pengujian ini. Foto asli dari keterangan *user* tersebut dapat dilihat dalam tabel perbandingan warna.

Setelah nilai pembacaan sensor diperoleh maka selanjutnya nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai yang ada di *Paint*. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Dengan menggunakan **Persamaan (6.1)** maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Nilai HEX Sensor Warna} = 3d5557_{HEX} = 4019543_{DEC}$$




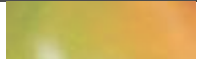











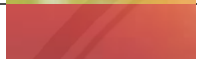











$$\text{Nilai HEX Alat Ukur} = 7fae1a_{HEX} = 8367642_{DEC}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Nilai Pembacaan} &= |\text{Pembacaan Alat Ukur} - \text{Pembacaan Sensor}| \\ &= 8367642 - 4019543 \\ &= 4348099 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase Error} &= \frac{\text{Selisih Nilai Pembacaan}}{\text{Pembacaan Alat Ukur}} \times 100\% \\ &= \frac{4348099}{8367642} \times 100\% \\ &= 0,51\% \end{aligned}$$

Perbandingan antara pembacaan sensor dengan pembacaan alat ukur berpua program *paint* telah dibuat dan dimasukkan dalam Tabel 6.2 agar dapat dibaca dan mudah untuk dipahami.

Tabel 6.2 Perbandingan Nilai Sensor Dengan Program Paint

No.	Warna Tomat	Pembacaan Sensor Ke – 1					Paint					Selisih Error		Error
		R	G	B	HEX	Warna	R	G	B	HEX	Warna	HEX	DEC	
1		62	85	87	#3d5557		128	174	26	#7fae1a		#4258C3	4348099	0,51%
2		46	74	69	#2e4a45		202	134	1	#ca8701		#9C3CBC	10239164	0,77%
3		47	75	68	#2f4b44		171	2	0	#ac0300		#7CB7BC	8173500	0,72%
No.	Warna Tomat	Pembacaan Sensor Ke – 2					Paint					Selisih Error		Error
		R	G	B	HEX	Warna	R	G	B	HEX	Warna	HEX	DEC	
1		52	70	62	#34463e		128	174	26	#7fae1a		#4B67DC	4941788	0,59%
2		46	69	60	#2e453c		202	134	1	#ca8701		#9C41C5	10240453	0,77%
3		42	64	55	#2a4037		171	2	0	#ac0300		#7DBDC4	8240580	0,73%
No.	Warna Tomat	Pembacaan Sensor Ke – 3					Paint					Selisih Error		Error
		R	G	B	HEX	Warna	R	G	B	HEX	Warna	HEX	DEC	
1		55	75	68	#374b44		128	174	26	#7fae1a		#4862D6	4743894	0,56%
2		34	63	63	#223f3f		202	134	1	#ca8701		#A847C2	11028418	0,83%
3		39	83	72	#275348		171	2	0	#ac0300		#84AFB8	8695736	0,77%
<b>Rata – Rata</b>													0,69%	

Adapun cara untuk menghitung rata – rata error adalah sebagai berikut :

$$\text{Rata – rata Error Sensor 1} = \frac{0,51\% + 0,77\% + 0,72\%}{3}$$

$$= 0,66\%$$

$$\text{Rata – rata Error Sensor 2} = \frac{0,59\% + 0,77\% + 0,73\%}{3}$$

$$= 0,69\%$$

$$\text{Rata – rata Error Sensor 3} = \frac{0,56\% + 0,83\% + 0,77\%}{3}$$

$$= 0,72\%$$

$$\text{Rata – rata Error Semua Sensor} = 0,69\%$$

Dari perhitungan *error* sensor tersebut diketahui bahwa rata – rata *error* sensor secara keseluruhan adalah 0,69%. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa ketiga sensor berfungsi dengan baik.

#### 6.1.1.4 Analisis pengujian

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat Sensor warna mampu membedakan berbagai macam tomat yang diberikan. Dalam pengujian ini dapat disimpulkan bahwa lingkungan operasi sistem berpengaruh terhadap pembacaan sensor warna.

#### 6.1.2 Pengujian Servo

Pada penelitian ini servo berfungsi untuk mengelompokkan hasil klasifikasi sistem pemilah tomat. Selain itu servo juga berfungsi sebagai buka tutup kotak pada sensor warna.

##### 6.1.2.1 Tujuan pengujian

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui apakah servo dapat berjalan sesuai yang diharapkan oleh peneliti.

