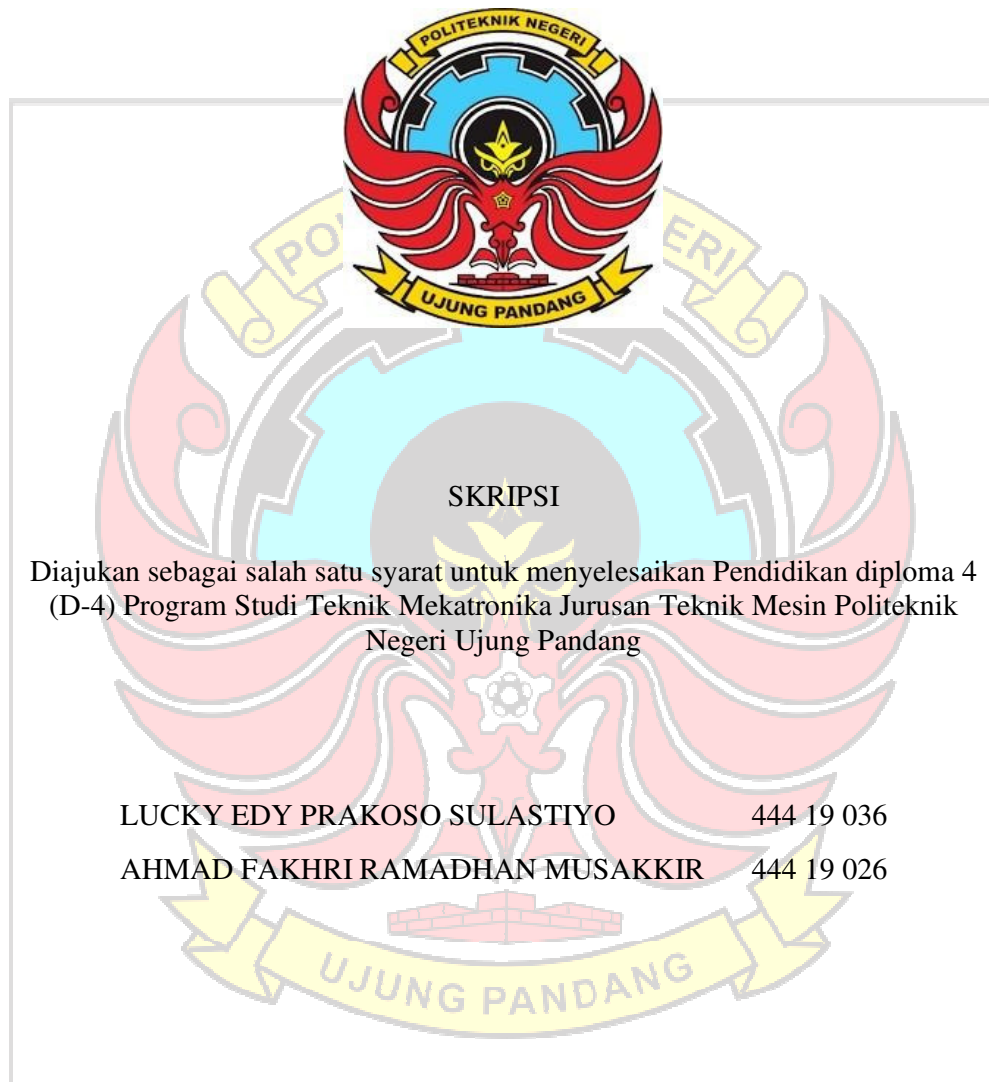


SISTEM SORTIR BUAH  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS*



PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2023

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini dengan judul “Sistem Sortir Buah Berbasis *Internet of Things*” oleh Ahmad Fakhri Ramadhan Musakkir NIM 44419026 dan Lucky Edy Prakoso Sulastiyo NIM 44419036 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 1 September 2023



Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003



Mukhtar, S.Pd., M.Eng.  
NIP. 19880525 201903 1 013

Mengetahui

Koordinator Program Studi



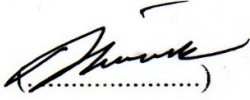

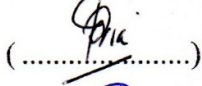
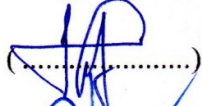
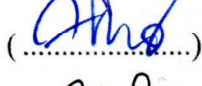

Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Senin tanggal 04 September 2023 , tim penguji seminar proposal telah menerima skripsi mahasiswa Ahmad Fakhri Ramadhan Musakkir NIM 444 19 026 dan Lucky Edy Prakoso Sulastiyono NIM 444 19 036 dengan judul “Sistem Sortir Buah Berbasis *Internet of Things*”

Makassar, 4 September 2023

Tim Ujian Sidang Skripsi :

- |    |                                    |            |   |
|----|------------------------------------|------------|---|
| 1. | Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.    | Ketua      |    |
| 2. | Ir. Lewi, M.T.                     | Sekretaris |   |
| 3. | Dr.Eng. Pria Gautama, S.T., M.T.   | Anggota    |  |
| 4. | Imran Habriansyah, S.ST., M.T.     | Anggota    |  |
| 5. | Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T. | Anggota    |  |
| 6. | Mukhtar, S.Pd., M.Eng.             | Anggota    |  |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi ini yang berjudul “Sistem Sortir Buah Berbasis *Internet of Things*” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

- Orang tua dan saudara penulis yang telah memberikan semangat serta doa.
- Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bapak Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika.
- Bapak Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan arahan baik di dalam maupun di luar lingkungan kampus.
- Bapak Mukhtar, S.Pd., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan arahan baik di dalam maupun di luar lingkungan kampus.
- Dosen dan tenaga pendidik Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah



banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.

- Rekan-rekan mahasiswa D4 Teknik Mekatronika 2019 yang senantiasa memberi bantuan, semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.



Makassar, 31 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

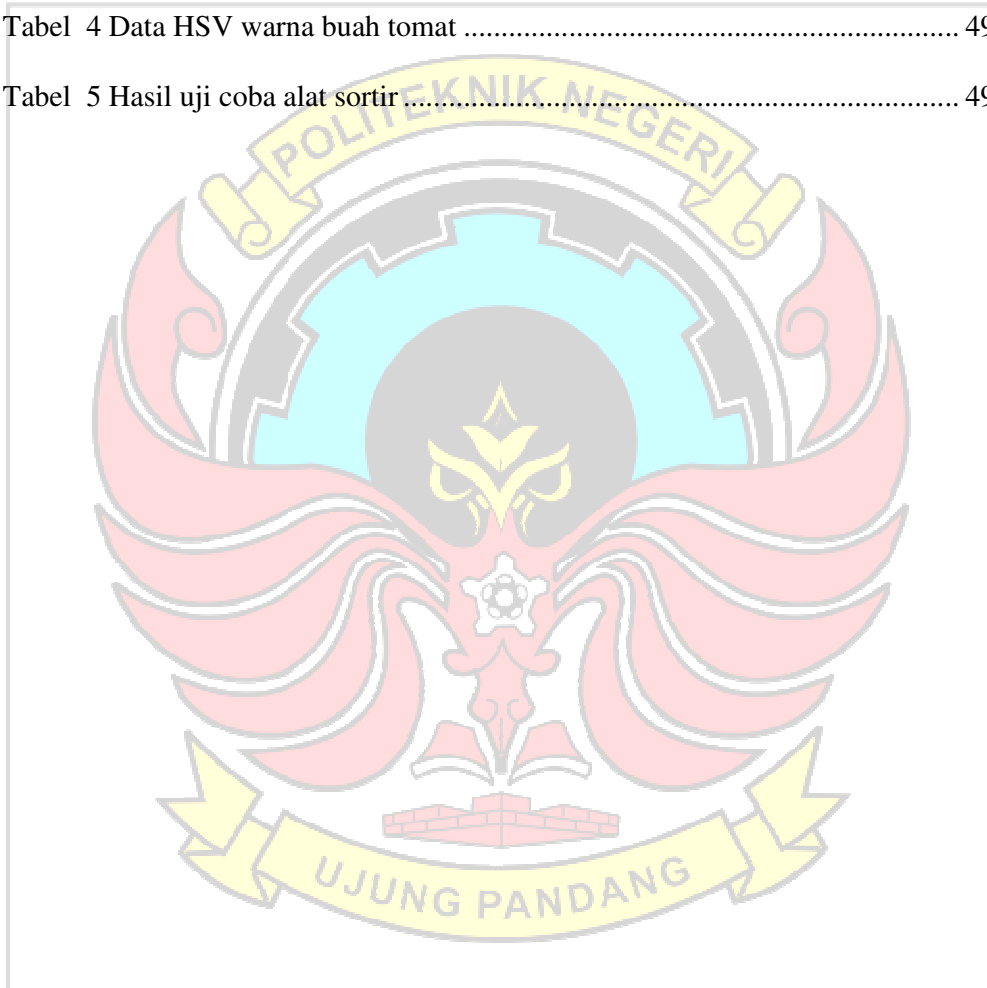
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
RINGKASAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tomat .....	5
2.2 Teknologi Sortir Buah.....	6
2.3 Hardware .....	7
2.4 Software .....	12
2.5 Pengolahan Citra (Image Processing) .....	18

2.6	Penelitian Sebelumnya.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Jadwal Penelitian.....	29
3.2	Alat dan Bahan.....	29
3.3	Prosedur / Langkah Kerja.....	30
3.4	Langkah-langkah Pengujian.....	32
3.5	Teknik Analisis Data.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Hasil Penelitian dan Eksperimen.....	36
4.2	Pembahasan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	54
LAMPIRAN.....		55
DAFTAR PUSTAKA.....		57



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Alat.....	29
Tabel 2 Bahan .....	29
Tabel 3 Hasil uji kecepatan conveyor .....	47
Tabel 4 Data HSV warna buah tomat .....	49
Tabel 5 Hasil uji coba alat sortir .....	49