##### 6.1.2.2 Prosedur pengujian

1. Menghubungkan Mikrokontroler yang telah dibuat dengan Power Supply.
2. Meng-*upload* kode program untuk servo.
3. Memberikan perintah kepada servo dengan sudut tertentu.
4. Mengamati pergerakan motor servo.

### 6.1.2.3 Hasil Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa motor servo dapat bergerak sesuai derajat yang ditentukan. Hasil dari pengujian servo dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Hasil Pengujian Motor Servo

### 6.1.2.4 Analisis Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap motor servo dapat disimpulkan bahwa motor servo dapat bergerak sesuai masukan pada kode program.

## 6.1.3 Pengujian Motor Stepper

### 6.1.3.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah motor stepper sudah berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan oleh peneliti.

### 6.1.3.2 Prosedur Pengujian

1. Menghubungkan mikrokontroler dengan *power supply*.
2. Mengupload kode program untuk *stepper*.
3. Memberikan perintah kepada *stepper* untuk bergerak maju dan *reset* ke posisi awal.

### 6.1.3.3 Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian motor *stepper* dapat dilihat pada Gambar 6.3 dan 6.4. Motor *stepper* dapat berjalan maju dan *reset* ke posisi awal.





Gambar 6.3 Motor Stepper Saat Bergerak Maju



Gambar 6.4 Motor Stepper Saat Reset

#### 6.1.3.4 Analisis Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap motor *stepper* dapat disimpulkan bahwa motor *stepper* dapat berfungsi dengan baik sesuai masukan yang diberikan.

## 6.2 Pengujian Akurasi Klasifikasi Bayes

Sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan ini mempunyai tujuan utama untuk dapat mengklasifikasikan tomat berdasarkan tingkat kematangan secara baik dan benar, oleh karena itu perlu diketahui tingkat keakuratan sistem dalam melakukan klasifikasi.

### 6.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk menentukan nilai akurasi penggunaan metode *Bayes* pada sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan.

### 6.2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian akurasi *Bayes* dilakukan adanya masukan 9 fitur berdasarkan pembacaan data sensor menggunakan rasio perbandingan antara data latih dan data uji yaitu 2:1. Penentuan proporsi data latih dan data uji dengan rasio 2:1 dikarenakan untuk mendapatkan akurasi semakin tinggi maka jumlah data latih harus lebih banyak minimal 2 kali lipat dari data uji (Adhieputra, 2010). Dimana dari jumlah data set sebanyak 60 data, 2/3 diantaranya dipilih secara acak untuk digunakan sebagai data latih yakni sebanyak 40 data dan 1/3 lainnya digunakan sebagai data uji yaitu sebanyak 20 data. Untuk menentukan nilai akurasi dari sistem yakni dengan membandingkan hasil klasifikasi buah tomat yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi buah tomat dengan penghitungan manual. Rumus menghitung nilai persentase akurasi dapat dilihat pada rumus 2.8.

### 6.2.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Akurasi Sistem

No	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3	Hasil Sistem	Hasil Manual	Status
1	62	85	87	52	70	62	55	75	68	Mentah	Mentah	Benar
2	49	72	69	50	68	61	50	70	66	Mentah	Mentah	Benar
3	49	71	70	47	62	56	46	66	66	Mentah	Mentah	Benar
4	50	77	78	46	63	57	47	66	66	Mentah	Mentah	Benar
5	50	70	65	50	66	58	51	68	53	Mentah	Mentah	Benar
6	49	72	69	45	61	55	40	55	61	Mentah	Mentah	Benar
7	46	74	69	46	69	60	34	63	63	S.Matang	S.Matang	Benar
8	41	76	75	43	63	56	43	68	63	S.Matang	S.Matang	Benar
9	41	88	87	49	73	64	50	76	69	S.Matang	S.Matang	Benar

No	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3	Hasil Sistem	Hasil Manual	Status
10	44	73	70	42	62	55	43	68	63	S.Matang	S.Matang	Benar
11	42	75	83	44	65	57	44	68	62	S.Matang	S.Matang	Benar
12	46	76	72	42	66	58	34	78	75	S.Matang	S.Matang	Benar
13	47	75	68	42	64	55	39	83	72	Matang	Matang	Benar
14	42	70	62	42	63	54	42	73	64	Matang	Matang	Benar
15	46	93	82	50	75	64	47	71	61	Matang	Matang	Benar
16	51	82	77	46	74	63	47	81	67	Matang	Matang	Benar
17	49	79	70	46	71	60	44	100	82	Matang	Matang	Benar
18	50	95	83	47	71	60	49	81	70	Matang	Matang	Benar