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tomat Mentah .....	6
Gambar 2. 2 Tomat Matang .....	6
Gambar 2. 3 Raspberry Pi 3B+ .....	7
Gambar 2. 4 Servo MG966R .....	9
Gambar 2. 5 Webcam.....	12
Gambar 2. 6 Tampilan Arduino IDE .....	13
Gambar 2. 7 Tampilan VSCode.....	14
Gambar 2. 8 Tampilan Open CV .....	17
Gambar 2. 9 Representasi citra digital dalam 2 dimensi (Jähne Bernd, 2000) .....	18
Gambar 2. 10 Ruang Warna RGB.....	19
Gambar 2. 11 Ruang warna HSV.....	20
Gambar 2. 12 Penerapan Rekayasa Mesin Sortir.....	23
Gambar 2. 13 Perancangan Alat Penyortir Buah Otomatis Berbasis Arduino Uno .....	26
Gambar 2. 14 Rancang Bangun Alat Sortir Jeruk Nipis Berbasis Mikrokontroler .....	27
Gambar 2. 15 Mini Project Smart Conveyor .....	28
Gambar 3. 1 Diagram Skematik.....	32
Gambar 3. 2 Diagram Alir .....	34
Gambar 3. 3 Desain 3D alat sortir buah.....	35
Gambar 4. 1 Pemotongan Rangka Besi.....	36
Gambar 4. 2 Pengelasan Besi.....	37

Gambar 4. 3 Pemasangan Sproket .....	38
Gambar 4. 4 Pemasangan Belt Conveyor .....	38
Gambar 4. 5 Bucket Penampung buah.....	39
Gambar 4. 6 Pemasangan Short Transport.....	39
Gambar 4. 7 Hasil pekerjaan akhir mekanik.....	40
Gambar 4. 8 Persiapan Komponen.....	40
Gambar 4. 9 Pemasangan Kamera .....	41
Gambar 4. 10 Pemasangan Servo.....	41
Gambar 4. 11 Pemasangan Motor Stepper.....	42
Gambar 4. 12 Sistem Transmisi Roller .....	43
Gambar 4. 13 Mencari nilai HSV Buah Tomat.....	44
Gambar 4. 14 Program Pendeteksi Warna .....	45
Gambar 4. 15 Program Penggerak Aktuator.....	45
Gambar 4. 16 Kombinasi Program Aktuator dengan Pendeteksi Warna.....	46
Gambar 4. 17 Uji Coba Alat Sortir .....	47
Gambar 4. 18 Uji Coba Deteksi Warna Buah.....	48
Gambar 4. 19 Deteksi Warna Tomat.....	51
Gambar 4. 20 Hasil deteksi warna merah tomat dalam filter hitam putih .....	52
Gambar 4. 21 Pemberian Alamat Host pada Raspberry Pi .....	53
Gambar 4. 22 Pemberian Alamat Host di Smartphone .....	53
Gambar 4. 23 Konfigurasi Button MQTT Dashboard .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Alat .....	55
Lampiran 2 Lampiran Kegiatan Penelitian .....	56
Lampiran 3 Biodata Penulis .....	58
Lampiran 4 Artikel Ilmiah .....	59



# SISTEM SORTIR BUAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

## RINGKASAN

Buah merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting untuk masyarakat. Buah juga memberi kontribusi yang cukup baik untuk perekonomian Indonesia, terus bertumbuh positif. Merujuk data BPS, potensi dan peluang pasar industri buahbuahan terus meningkat, yang disebabkan oleh bertambahnya konsumen dan meningkatnya pendapatan serta kesadaran masyarakat akan gizi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alat yang berfungsi untuk melakukan penyortiran buah secara otomatis menggunakan aplikasi *Image Processing* serta menerapkan *Internet of Things (IoT)* pada monitoring alat penyortiran buah.

Tahap yang dilakukan adalah melakukan studi literatur, pemasangan komponen, dan *try and error*. Selanjutnya melakukan perancangan design *hardware* serta perancangan desain *software*. Setelah perancangan dilakukan, dilakukan uji coba yaitu pengecekan komponen mekanik, elektronik dan pengujian program. Hasil pengujian direkam dan dituliskan ke dalam laporan.

Dari penelitian ini, alat sortir dapat memisahkan buah tomat yang matang dan tomat mentah. Proses penyortiran dilakukan berdasarkan warna merah pada buah yang dideteksi oleh kamera. Dari hasil pengujian, alat ini memiliki persentase keberhasilan diatas 70%.

Kata kunci : *Internet of Things* , Tomat, Kamera.



# INTERNET OF THINGS BASED FRUIT SORTING SYSTEM

## SUMMARY

Fruit is one of the most important needs for society. Fruit also contributes quite well to the Indonesian economy, continuing to grow positively. Referring to BPS data, the potential and market opportunities of the fruit industry continue to increase, which is caused by increasing consumers and increasing income and public awareness of nutrition. This research aims to create a tool that functions to automatically sort fruit using Image Processing applications and apply the Internet of Things (IoT) to monitoring fruit sorting tools.

The stages carried out are conducting literature studies, component installation, and try and error. Furthermore, do hardware design and software design. After the design is carried out, trials are carried out, namely checking mechanical, electronic components and program testing. Test results are recorded and written into reports.

From this study, the sorting tool can separate ripe tomatoes and unripe tomatoes. The sorting process is carried out based on the red color of the fruit detected by the camera. From the test results, this tool has a success percentage above 70%.

Keywords: Internet of Things, Tomato, Camera.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Buah merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting untuk masyarakat. Buah memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin sehingga baik untuk kesehatan. Menurut Kemenkes, buah merupakan sumber berbagai vitamin (Vitamin A,B,B1,B6,C), mineral yang terkandung dalam buah berperan sebagai anti oksidan.

Buah juga memberi kontribusi yang cukup baik untuk perekonomian Indonesia, terus bertumbuh positif. Merujuk data BPS diketahui bahwa produksi buah-buahan nusantara terus mengalami peningkatan. Pada 2021 mencapai 25,96 juta ton atau mengalami peningkatan sebesar 5,4% dibandingkan produksi 2020 sejumlah 24,63 juta ton.

Potensi dan peluang pasar industri buah-buahan terus meningkat, yang disebabkan oleh bertambahnya konsumen dan meningkatnya pendapatan serta kesadaran masyarakat akan gizi. Hal ini menuntut tersedianya buah-buahan yang berkualitas baik dan mutu buah yang seragam.

Untuk menjaga kualitas buah, selain pembudidayaan yang baik juga diperlukan perlakuan pascapanen yang baik pula. Penanganan pasca panen yang kurang baik akan mempengaruhi mutu buah sehingga akan mempengaruhi harga jual. Salah satu tahapan kegiatan pascapanen yang cukup menentukan adalah penyortiran. Proses ini mencakup pemisahan produk berdasarkan satu atau beberapa kriteria misalnya berat, ukuran, warna dan sebagainya. Parameter warna

sangat menentukan mutu buah karena dapat menunjukkan tingkat kematangan buah dan daya tarik selera konsumen.

Penelitian telah dilakukan oleh Yultrisna dan Andi Syofian, hasil dari penelitian mereka didapatkan bahwa faktor yang mempengaruhi keberhasilan penyortiran adalah pencahayaan yang kurang baik dan settingan nilai *threshold* yang kurang tepat.

Selanjutnya dari penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Hanafie dan Syarifuddin Baco, didapatkan bahwa alat yang mereka buat memiliki keunggulan karena menggunakan *hopper* yang akan mengeluarkan buah dengan teratur sehingga meminimalisir kesalahan dalam proses deteksi warna buah.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Randi Ariansyah, didapatkan kesimpulan bahwa penyortiran berhasil sesuai dengan yang direncanakan, namun bentuk fisik dari alat masih perlu dikembangkan, perlu adanya pelindung bagian samping dari alat, agar buah tidak terjatuh.

Selanjutnya *Mini Project Smart Conveyor*, masih melakukan penyortiran buah berdasarkan ukuran, belum berdasarkan warna.

Kesimpulan yang kami dapatkan adalah, dari semua alat, hanya beberapa yang menerapkan sistem *Image Processing* dan juga *Internet of Things*, dan penyortiran buah pada masing-masing alat terbatas pada warna ataupun ukuran.

Maka dari hasil kajian tersebut, kami menggabungkan seluruh sistem kerja dan juga sistem penyortiran kedalam satu alat yang kemudian kami jadikan judul penelitian.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat suatu alat yang berfungsi untuk melakukan penyortiran buah secara otomatis menggunakan aplikasi *Image Processing*?
2. Bagaimana menerapkan *Internet of Things (IoT)* pada monitoring alat penyortiran buah tersebut?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk lebih memudahkan dalam melakukan analisa data dan menghindari pembahasan yang lebih jauh maka penulis membatasi pembahasan yaitu:

1. Buah yang digunakan pada penelitian ini adalah buah tomat
2. Penyortiran kematangan dilakukan berdasarkan warna tomat
3. *Internet of Things* berfungsi untuk monitoring alat sortir

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat suatu alat yang berfungsi untuk melakukan penyortiran buah secara otomatis menggunakan aplikasi *Image Processing*
2. Menerapkan *Internet of Things (IoT)* pada monitoring alat penyortiran buah

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan adalah :

1. Membantu petani dalam melakukan penyortiran yang akurat
2. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan kepada penulis dalam penerapan ilmu
3. Menjadi referensi untuk penelitian kedepannya



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tomat

Tomat merupakan salah satu komoditas pertanian unggulan karena tomat memiliki kandungan gizi yang baik. Buah tomat sering disajikan bersama dengan makanan pokok ataupun dikonsumsi sendiri sehingga sangat digemari dan dibutuhkan oleh masyarakat. Kegemaran masyarakat dalam mengkonsumsi buah tomat menyebabkan permintaan tinggi terhadap tomat di pasaran.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi Tomat di Sulawesi Selatan Sendiri tahun 2021 (data terbaru), mencapai 604,349 Kuintal. Sedangkan data Produksi Tomat di Indonesia tahun 2021 mencapai 1,11 Juta Ton. Hal ini menuntut tersedianya buah tomat yang berkualitas baik dengan kualitas mutu yang seragam. Pembudidayaan yang baik akan menghasilkan kualitas tomat yang baik.

Untuk buah tomat matang berwarna merah lebih dikhususkan ke pemasaran jarak dekat sedangkan untuk buah tomat yang belum matang berwarna hijau lebih dikhususkan ke pemasaran jarak jauh. Penentuan jarak pasar yang cocok bertujuan agar terhindarnya pembusukan pada buah tomat. Maka dari itu, diperlukan sistem penyortiran yang lebih efisien agar kesalahan dalam penjualan dan distribusi tomat dapat di minimalisir. Berdasarkan warna dari buah tomat, kematangan dapat diklasifikasikan menjadi, buah tomat mentah dan buah tomat matang.

Buah tomat mentah adalah buah tomat yang masih berwarna hijau muda dan tidak jarang ada yang berwarna oranye muda. Buah tomat yang masih muda memiliki masih mengandung zat *lycopersicin* yang berbentuk lendir. Buah tomat mentah dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Tomat Mentah  
(Sumber : halosehat.com)

Buah tomat yang sudah matang berwarna merah. Rasanya juga akan berubah menjadi manis agak asam yang menjadi ciri khas kelezatan buah tomat. Buah tomat matang dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Tomat Matang  
(Sumber : reddit.com)

## 2.2 Teknologi Sortir Buah

Kemajuan teknologi di dunia industri semakin mengarah kepada kajian sistem kendali dan otomasi produksi. Salah satu bagian terpenting pada produksi adalah sistem penyortiran barang seperti penyortiran pada buah-buahan.

Perkembangan metode pengolahan citra telah banyak digunakan dalam bidang pertanian, khususnya dalam proses sortasi hasil pertanian. Pengolahan citra dilakukan dengan memasukkan algoritma yang disusun berdasarkan parameter yang digunakan dan melakukan pengolahan pada satu citra ke citra lainnya.

Proses sortasi memungkinkan identifikasi buah berdasarkan ciri warna dengan bantuan komputer. Prinsipnya dilakukan dengan pengamatan visual secara tidak langsung dengan menggunakan kamera sebagai pengolah citra dari gambar warna kematangan yang diolah dengan menggunakan Mikrokomputer.

### 2.3 Hardware

Alat Sortir Otomatis ini memiliki beberapa perangkat keras (*hardware*) yang menunjang kinerja dari keseluruhan sistem. Perangkat keras yang dibutuhkan adalah Raspberry Pi 3B+, Raspberry Pi Camera, Servo MG966R, Motor Stepper Nema 23, TB6600, Power Supply 24V, Adapter DA-15E05, LM2596.

#### 2.3.1 Raspberry Pi 3B+

Raspberry Pi sering disingkat dengan nama *Raspi* adalah komputer papan tunggal (*Single-board circuit; SBC*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi.



Gambar 2. 3 Raspberry Pi 3B+  
(Sumber : Adafruit.com)



Raspberry Pi 3B+ merupakan produk terbaru dari versi 3, versi ini memiliki 1 CPU core, 4 port USB, slot kartu micro SD, dan konsumsi daya yang rendah.

Berikut Spesifikasinya ;

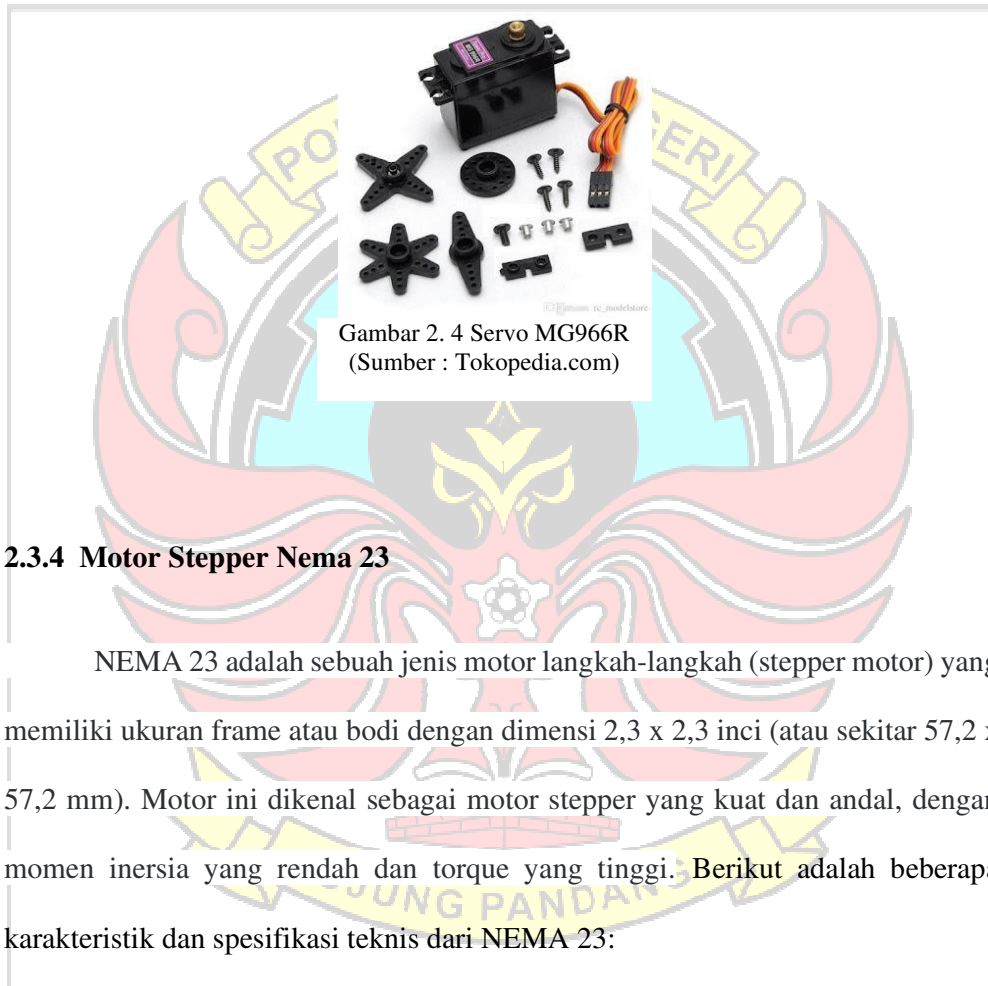
- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz.
- 1GB LPDDR2 SDRAM.
- 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE.
- Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps)
- Extended 40-pin GPIO header.
- Full-size HDMI.
- 4 USB 2.0 ports.

### 2.3.3 Servo MG966R

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

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih cepat menangani arus yang tinggi atau beban berat sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo, yaitu motor servo rotation 180° dan servo rotation countinuous.

Motor servo standart (servo rotation 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putaran hanya setengah lingkaran atau 180°.



#### 2.3.4 Motor Stepper Nema 23

NEMA 23 adalah sebuah jenis motor langkah-langkah (stepper motor) yang memiliki ukuran frame atau bodi dengan dimensi 2,3 x 2,3 inci (atau sekitar 57,2 x 57,2 mm). Motor ini dikenal sebagai motor stepper yang kuat dan andal, dengan momen inersia yang rendah dan torque yang tinggi. Berikut adalah beberapa karakteristik dan spesifikasi teknis dari NEMA 23:

1. Jumlah langkah per putaran (step per revolution): NEMA 23 umumnya tersedia dalam dua varian, yaitu 1,8 derajat per langkah (200 langkah per putaran) dan 0,9 derajat per langkah (400 langkah per putaran).

2. Torsi (torque): NEMA 23 dapat menghasilkan torsi yang tinggi, tergantung pada jenis dan model motor yang digunakan. Torsi yang dihasilkan dapat bervariasi antara 0,3 hingga 3 Nm.
3. Arus: NEMA 23 umumnya membutuhkan arus sekitar 2 hingga 3 A saat dioperasikan.
4. Tegangan: Tegangan yang digunakan pada NEMA 23 bervariasi antara 12 hingga 48 V DC, tergantung pada model motor yang digunakan.
5. Kecepatan: NEMA 23 dapat berputar dengan kecepatan antara 100 hingga 300 rpm, tergantung pada jenis motor dan konfigurasi sistem yang digunakan.
6. Akurasi posisi yang tinggi: Stepper NEMA 23 dapat menggerakkan poros dengan presisi tinggi karena dapat mengatur posisi sudutnya dengan langkah-langkah yang terukur.
7. Tersedia dalam berbagai varian: NEMA 23 tersedia dalam berbagai varian, termasuk varian dengan jumlah langkah per putaran yang berbeda, seperti 1,8 derajat per langkah (200 langkah per putaran) dan 0,9 derajat per langkah (400 langkah per putaran).
8. Cocok untuk aplikasi industri: Steppermotor NEMA 23 cocok untuk digunakan pada aplikasi industri seperti pada mesin CNC, robotika, dan sistem kontrol gerak lainnya karena kemampuannya untuk menggerakkan beban yang berat dan membutuhkan akurasi posisi yang tinggi.
9. Bahan: Bodinya terbuat dari bahan aluminium atau besi cor.

Rumus Torsi Motor Stepper :

$$T = (F \times L) / (2 \times \pi \times r)$$

Keterangan :

- T = Torsi motor conveyer (Nm)
- F = Berat beban (kg)
- L = Panjang conveyer (m)
- pi = Konstanta (3,14)
- r = Jari-jari pulley (m)

Rumus Kecepatan Conveyer :

$$V = S/t$$

Keterangan :

- V = Kecepatan conveyer (m/s)
- S = Jarak yang ditempuh (m)
- t = Waktu yang dibutuhkan (s)

### 2.3.5 Webcam

Webcam disebut pula 'web camera' adalah perangkat keras komputer yang berbentuk kamera digital dan dihubungkan ke laptop ataupun komputer. Kemampuannya sama seperti kamera digital lainnya, mengambil gambar, merekam video. Hanya saja, webcam dilengkapi pula dengan kemampuan merekam dan mengambil gambar secara live.



Gambar 2. 5 Webcam  
(Sumber : Lazada.co.id)

## 2.4 Software

Untuk menunjang keberhasilan dari Alat Sortir Otomatis ini, diperlukan perangkat lunak (*Software*) yang dibuat dengan matang, agar tidak menimbulkan kekeliruan ketika menggunakan alat.

### 2.4.1 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) ialah *software* yang dipakai untuk membuat, mengedit suatu kode program, memverifikasi, dan mengunggah kode program ke arduino. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri.