#### 6.2.4 Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 6.3 terlihat bahwa dari jumlah 18 data terdapat 0 hasil dari sistem yang tidak sesuai dengan kelas sebenarnya. Sehingga akurasi yang diperoleh Sistem Pemilah Tomat menggunakan metode *Naive Bayes* adalah sebesar 100%. Proses perhitungan akurasinya sebagai berikut:

$$\text{Nilai Persentase Akurasi} = \frac{18}{18} \times 100\% = 100\%$$

Dari Hasil pengujian yang telah dilakukan didapat akurasi penghitungan nilai persentase sebesar 100%.

### 6.3 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk menguji sistem secara keseluruhan. Baik dari segi fungsional maupun klasifikasi metode bayes.

#### 6.3.1 Tujuan Pengujian

Pengujian sistem secara keseluruhan diperlukan untuk mengetahui cara kerja sistem apakah sesuai dengan yang diharapkan dan dapat berjalan dengan baik.

#### 6.3.2 Prosedur Pengujian



Prosedur pengujian secara keseluruhan dimulai dengan mengupload kode program yang telah dibuat ke dalam arduino. Kemudian disiapkan beberapa data data uji yaitu tomat mentah, tomat setengah matang, dan tomat yang sudah matang. Kemudian tomat diletakkan ke dalam wadah alat dan secara otomatis sistem akan memilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangannya dari segi warna.





Hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian sistem secara keseluruhan adalah lingkungan operasi sistem harus sama dengan lingkungan operasi dimana saat data latih diambil. Lingkungan operasi sangat berpengaruh terhadap nilai pembacaan sensor warna. Jika lingkungan operasi sistem berbeda dengan saat pengambilan data latih maka *error* yang terjadi dalam sistem akan semakin tinggi. Nilai *error* terjadi karena cahaya yang diterima oleh sensor warna saat pengambilan data latih berbeda dengan cahaya yang diterima sensor saat pengujian dilakukan.

### 6.3.3 Hasil Pengujian



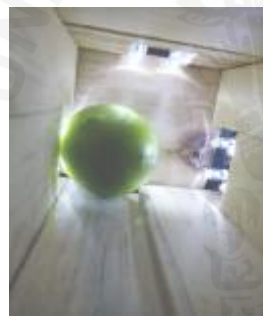
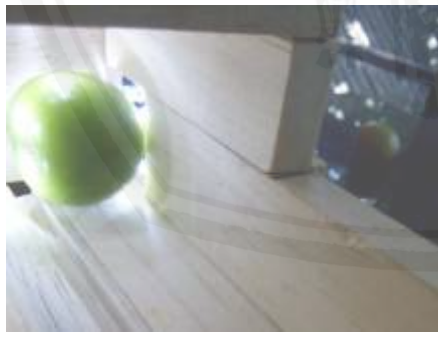
Setelah semua prosedur pengujian dilakukan dengan tepat dan benar maka selanjutnya akan dapat dilihat hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan. Dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan diketahui bahwa masih ada *error* yang terjadi pada sistem ini. *Error* dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya lingkungan sistem ditempatkan, *error* yang terjadi pada sensor, dan bahkan *error* yang terjadi pada klasifikasi *Bayes*. Adapun hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat dalam Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Hasil Pengujian Sistem Secara keseluruhan

No	Gambar Pengujian	Screenshot Hasil Klasifikasi	Keterangan Error
1		<pre> nilai gaussian ke-4 = 31.85 nilai gaussian ke-5 = 82.87 nilai gaussian ke-6 = 39.14 nilai gaussian ke-7 = 2.93 nilai gaussian ke-8 = 28.89 hasil peluang likelihood ke-0 = 22591.51 hasil peluang posterior ke-0 = 7530.50 hasil peluang likelihood ke-1 = 96620.20 hasil peluang posterior ke-1 = 32208.79 hasil peluang likelihood ke-2 = 1002396.25 hasil peluang posterior ke-2 = 667478.12 TestTime = 667478.12 Index = 3 Masing Waktu selasa : 831707 Waktu selesai : 1425 ms                     </pre>	Benar
2		<pre> nilai gaussian ke-4 = 70.30 nilai gaussian ke-5 = 82.07 nilai gaussian ke-6 = 40.40 nilai gaussian ke-7 = 3.31 nilai gaussian ke-8 = 29.44 hasil peluang likelihood ke-0 = 28014.17 hasil peluang posterior ke-0 = 2631.84 hasil peluang likelihood ke-1 = 155345.74 hasil peluang posterior ke-1 = 32544.29 hasil peluang likelihood ke-2 = 3022810.50 hasil peluang posterior ke-2 = 1046247.80 TestTime = 1071827.50 Index = 3 Masing Waktu selasa : 1090660 Waktu selesai : 1490 ms                     </pre>	Benar

<p>3</p>		<pre> nilai gaussian ke-1 = 86.69 nilai gaussian ke-5 = 87.58 nilai gaussian ke-6 = 87.18 nilai gaussian ke-7 = 9.22 nilai gaussian ke-8 = 21.23 hasil peluang likelihood ke-0 = 56866.94 hasil peluang posterior ke-0 = 10955.61 hasil peluang likelihood ke-1 = 66862.22 hasil peluang posterior ke-1 = 21662.76 hasil peluang likelihood ke-2 = 8002806.80 hasil peluang posterior ke-2 = 1067601.50 Tertinggi = 1887601.20 Index = 5 Mentang Waktu selasai : 1206400 Waktu komputasi : 1423 ms                     </pre>	<p>Benar</p>
<p>4</p>		<pre> nilai gaussian ke-8 = 2.35 nilai gaussian ke-4 = 0.54 nilai gaussian ke-5 = 2.72 nilai gaussian ke-9 = 49.50 nilai gaussian ke-7 = 1.21 nilai gaussian ke-8 = 26.38 hasil peluang likelihood ke-0 = 12.00 hasil peluang posterior ke-0 = 5.27 hasil peluang likelihood ke-1 = 67946.25 hasil peluang posterior ke-1 = 307453.01 hasil peluang likelihood ke-2 = 38426.49 hasil peluang posterior ke-2 = 9472.14 Tertinggi = 307453.01 Index = 2 Mentang Waktu selasai : 1051787 Waktu komputasi : 1418 ms                     </pre>	<p>Benar</p>
<p>5</p>		<pre> nilai gaussian ke-0 = 9.01 nilai gaussian ke-4 = 0.64 nilai gaussian ke-7 = 16.88 nilai gaussian ke-8 = 29.11 nilai gaussian ke-9 = 48.38 nilai gaussian ke-1 = 15.41 nilai gaussian ke-2 = 22.89 nilai gaussian ke-3 = 122.09 nilai gaussian ke-5 = 0.49 nilai gaussian ke-6 = 0.33 nilai gaussian ke-6 = 35.49 nilai gaussian ke-7 = 1.47 nilai gaussian ke-8 = 29.80 hasil peluang likelihood ke-0 = 1338418.00 hasil peluang posterior ke-0 = 1116130.10 hasil peluang likelihood ke-1 = 10664797.00 hasil peluang posterior ke-1 = 381184.76 hasil peluang likelihood ke-2 = 2810494.00 hasil peluang posterior ke-2 = 860382.88 Tertinggi = 1111613.10 Index = 1 Mentang Waktu selasai : 83878 Waktu komputasi : 1432 ms                     </pre>	<p>Error</p>
<p>6</p>		<pre> nilai gaussian ke-2 = 8.38 nilai gaussian ke-4 = 0.54 nilai gaussian ke-5 = 7.19 nilai gaussian ke-8 = 49.50 nilai gaussian ke-7 = 1.21 nilai gaussian ke-8 = 26.38 hasil peluang likelihood ke-0 = 227.01 hasil peluang posterior ke-0 = 75.68 hasil peluang likelihood ke-1 = 1111687.25 hasil peluang posterior ke-1 = 1111687.25 hasil peluang likelihood ke-2 = 75071.54 hasil peluang posterior ke-2 = 20123.83 Tertinggi = 1111687.25 Index = 2 Mentang Waktu selasai : 1414101 Waktu komputasi : 1426 ms                     </pre>	<p>Benar</p>