Arduino IDE terdiri dari teks editor untuk membuat, dan mengedit code program, area pesan, console teks, dan tool bar serta tombol – tombol dengan fungsi umum. Program yang dibuat menggunakan *software* Arduino IDE dinamai sketch



```
File Edit Sketch Tools Help
DIMMER_DHT_RA_NEW_2022_01_18

#include <ESP8266WiFi.h> // Header file f
#include <BlynkSimpleEsp8266.h> // header file for
#include <RBDdimmer.h> //
#include <DHT.h>

#define zerocross D5
#define outputPin D7
// #define RELAY_LAMPU_PIN D7
#define RELAY_KIPAS_PIN D6
#define DHTPIN D4 // Arduino pin connecte
#define DHTTYPE DHT22

char auth[] = "EOgaHC0bnstMEG91xjYgNYxu56DUaAch";
char ssid[] = "pdigma";

Done Saving
```

Gambar 2. 6 Tampilan Arduino IDE

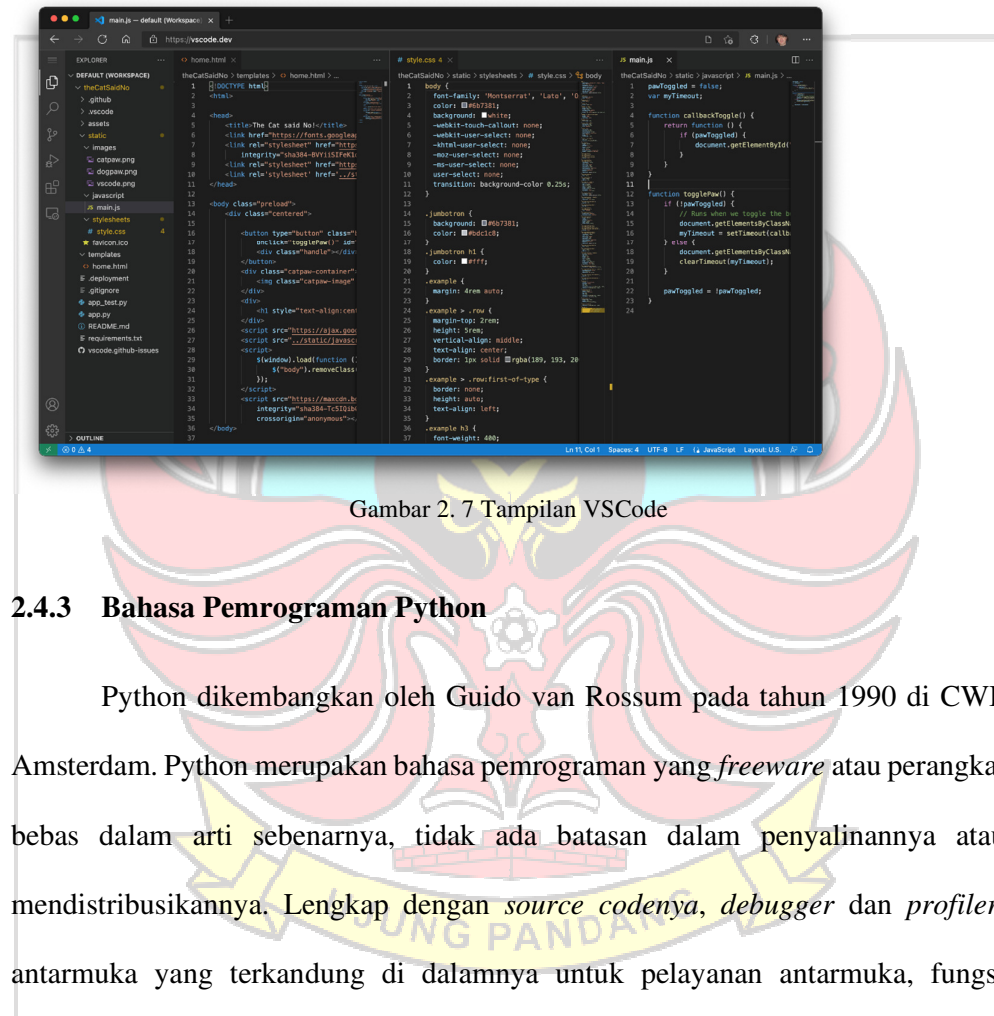
ditulis dalam teks editor dan disimpan dalam bentuk ekstensi .ino.

## 2.4.2 Aplikasi Vscode

Visual Studio Code adalah editor source code yang dikembangkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux dan MacOS. Ini termasuk dukungan untuk debugging, *GIT Control* yang disematkan, penyorotan sintaks, penyelesaian kode cerdas, cuplikan, dan kode refactoring. Hal ini juga dapat disesuaikan, sehingga pengguna dapat mengubah tema editor, shortcut keyboard, dan preferensi. Visual Studio Code gratis dan open-source, meskipun unduhan resmi berada di bawah lisensi proprietary.

Kode Visual Studio didasarkan pada Elektron, kerangka kerja yang digunakan untuk menyebarkan aplikasi Node.js untuk desktop yang berjalan pada Blinklayout. Meskipun menggunakan kerangka Elektron, Visual Studio Code tidak

menggunakan Atom dan menggunakan komponen editor yang sama (diberi kode nama "Monaco") yang digunakan dalam Visual Studio Team Services yang sebelumnya disebut Visual Studio Online (Lardinois, 2015).



Gambar 2. 7 Tampilan VSCode

### 2.4.3 Bahasa Pemrograman Python

Python dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Amsterdam. Python merupakan bahasa pemrograman yang *freeware* atau perangkat bebas dalam arti sebenarnya, tidak ada batasan dalam penyalinannya atau mendistribusikannya. Lengkap dengan *source codenya*, *debugger* dan *profiler*, antarmuka yang terkandung di dalamnya untuk pelayanan antarmuka, fungsi sistem, GUI (antarmuka pengguna grafis), dan basis datanya.

Python merupakan bahasa yang sangat sederhana, bahasa yang sangat mudah dipelajari sehingga dapat membuat biaya perawatan sebuah program menjadi murah. Semua source interpreter python dan tambahan library standarnya

tersedia untuk digunakan oleh semua orang dan dapat diperoleh dengan gratis. Salah satunya yaitu library OpenCV. Python dapat digunakan dalam beberapa sistem operasi, seperti kebanyakan sistem UNIX, PCs (DOS, Windows, OS/2), Macintosh dan lainnya.

Fitur-fitur dalam bahasa pemrograman python antara lain:

1. Memiliki tata bahasa yang mudah dipelajari
2. Memiliki kepustakaan yang luas
3. Dalam distribusi python telah disediakan modul-modul siap pakai untuk berbagai keperluan.
4. Memiliki aturan *layout* kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali dan penulisan ulang kode sumber.
5. Berorientasi objek
6. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis (*garbage collection*, seperti java) Modular
7. Mudah dikembangkan dengan menciptakan modul-modul baru. Modul-modul tersebut dapat dibangun dengan bahasa Python maupun C/C+

#### **2.4.4 OpenCV (Open Computer Vision)**

OpenCV (*Open Computer Vision*) adalah sebuah API (*Application Programming Interface*) library yang sudah sangat familiar pada pengolahan citra *computer vision*. *Computer vision* itu sendiri adalah salah satu cabang dari bidang ilmu pengolahan citra (*Image Processing*) yang memungkinkan komputer dapat



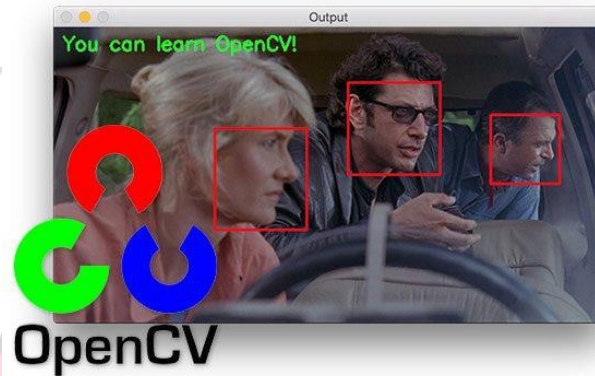
melihat seperti manusia. Dengan *computer vision* tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, dan mengenali terhadap suatu objek.

Beberapa pengimplementasian dari *computer vision* adalah *face recognition*, *face detection*, *face/object tracking*, *road tracking* dan lain-lain.

OpenCV adalah *library open source* pada *computer vision* untuk C/C++ dan bisa juga digunakan untuk *python*. OpenCV didesain untuk aplikasi *real-time*, memiliki fungsi-fungsi akuisisi yang baik untuk gambar/video. OpenCV juga menyediakan *interface* ke *Integrated Performance Primitives (IPP)* Intel sehingga bisa mengoptimasi aplikasi *computer vision* jika menggunakan *prosesor Intel*. OpenCV memiliki segudang fitur yang bisa dimanfaatkan dalam melakukan riset atau pekerjaan yang berhubungan dengan *computer vision*, antara lain:

- Manipulasi data citra (*allocation, copying, setting, convert*).
- Citra dan video I/O (*file dan based input, image/video file output*).
- Manipulasi matriks dan vector beserta routine-routine aljabar linear (*products, solver, eigenvalues, SVD*).
- Data struktur dinamis (*list, queues, sets, trees, graphs*).
- Analisis struktur (*connected components, contour processing, distancetransform, various moments, template matching, hough transform, polygonal approximation, line fitting, ellipse fitting, delaunay triangulation*).
- Kalibrasi kamera (*calibration patterns, estimasi fundamental matrix, estimasi homography, stereo correspondence*).
- Analisis gerakan (*optical flow, segmentation tracking*).

- Pengenalan objek (*eigen-method*, *HMM*).
- Graphical User Interface (display *image/video*, penanganan *keyboard* dan *mouse handling*, *scroll-bars*)



Gambar 2. 8 Tampilan Open CV

#### 2.4.5 MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

MQTT adalah protokol pesan berbasis standar, atau seperangkat aturan, yang digunakan untuk komunikasi mesin-ke-mesin. Sensor pintar, perangkat yang dapat dikenakan, dan perangkat Internet untuk Segala (IoT) lainnya biasanya harus mengirim dan menerima data melalui jaringan dengan sumber daya dan *bandwidth* terbatas. Perangkat IoT ini menggunakan MQTT untuk transmisi data, karena mudah diterapkan dan dapat mengomunikasikan data IoT secara efisien. MQTT mendukung pengiriman pesan antara perangkat ke *cloud* dan *cloud* ke perangkat.

Keunggulan dari MQTT ialah, ringan dan efisien karena menggunakan sumber daya yang rendah dan dapat digunakan pada mikrokontroler yang kecil. Selain hal itu MQTT juga menggunakan autentikasi modern, sehingga lebih terjamin aman

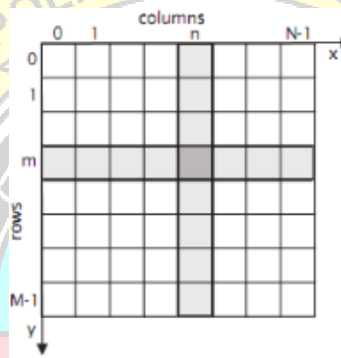
Gambaran umum mengenai cara kerja MQTT ialah:

1. Klien MQTT membuat koneksi dengan broker MQTT.

2. Setelah terhubung, klien dapat memublikasikan pesan, berlangganan pesan tertentu, atau melakukan keduanya.
3. Saat broker MQTT menerima pesan, broker meneruskan pesan tersebut ke pelanggan yang tertarik

## 2.5 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin



Gambar 2. 9 Representasi citra digital dalam 2 dimensi (Jähne Bernd, 2000)

ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer.

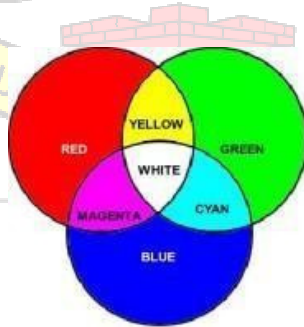
Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinyu (*continue*) dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Reperesentasi dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra (RD. Kusumanto, 2011). Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi  $f(x,y)$  yang terdiri dari M kolom dan N baris.

Setiap pasangan indeks baris dan kolom dalam matrik tersebut menyatakan satu titik pada citra. Setiap titiknya memiliki nilai yang menyatakan nilai kecerahan titik tersebut. Titik-titik pada citra dinamakan sebagai elemen citra atau pixel (*picture element*). Pixel merupakan elemen terkecil dari sebuah citra.

### 2.5.1 Ruang Warna

Ruang warna (*color model*) adalah sebuah cara untuk merepresentasikan warna yang di indera manusia dalam komputasi. Ruang warna yang dapat digolongkan ke dalam dua kategori yaitu *hardware-oriented* dan *user-oriented*. Ruang warna *hardware-oriented* banyak digunakan untuk warna alat-alat. Misalnya ruang warna RGB (*red, green, blue*) biasa digunakan untuk warna *monitor* dan kamera. Ruang warna CMY (*cyan, magenta, yellow*) digunakan untuk warna *printer* dan warna YIQ digunakan untuk penyiaran tv warna. Sedangkan ruang warna yang *user-oriented* termasuk HLS, HCV, HSV, MTM, dan CIE-LUV, didasarkan pada tiga persepsi manusia tentang warna, yaitu *hue* (keragaman warna), *saturation* (kejenuhan), dan *brightness* (kecerahan).

### 2.5.2 Ruang Warna RGB



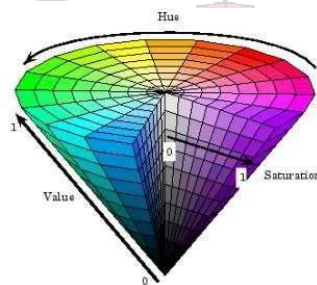
Gambar 2. 10 Ruang Warna RGB  
(Sumber : kitainformatika.com)

Ruang Warna RGB adalah sebuah ruang warna additif dimana pancaran warna *red* (merah), *green* (hijau), dan *blue* (biru) ditambahkan bersama dengan cara yang bervariasi untuk mereproduksi susunan warna yang lebar (Gonzalez, 1987). Warna aditif digunakan untuk lighting, video, dan monitor. Tujuan utama dari ruang warna RGB adalah untuk mempresentasikan ulang, dan menampilkan gambar dalam sistem elektronik, misalnya dalam televisi dan komputer.

### 2.5.3 Ruang Warna HSV

HSV (*hue, saturation, value*) merupakan ruang warna yang diturunkan dari RGB. Model warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *hue, saturation* dan *value*. *Hue* menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, *violet* dan kuning.

*Hue* berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya. *Saturation* menyatakan tingkat kemurnian suatu warna, yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. *Value* adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa memperdulikan warna. Karena model warna HSV merupakan model warna yang diturunkan dari model warna RGB maka untuk mendapatkan warna HSV ini, diperlukan proses konversi warna dari RGB ke HSV.



Gambar 2. 11 Ruang warna HSV  
(Sumber : kitainformatika.com)

HSV juga merupakan ruang warna yang sangat cocok untuk mengidentifikasi warna-warna dasar, dimana warna-warna dasar ini digunakan dalam penelitian sebagai warna identifikasi robot. Selain itu, HSV mentoleransi terhadap perubahan intensitas cahaya. Inilah yang menjadi keunggulan HSV dengan ruang warna lainnya. Ruang warna HSV dapat dilihat pada Gambar 2.11

#### 2.5.4 Segmentasi Warna RGB Ke HSV

Segmentasi warna merupakan proses segmentasi dengan pendekatan daerah yang bekerja dengan menganalisis nilai warna dari tiap piksel pada citra dan membagi citra tersebut sesuai dengan fitur yang diinginkan. Segmentasi citra dengan deteksi warna HSV menggunakan dasar seleksi warna pada model warna HSV dengan nilai toleransi tertentu. Pada metode segmentasi dengan deteksi warna HSV, dilakukan pemilihan sampel *pixel* sebagai acuan warna untuk membentuk segmen yang diinginkan (Yulian, 2011).

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

### 2.5.5 Thresholding

*Thresholding* adalah bagian dari teknik segmentasi yang banyak digunakan untuk membedakan antara latar belakang dan objek yang ada dengan mengkonversikan nilai intensitas kedalam nilai 1 atau 0. *Thresholding* merupakan konversi citra berwarna ke citra biner yang dilakukan dengan cara mengelompokkan nilai derajat keabuan setiap *pixel* kedalam 2 kelas, hitam dan putih. Pada citra hitam putih mempunyai nilai skala antara “0” sampai dengan “255” atau [0,255], dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, dan nilai intensitas 255 menyatakan putih dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih. Pada operasi pengambangan, nilai intensitas *pixel* dipetakan ke salah satu dari dua nilai,  $\alpha_1$  atau  $\alpha_2$ . Rumus untuk menentukan nilai *threshold* bisa didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$G(x,y) = \{ \text{bernilai 1 jika } F(x,y) \geq T \} \quad (2.6)$$

$$G(x,y) = \{ \text{bernilai 0 jika } F(x,y) < T \} \quad (2.7)$$

Keterangan:

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

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

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



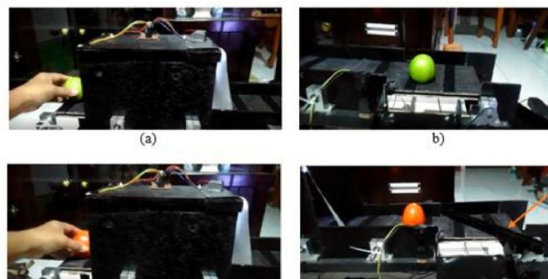
## 2.6 Penelitian Sebelumnya

Dalam menyusun penelitian yang akan dilakukan, tentunya diperlukan berbagai referensi ataupun artikel yang berhubungan dengan penelitian yang akan dibuat. Maka dari itu, penulis merangkum beberapa penelitian yang telah ada sebelumnya sebagai bahan referensi.

### 2.6.1 Penerapan Rekayasa Mesin Sortir Sebagai Penentu Kematangan Buah Jeruk dan Tomat Merah Berbasis Image Processing

Penelitian ini dilakukan oleh Ridwan, Noer. A. Indrawan, Billi Rifa Kusumah, Sesar Husen Santosa, Irmansyah dan Irzaman. Dipublikasikan tahun 2020. Dengan tujuan penelitian mengembangkan penelitian sebelumnya yang menggunakan Arduino Uno namun belum menggunakan *conveyor*. Metode penelitian yang digunakan adalah mengambil data dari penelitian sebelumnya lalu melakukan perancangan alat.

Hasil Penelitiannya adalah, Fitur image processing berjalan sesuai harapan pengembangan, sistem kerja perangkat lunak dan perangkat keras bekerja sesuai kode program, proses membaca jenis warna pada buah dan proses mengeksekusi.



Gambar 2. 12 Penerapan Rekayasa Mesin Sortir



## **2.6.2 Rancang Bangun Alat Sortasi Otomatis untuk Buah Tomat**

### **Menggunakan Aplikasi *Image Processing***

Penelitian ini dilakukan oleh Yultrisna dan Andi Syofian. Dipublikasikan tahun 2016. Tujuan dilakukannya penelitian adalah untuk keefektifan proses pascapanen tomat. Metode penelitian adalah perancangan *Hardware* dan *Software*.

Hasil dari penelitian :

1. Pengujian sistem secara keseluruhan telah dilakukan menggunakan tujuh buah tomat yang memiliki kriteria berbeda sebanyak tiga kali pengulangan dengan hasil keberhasilan metode edge detection 71%, pengelompokan ukuran adalah 100% dan 95% untuk pembacaan warna.
2. Kesalahan pada pengujian dapat terjadi karena beberapa faktor, yaitu: pencahayaan yang kurang baik, setting nilai threshold yang tidak tepat, dan tidak meratanya warna buah tomat.
3. Pengukuran hanya dilakukan sebatas luas benda dari satu sisi yang ditangkap oleh kamera untuk menentukan ukuran besar atau kecilnya buah tomat.

## **2.6.3 Rancang Bangun Alat Sortir Buah Tomat Otomatis Menggunakan**

### **Aplikasi *Image Processing***

Penelitian ini dilakukan oleh Bella Zahara, Dipublikasikan tahun 2019. Tujuan penelitiannya adalah dapat memudahkan proses penyortiran buah tomat yang semulanya secara manual menggunakan tenaga manusia digantikan dengan

alat sortir otomatis agar proses penyortiran berjalan cepat dan akurat. Metode penelitian yang dilakukan adalah Literatur, Observasi, Wawancara. Hasil penelitian yang didapatkan antara lain :

1. Proses penyortiran kematangan berdasarkan segmentasi buah tomat mulanya ditentukan dengan nilai HSV (hue saturation value) secara manual sebagai parameter segmentasi. Nilai HSV yang didapatkan untuk buah tomat matang (merah) yaitu sebesar Lower HSV (h=1, s=65, v=60) dan Upper HSV (h=14, s=255, v=255). Lalu untuk buah tomat mentah (hijau) yaitu sebesar Lower HSV (h=14, s=65, v=60) dan Upper HSV (h=58, s=254, v=255).
2. Penyortiran buah tomat berdasarkan ukuran ditentukan oleh besarnya nilai pixel yang dicuplik oleh kamera. Semakin luas jumlah area yang disegmentasi, maka semakin banyak pula jumlah pixel yang diperoleh pada setiap pencuplikan. Berdasarkan sample buah tomat terhadap ukuran buah tomat ditentukan nilai pixel yaitu jika nilai pixel  $>70000$  px maka buah tomat terdeteksi sebagai buah tomat berukuran besar dan jika nilai pixel
3. Pengukuran hanya dilakukan sebatas luas benda dari satu sisi yang ditangkap oleh kamera untuk menentukan ukuran besar atau kecilnya buah tomat.