<p>7</p>		<pre> nilai gaussian ke-6 = 43.88 nilai gaussian ke-7 = 4.33 nilai gaussian ke-8 = 20.88 hasil peluang likelihood ke-0 = 0.00 hasil peluang posterior ke-0 = 0.00 hasil peluang likelihood ke-1 = 0.00 hasil peluang posterior ke-1 = 0.00 hasil peluang likelihood ke-2 = 1111111.42 hasil peluang posterior ke-2 = 879418.21 Terhitung = 070418.21 Index = 1 Mentah Waktu proses : 2195842 Waktu komputasi : 1404 ms                     </pre>	<p>Benar</p>
<p>8</p>		<pre> nilai gaussian ke-5 = 105.32 nilai gaussian ke-6 = 19.82 nilai gaussian ke-7 = 7.52 nilai gaussian ke-8 = 10.21 hasil peluang likelihood ke-0 = 2867494.00 hasil peluang posterior ke-0 = 2041834.00 hasil peluang likelihood ke-1 = 3407.72 hasil peluang posterior ke-1 = 1186.98 hasil peluang likelihood ke-2 = 1173406.25 hasil peluang posterior ke-2 = 221135.12 Terhitung = 889464.00 Index = 1 Mentah Waktu proses : 1404126 Waktu komputasi : 1432 ms                     </pre>	<p>Benar</p>
<p>9</p>		<pre> nilai gaussian ke-0 = 42.26 nilai gaussian ke-1 = 11.41 nilai gaussian ke-2 = 22.82 nilai gaussian ke-3 = 122.05 nilai gaussian ke-4 = 3.43 nilai gaussian ke-5 = 0.33 nilai gaussian ke-6 = 38.49 nilai gaussian ke-7 = 4.41 nilai gaussian ke-8 = 24.48 hasil peluang likelihood ke-0 = 14200416.00 hasil peluang posterior ke-0 = 110036.50 hasil peluang likelihood ke-1 = 1004707.00 hasil peluang posterior ke-1 = 101102.10 hasil peluang likelihood ke-2 = 205042.00 hasil peluang posterior ke-2 = 101100.40 Terhitung = 111032.10 Index = 1 Mentah Waktu proses : 25978 Waktu komputasi : 2039 ms                     </pre>	<p>Benar</p>
<p>10</p>		<pre> nilai gaussian ke-4 = 14.72 nilai gaussian ke-5 = 62.87 nilai gaussian ke-6 = 38.98 nilai gaussian ke-7 = 0.87 nilai gaussian ke-8 = 29.52 hasil peluang likelihood ke-0 = 10788336.00 hasil peluang posterior ke-0 = 850812.00 hasil peluang likelihood ke-1 = 4484.48 hasil peluang posterior ke-1 = 1162.31 hasil peluang likelihood ke-2 = 1788973.12 hasil peluang posterior ke-2 = 44884.51 Terhitung = 1146112.00 Index = 1 Mentah Waktu proses : 265473 Waktu komputasi : 1433 ms                     </pre>	<p>Benar</p>

6.3.4 Analisis Pengujian

Dari Tabel 6.4 dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik. Dan tingkat keakuratan sistem dapat dihitung dengan rumus.



$$\begin{aligned}\text{Nilai Persentase Akurasi Pengujian} &= \frac{\text{Jumlah Benar}}{\text{Jumlah Keseluruhan}} \times 100\% = \\ &= \frac{9}{10} \times 100\% = 90\%\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka tingkat keakuratan sistem sebesar 90%.



## BAB 7 PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan sistem pemilah tomat berdasarkan tingkat kematangan menggunakan tiga sensor warna sebagai pembaca warna dari buah tomat. Hal ini bertujuan agar proses pembacaan warna tidak hanya pada satu sisi saja tetapi dari tiga sisi yaitu sisi kiri, sisi atas dan sisi kanan. Kemudian motor servo ditempatkan pada ujung sistem sebagai pembuka dan penutup jalur wadah tomat. Sedangkan motor *stepper* diletakkan pada bagian awal sistem yang berfungsi sebagai pendorong tomat menuju sensor warna. Dari pengujian perangkat keras yang sudah berjalan dengan baik dan sesuai harapan maka dapat dikatakan bahwa sistem dapat mengklasifikasikan buah tomat berdasarkan tingkat kematangan secara otomatis.
2. Untuk menentukan tingkat kematangan dari tomat berdasarkan parameter warna maka dalam sistem ini penulis menggunakan metode *Bayes*. Sebelum dapat mengklasifikasikan maka perlu dilakukan pengambilan data latih. Penulis menggunakan 45 data latih. Dimana masing – masing kategori tingkat kematangan sebanyak 15 data latih. Dari hasil pengujian akurasi klasifikasi *Bayes* didapat nilai akurasi sebesar 100%. Dan metode *Bayes* yang digunakan dapat berjalan dengan baik sesuai yang diinginkan.
3. Merujuk pada pengujian yang dilakukan terhadap sensor warna diketahui bahwa nilai rata - rata *error* sensor secara keseluruhan adalah 3,35%. Dengan nilai *error* yang tidak terlalu besar maka dapat dikatakan bahwa sensor bekerja dengan baik dan normal. Kemudian dari pengujian motor servo dan motor *stepper* diketahui bahwa motor servo dan motor *stepper* dapat bergerak sesuai masukan. Dapat dikatakan bahwa motor servo dan motor *stepper* berfungsi dengan baik dan normal. Dari pengujian secara keseluruhan sistem berjalan dengan sangat baik. Dari 10 kali pengujian didapatkan hasil benar sebanyak 9 kali dan *error* sebanyak 1 kali. Dari hasil tersebut maka tingkat keakuratan sistem yaitu sebesar 90% tergantung dimana sistem tersebut diletakkan.