#### **2.6.4 Perancangan Alat Penyortir Buah Otomatis Berbasis Arduino Uno**

Penelitian ini dilakukan oleh Ahmad Hanafie dan Syarifuddin Baco, Kamarudding, Dipublikasikan tahun 2021. Tujuan penelitian adalah Agar dapat

memberikan kontribusi kepada masyarakat khususnya para petani jeruk nipis dan untuk memberikan sumbangsi pemikiran terhadap khasanah teknologi khususnya di pengetahuan mikrokontroler. Metode penelitian yang digunakan adalah Kualitatif dan Metode Eksperimen. Hasil Penelitian :

Sistem alat sortir jeruk nipis ini memiliki beberapa keunggulan, karena disamping menyortir buah secara otomatis, alat ini juga menggunakan hopper yang akan mengeluarkan buah dengan teratur sehingga meminimalisir kesalahan dalam pendeteksian warna buah

Pengujian sistem alat secara keseluruhan menunjukkan bahwa alat dapat menjalankan semua fungsinya yaitu pendeteksian jenis warna buah secara otomatis.



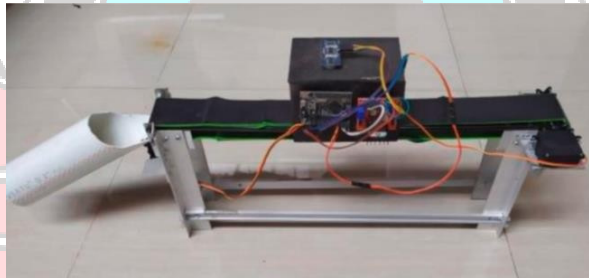
Gambar 2. 13Perancangan Alat Penyortir Buah Otomatis Berbasis Arduino Uno

### **2.6.5 Rancang Bangun Alat Sortir Jeruk Nipis Berbasis Mikrokontroler**

Penelitian ini dilakukan oleh Randi Ariansyah, Dipublikasikan tahun 2019. Tujuan penelitian adalah merancang sistem penyortir buah tomat otomatis menggunakan mikrokontroler untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam pemilihan ukuran dan warna serta efisiensi waktu yang lebih cepat. Metode

penelitian yang digunakan adalah Kualitatif dan Metode Eksperimen. Hasil penelitian yang didapatkan adalah :

1. Perancangan penyortir buah tomat sudah sesuai dengan perencanaan dan telah dapat diimplementasikan.
2. Penyortir buah tomat dapat menyortir buah tomat dengan cepat ketika tomat melewati sensor kemudian tomat diarahkan sesuai dengan gradenya ke wadah yang telah disiapkan dengan kasifikasi tomat besar mentah, tomat besar matang, tomat kecil mentah, tomat kecil matang, dan proses penyortiran akan lebih cepat dan efisien karena tidak menyortir secara manual



Gambar 2. 14 Rancang Bangun Alat Sortir Jeruk Nipis Berbasis Mikrokontroler

### 2.6.6 Mini Project Smart Conveyor

*Mini Project Smart Conveyor* adalah salah satu project dari mata kuliah *Mikrokontroler* yang dilakukan oleh mahasiswa Mekatronika. Project ini telah diseminarkan pada event *Mechatronics Day* awal tahun 2023.

Hasil yang didapatkan dari *Project* tersebut antara lain :

- Menghitung jumlah buah yang melewati *conveyor*

- Memilah buah Jeruk berdasarkan ukuran (besar dan kecil).

Adapun kelemahan dari alat tersebut adalah :

- Monitoring masih menggunakan *wifi* agar alat dan aplikasi dapat terhubung
- Memilah buah masih berdasarkan ukuran belum menggunakan warna
- Program yang dijalankan tidak berjalan maksimal sehingga mempengaruhi kinerja .



Gambar 2. 15 Mini Project Smart Conveyor

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jadwal Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Februari – Agustus 2023.

### 3.2 Alat dan Bahan

Untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini, diperlukan beberapa alat, bahan serta *software* agar tugas akhir dapat diselesaikan sesuai dengan yang sudah direncanakan. Adapun alat, bahan dan *software* yang dibutuhkan, sebagai berikut :

Tabel 1 Alat

No.	Alat
1.	Laptop
2.	Las
3.	Gerinda
4.	Tang
5.	Obeng
6.	Pemotong Alumunium

Tabel 2 Bahan

No.	Bahan	Jumlah
1.	Webcam	1 Buah
2.	Motor Stepper Nema 23	1 Buah

3.	Driver TB 6600	1 Buah
4.	Adaptor 24V 5A	1 Buah
5.	Servo MG966R	1 Buah
6.	Raspberry Pi 3B+	1 Buah
7.	Adapter DA15E05	1 Buah

Adapun beberapa perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Arduino IDE
2. MQTT
3. VSCode

### 3.3 Prosedur / Langkah Kerja

Langkah kerja yang digunakan dalam proses pelaksanaan pembuatan, dan analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Untuk mendapatkan landasan teori untuk penelitian dan pembuatan alat, langkah pertama yang kami lakukan adalah mengumpulkan berbagai informasi tentang alat sortir buah otomatis dengan aplikasi *Image Processing*. Referensi yang digunakan adalah jurnal, artikel dan informasi yang diperoleh dari internet.

2. Perancangan desain 3D project

Penggambaran desain project menggunakan *software* Autodesk inventor. Autodesk Inventor merupakan aplikasi desain berbantuan komputer untuk desain mekanik 3D, simulasi, visualisasi, dan dokumentasi. Autodesk Inventor berguna

untuk membantu membuat prototipe objek dan itu lebih dari sekadar membuat desain untuk dibuat dan diuji di dunia nyata.

### 3. Pembuatan RAB

Pembuatan rancangan anggaran biaya ini dilakukan untuk memetakan anggaran-anggaran yang dibutuhkan untuk melaksanakan project, serta dapat mengefisienkan kebutuhan anggaran, sekaligus mengurangi pembelian alat dan bahan yang tidak perlu.

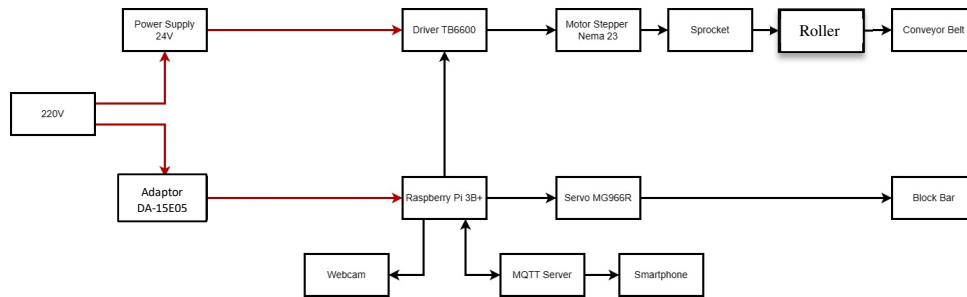
### 4. Eksperimen

- a. Mekanik, pembuatan perangkat keras dari alat sortir buah otomatis yang telah dirancang.
- b. Elektronik, pembuatan rangkaian untuk mikrokontroler, sensor dan instalasi kabel .
- c. Kontrol, pembuatan perangkat lunak (program) pada alat sortir buah otomatis.

### 5. Pengujian Trial and Error.

Proses trial and error ini dilakukan dengan cara mengecek kondisi fisik, serta mengecek apakah program berjalan dengan baik. Proses ini dimaksudkan untuk memeriksa apakah project yang dibuat berjalan dengan baik atau tidak. Menguji kinerja sistem secara keseluruhan serta mengambil data dari hasil pengujian lalu menganalisa hasil serta menarik kesimpulan.





Gambar 3. 1 Diagram Skematik

Tegangan AC 220V akan di turunkan menggunakan Power Supply 24V untuk memberi daya ke Driver TB6600 yang akan mengoperasikan Motor Stepper. Untuk Raspberry Pi 3B+ mengambil tegangan dari Adapter DA-15E05, power input raspberry digunakan untuk mengaktifkan perangkat eksternal yaitu webcam dan servo, untuk IoT menggunakan MQTT yang nantinya akan dioperasikan melalui Smartphone.

### 3.4 Langkah-langkah Pengujian

Ada 3 proses utama dalam tahap pengujian dan proses yang akan dijalankan adalah:

#### 1. Pemeriksaan fisik

Dalam pengujian ini, penulis mengecek kondisi fisik dari instrumen yang dibangun. Pengetesan ini dilakukan untuk memastikan kondisi fisik alat, seperti posisi penggerak yang tidak tepat, baut atau lem yang lepas, dan tidak adanya gangguan lain.

2. Pengujian komponen elektronik

Langkah selanjutnya adalah memeriksa komponen elektronik. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kesalahan selama pengujian program berikutnya. Proses ini memeriksa pengkabelan, dan memastikan bahwa setiap komponen berjalan dengan baik.

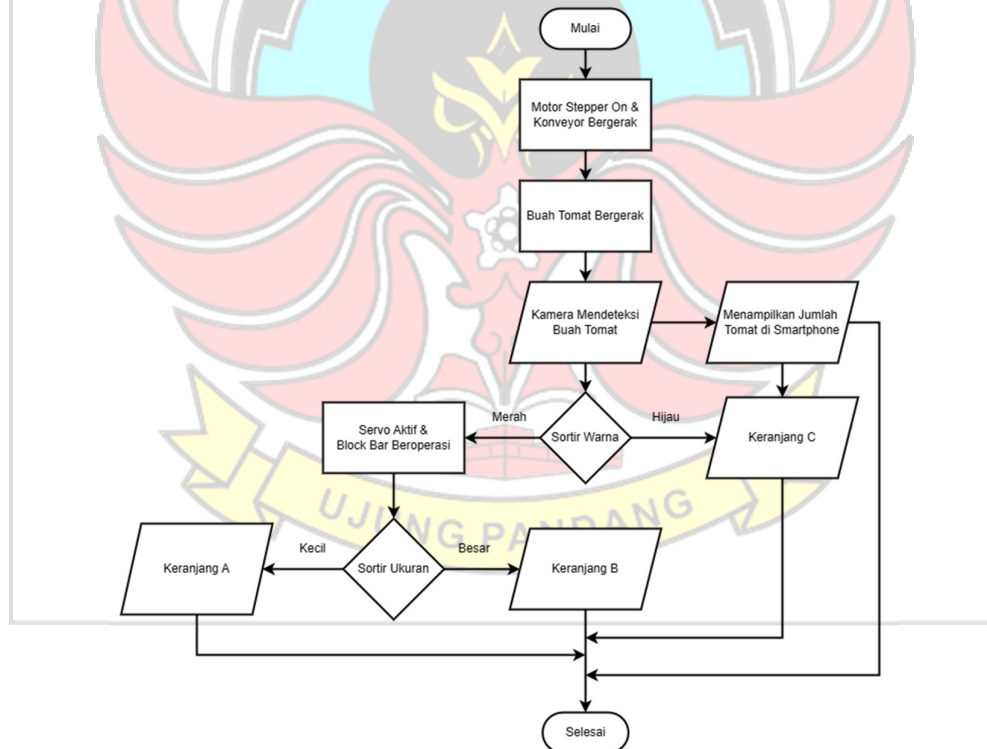
3. Pengujian program Tahap terakhir dari pengujian adalah pengujian program.

Pada tahap ini penulis mengecek apakah program berjalan dengan baik. Setelah serangkaian pemeriksaan dan pengujian pada perangkat, langkah selanjutnya adalah mencatat hasil pengujian.



### 3.4.1 Diagram Alir Sistem

Ketika motor Stepper telah aktif dan menjalankan konveyor, maka buah tomat akan digerakkan dan masuk dalam bagian pendeteksiian kematangan berdasarkan tingkat warna (merah, dan hijau). Jika tomat matang dan dalam kasus ini berwarna merah, maka servo akan bergerak dan menyortir buah tomat tersebut, adapun jika tomat belum matang (berwarna hijau) maka servo tidak akan bergerak sehingga tomat tersebut akan tersortir ke bagian yang belum matang. Dan dengan hasil penyortiran tersebut maka total buah tomat yang melintas di konveyor akan ditampilkan di Smartphone.



Gambar 3. 2 Diagram Alir

### 3.4.2 Desain Alat Sortir Otomatis

Proses pembuatan dimulai dari modeling, pembuatan layout. Sebelum membuat alat sortir secara nyata, maka penulis membuat desain prototipe terlebih dahulu agar mendapatkan gambaran bagaimana alat sortir yang akan dibuat langsung.



Gambar 3. 3 Desain 3D alat sortir buah

### 3.5 Teknik Analisis Data

Dalam melakukan analisis data, penulis melakukan beberapa kali *looping* untuk memperoleh data yang akurat. *Looping* disini dilakukan dengan melakukan proses *input-output* pada alat berulang kali. Terdapat 3 macam *looping* yang dilakukan yaitu *looping* pada aktuator, *looping* pada proses deteksi warna dan melakukan kombinasi kedua proses tersebut secara berulang-ulang. Setiap hasil dari perulangan tersebut akan dicatat dan dihitung persentase keberhasilan dari proses tersebut.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian dan Eksperimen

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah alat sortir buah berbasis *Internet of Things*. Alat ini melakukan penyortiran berdasarkan warna buah dan ukuran buah. Lalu jumlah buah yang telah disortir akan ditampilkan pada MQTT.

#### 4.1.1 Hasil Pekerjaan Mekanika

Hasil pengerjaan mekanik terdiri dari beberapa bagian, Adapun bagian-bagian tersebut adalah ;

a. Pemotongan Rangka Besi

Pengerjaan awal mekanik dimulai dengan dengan melakukan pemotongan awal besi seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pemotongan Rangka Besi

Pemotongan ini dilakukan sebagai rangka awal untuk membuat kaki penopang alat sortir buah. Pada tahap ini, dibuat menjadi dua bagian yang masing-masing memiliki 4 kaki tumpuan.

b. Pengelasan Besi

Setelah pemotongan selesai, kemudian dilakukan pengelasan sebagai rangka awal alat, seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pengelasan Besi

Pengelasan ini bertujuan untuk menyambungkan rangka awal besi yang telah dipotong pada tahapan sebelumnya. Pengelasan itu juga menyambungkan beberapa besi penopang alat sortir buah.

- Jenis besi yang digunakan adalah besi hollow (HSS) dengan 30x30 mm ketebalan 2,3 mm dan Panjang 6m x 4, memiliki standar SNI dengan arus listrik las berkisar 40-60 ampere dengan ukuran elektroda 2,6.
- Besi siku standar SNI dengan ukuran : 50 x 50 mm ketebalan 4 mm. Panjang 6m x 2, arus listrik las berkisar 60-80 ampere dengan ukuran elektroda 2,6.

c. Pemasangan Sproket

Setelah rangka awal selesai, kemudian dilakukan pemasangan sproket 37T yang akan dipasangkan dengan rantai, seperti pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Pemasangan Sproket

Pemasangan sproket ini nantinya akan dipasangkan dengan rantai yang terhubung dengan sproket 14T pada shaft di motor stepper.

d. Pemasangan Belt Conveyor

Selanjutnya adalah pemasangan *belt conveyor*. *Belt conveyor* ini berfungsi sebagai jalur buah tomat ketika akan dilakukan penyortiran. Pemasangan ini dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Pemasangan Belt Conveyor



Di dalam *Belt conveyor* dipasang 6 *roller* yang bertujuan agar *belt conveyor* mengalami tegangan, dan juga memudahkan *belt conveyor* untuk berjalan.

e. Pemasangan *Bucket*

*Bucket* ini berfungsi sebagai tempat penampungan tomat sebelum dilakukan penyortiran. *Bucket* ini mampu menampung tomat dalam jumlah banyak. *Bucket* dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Bucket Penampung buah

*Bucket* ini memiliki 2 bagian, bagian pertama adalah penampungan buah tomat itu sendiri, bagian kedua adalah rel penghubung dari penampungan buah menuju ke *belt conveyor*.

f. Pemasangan *Sort Transport*

Selanjutnya adalah memasang *sort transport* sebagai alat sortir secara mekanik. Turunan ini berfungsi sebagai penyortir buah tomat matang besar dan buah tomat matang kecil. *Sort transport* dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Pemasangan *Sort Transport*



*Sort transport* ini memiliki kemiringan 70°, sehingga jarak tomat untuk jatuh kedalam box tidak terlalu tinggi, dan buah tomat tidak pecah. Panjang *sort transport* ini adalah 55 cm. Dimensi dalam sebesar 2cm-6cm yang akan melakukan penyortiran secara mekanis berdasarkan ukuran buah tomat.

Setelah semua instalasi komponen mekanik terpasang, Hasil akhir dari pekerjaan mekanik dapat dilihat pada gambar 4.7



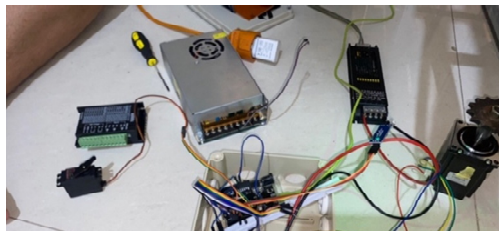
Gambar 4. 7 Hasil pekerjaan akhir mekanik

#### 4.1.2 Hasil Pekerjaan Elektronika

Hasil pengerjaan elektronik juga terdiri dari beberapa bagian, Adapun bagian-bagian tersebut adalah ;

a. Persiapan Komponen

Pada pekerjaan elektronik, langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan komponen seperti pada gambar 4.8.

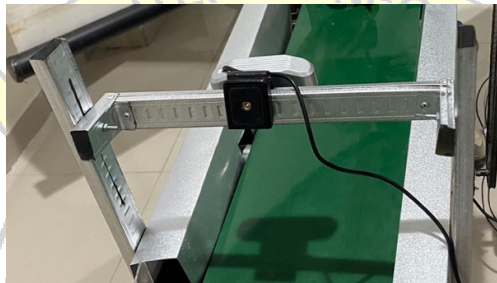


Gambar 4. 8 Persiapan Komponen

Persiapan ini sekaligus melakukan penyetelan pada komponen-komponen yang akan dipasang pada alat sortir nantinya.

b. Pemasangan Kamera

Selanjutnya adalah pemasangan kamera sebagai perangkat input. Kamera ini digunakan untuk mengambil frame secara realtime. Pemasangan kamera dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Pemasangan Kamera

*Holder* kamera ini juga dapat diatur sudut kemiringan dan ketinggiannya. Hal tersebut berguna untuk menyesuaikan dengan kebutuhan, untuk mengambil gambar buah agar sesuai dengan frame pada kamera

c. Pemasangan Servo

Setelah kamera dipasang, yang dilakukan selanjutnya adalah pemasangan servo. Servo disini berfungsi sebagai alat penggerak block bar yang akan menyortir tomat merah yang matang. Pemasangan Servo dapat dilihat pada gambar 4.10.

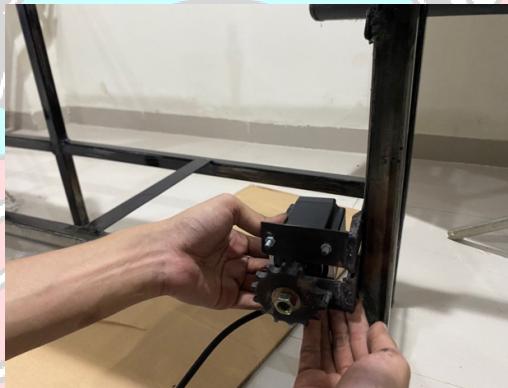


Gambar 4. 10 Pemasangan Servo

Block bar merupakan sistem mekanis yang dipasangkan pada lengan servo yang berfungsi sebagai penghalang (block) pada buah tomat untuk masuk kedalam penyortiran sort transport.

d. Pemasangan Motor Stepper

Selanjutnya adalah pemasangan *motor stepper*. Motor Stepper merupakan motor yang putarannya berdasarkan Langkah (step). Motor Stepper memiliki presisi dan respon yang tinggi, selain itu memiliki full torsi yang membantu untuk sistem conveyor pada project ini. Pemasangan Motor Stepper dapat dilihat pada gambar 4.11 .