### 7.2 Saran

Terdapat beberapa saran agar sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut diantaranya:

1. Sistem yang dibuat kedepannya dapat melakukan pemilahan tomat secara otomatis pada berbagai macam lingkungan/*environment*.



2. Sistem yang dibuat memiliki skala 1:1 / membuat sistem dengan skala besar.
3. Untuk ke depannya sistem dapat dikembangkan menjadi sistem IOT (*Internet Of Things*).
4. Sistem dapat dikembangkan menggunakan parameter uji yang berbeda-beda.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amani, Rint Zata. 2017. *Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ135 Dengan Metode Naïve Bayes*. Universitas Brawijaya.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Tumbuhan Tomat*. [online] Tersedia di : <<https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/55>>[diakses tanggal 6 September 2017]
- Electronicwings. 2015. *Sensor & Modules*. [Online] Tersedia di : <http://www.electronicwings.com/sensors-modules/tcs3200-colour-sensor-module> [diakses tanggal 20 September 2018]
- Elektronics.2015. *Servo Motor*. [Online] Tersedia di : <<https://www.electronicshub.org/wp-content/uploads/2015/10/Working-Principle-of-DC-Servo-Motor.jpg>> [diakses tanggal 2 Agustus 2018]
- Elektronics.2015.*Servo Motor*. [Online] Tersedia di : <<https://www.electronicshub.org/servo-motors/>> [diakses tanggal 2 Agustus 2018]
- Elektronika. 2012. *Sensor Warna TCS3200*. [Online] Tersedia di : <http://elektronika-dasar.web.id/sensor-warna-tcs230/> [diakses tanggal 20 September 2018]
- Micropik. 2014. *Arduino Mega*. [Online] Tersedia di : <<http://www.micropik.com/PDF/SG90Servo.pdf>> [diakses tanggal 20 September 2018].
- Novianta, Muhammad Andang. 2009. *Alat Pendeteksi Warna Berdasarkan Warna Dasar Penyusun RGB Dengan Sensor TCS230 Colour Detector Device Based of Basic Composer RGB by TCS230 Censor*. Institut Sains Dan Teknologi.
- Partner3D. 2018. *Motor Stepper*. [Online] Tersedia di : <<http://www.partner3d.com/motor-stepper-pengertian-cara-kerja-dan-jenis-jenisnya/>> [diakses tanggal 20 Agustus 2018]
- Romadhon, Ahmad Sahru. Baihaqi, Jefry Rahmadhana. 2015. *Prototipe Alat Pemilah Jeruk Nipis Menggunakan Sensor Warna TC230*. Universitas Truojoyo Madura.
- Surobramantyo, Jagadlanang. 2016. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Sensor TGS 2620 dan TGS 2600 Berbasis Arduino*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

Thiang, Leonardus Indrotanoto. 2008. *Otomasi Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Dan Warna Menggunakan Webcam Sebagai Sensor*. Universitas Kristen Petra.

Yulias, Z. (2013). *Arduino Mega 2560*. [Online] Tersedia di : <http://blog.famosastudio.com/2013/09/produk/arduino-mega-2560/531> [diakses tanggal 24 Agustus 2018]

Zona Elektro. 2016. *Pengertian Motor Stepper*. [Online] Tersedia di : <http://zoniaelektro.net/motor-stepper/> [diakses tanggal 20 Agustus 2018]