Gambar 4. 11 Pemasangan Motor Stepper

Spesifikasi motor stepper ini sudah sesuai dengan kebutuhan torsi pada conveyor. Berdasarkan spesifikasi, torsi motor stepper adalah 2,3 Nm, dan kebutuhan torsi pada sistem conveyor ini sebesar 2,1 Nm, yang didapatkan berdasarkan perhitungan ;

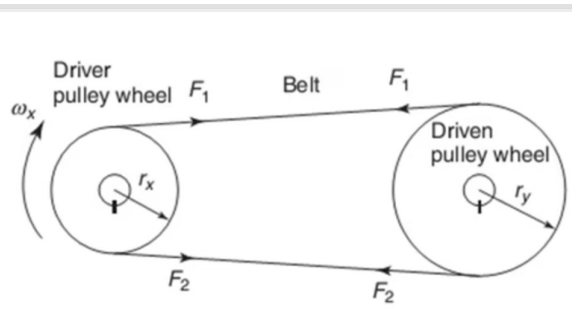
$$\begin{aligned} T &= (F.L) / (\text{Jumlah roller} \cdot \pi \cdot r) \\ &= (0,2 \cdot 2) / (6 \cdot 3,14 \cdot 0,015) \\ &= 1,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Keterangan :

F = Berat beban (kg)

L = Panjang Conveyor (m)

r = Jari-jari roller (m)



Gambar 4. 12 Sistem Transmisi Roller

Rumus perhitungan daya transmisi ;

$$(F_2 - F_1) r_x \omega_x \text{ watts}$$

Keterangan :

$F_2$  = beban penggerak (N)

$F_1$  = beban yang digerakkan (N)

$r_x$  = diameter gear penggerak/2 (m)

$\omega_x$  = kecepatan sudut (rad/s)

Dimana untuk mendapatkan  $r_x$  adalah :

$$r_x = d_x / 2 = 50 \text{ mm} / 2 = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{dan } \omega_x = \omega_x \frac{\text{rpm} \times 2\pi}{\text{waktu tempuh}} \text{ yang berarti } = \omega_x \frac{1200 \times 2\pi}{17}$$

maka daya keluaran motor adalah

$$= (2,3 - 1,4) (0,025) (1200 \times 2\pi / 17) = 9,97 \text{ kW}$$

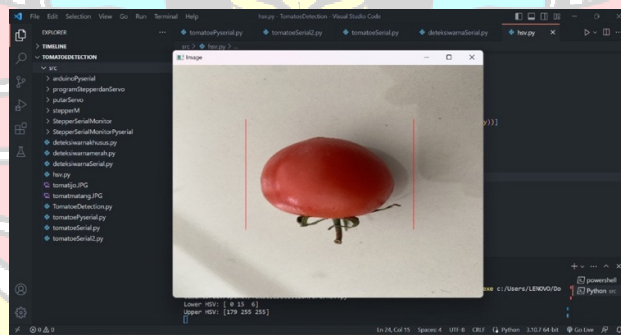
Langkah selanjutnya adalah pemasangan *Raspberry Pi 3B+*. *Raspberry Pi* ini digunakan sebagai unit proses yang memproses frame dari kamera yang kemudian menggerakkan aktuator. *Raspberry Pi* juga digunakan sebagai *host dan broker* dalam penerapan IoT pada project ini

#### 4.1.3 Hasil Pekerjaan Informatika

Pengerjaan Informatika dibagi menjadi 4 tahapan, Adapun tahapannya yaitu ;

a. Mencari nilai HSV dari Buah

Tahapan ini adalah mencari nilai batas atas dan nilai batas bawah warna merah pada buah tomat matang sebagai acuan warna pada penyortiran. Mencari nilai HSV warna buah tomat dapat dilihat seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Mencari nilai HSV Buah Tomat

b. Membuat Program pendeteksi warna

Setelah mendapatkan nilai HSV dari buah, maka dibuatlah program pendeteksi warna yang akan menggerakkan servo untuk memisahkan buah matang dan buah mentah. Program deteksi warna dapat dilihat pada gambar 4.14

c. Membuat Program penggerak aktuator

```
tomatoePyserial.py  tomatoeSerial2.py  tomatoeSerial.py  deteksiwarnamerah.py x
src > deteksiwarnamerah.py > detect_color
1 import cv2
2 import numpy as np
3
4 def detect_color(image, lower_bound, upper_bound):
5     hsv_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)
6     color_mask = cv2.inRange(hsv_image, lower_bound, upper_bound)
7     result = cv2.bitwise_and(image, image, mask=color_mask)
8     return result
9
10 def main():
11     cap = cv2.VideoCapture(0, cv2.CAP_DSHOW)
12
13     if not cap.isOpened():
14         print("Tidak dapat membuka webcam.")
15         return
16
17     # Rentang warna yang akan dideteksi (contoh: warna merah)
18     lower_red = np.array([0, 100, 100])
19     upper_red = np.array([10, 255, 255])
20
21     while True:
22         ret, frame = cap.read()
```

Gambar 4. 14 Program Pendeteksi Warna

Pembuatan program ini bertujuan untuk menggerakkan aktuator dalam hal ini *stepper* agar bisa memutar *sprocket*. Program penggerak aktuator dapat dilihat pada gambar 4.15.

```
programStepperdanServo $
1 #include <AccelStepper.h>
2
3 // Pengaturan pin untuk driver TB6600
4 #define DIR_PIN 2
5 #define STEP_PIN 3
6
7 // Konfigurasi motor stepper
8 #define MOTOR_INTERFACE 1 // Gunakan 1 jika menggunakan driver TB6600
9 #define MAX_SPEED 800 // Kecepatan maksimum (langkah per detik)
10 #define ACCELERATION 800 // Percepatan (langkah per detik per detik)
11
12 AccelStepper stepper(MOTOR_INTERFACE, STEP_PIN, DIR_PIN);
13
14 void setup() {
15     Serial.begin(9600);
16
17     stepper.setMaxSpeed(MAX_SPEED);
18     stepper.setAcceleration(ACCELERATION);
19     stepper.setPinsInverted(false, false, true); //
20
21 }
22
23 void loop() {
24     if (Serial.available() > 0) {
25         char command = Serial.read();
26         if (command == 'S' || command == 's') {
```

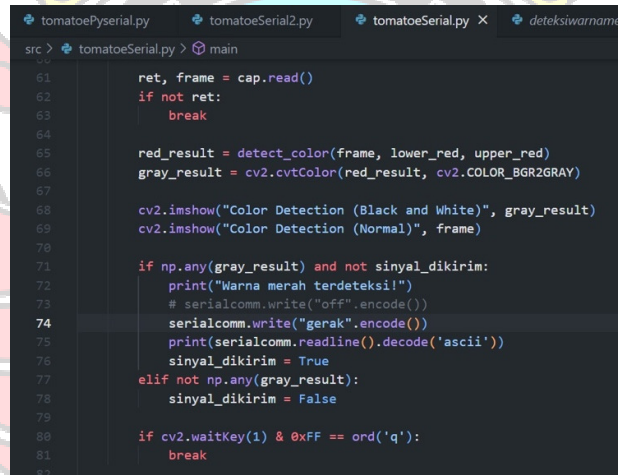
Gambar 4. 15 Program Penggerak Aktuator

Program diatas adalah program dasar untuk ,mengontrol motor stepper. Program ini dibuat untuk mengetahui motor stepper dapat berputar atau tidak. Dalam program ini terdapat 2 kondisi, jika tombol 'R' ditekan maka motor akan bergerak, jika tombol 'S' ditekan maka motor akan berhenti.

d. Mengkombinasikan program penggerak aktuator dengan program pendeteksi warna

Langkah selanjutnya adalah mengkombinasikan program yang telah dibuat. Program yang dikombinasikan adalah program pengolahan citra gambar yang mendeteksi warna merah dan penggerak servo untuk menggerakkan sortir.

Adapun cara kerja pada program ini adalah, apabila warna merah berhasil dideteksi maka servo akan bergerak. Kombinasi program aktuator dengan program deteksi warna dapat dilihat pada gambar 4.16



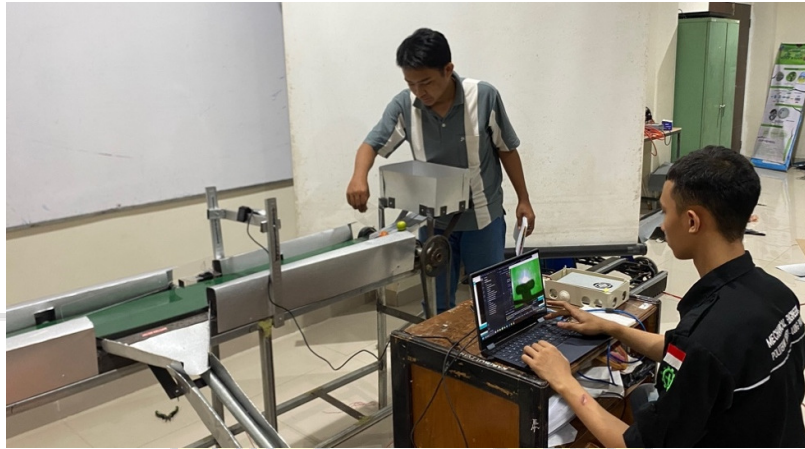
```
src > tomatoePyserial.py  tomatoeSerial2.py  tomatoeSerial.py x  deteksiwarnamer
61     ret, frame = cap.read()
62     if not ret:
63         break
64
65     red_result = detect_color(frame, lower_red, upper_red)
66     gray_result = cv2.cvtColor(red_result, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
67
68     cv2.imshow("Color Detection (Black and White)", gray_result)
69     cv2.imshow("Color Detection (Normal)", frame)
70
71     if np.any(gray_result) and not sinyal_dikirim:
72         print("Warna merah terdeteksi!")
73         # serialcomm.write("off".encode())
74         serialcomm.write("gerak".encode())
75         print(serialcomm.readline().decode('ascii'))
76         sinyal_dikirim = True
77     elif not np.any(gray_result):
78         sinyal_dikirim = False
79
80     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
81         break
```

Gambar 4. 16 Kombinasi Program Aktuator dengan Pendeteksi Warna

#### 4.1.4 Hasil Uji coba alat sortir buah

Setelah pekerjaan Mekanik, Elektronik, dan informatika selesai, maka dilakukanlah uji coba pada alat sortir, untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari alat. Proses Uji coba alat sortir dapat dilihat pada gambar 4. 17





Gambar 4. 17 Uji Coba Alat Sortir

Kecepatan Gerakan conveyor bergantung pada jumlah step pada putaran motor stepper setiap detik. Dari hasil uji coba ini, kami menetapkan variasi jumlah step dalam 5 kali percobaan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan tomat pada conveyor dari ujung ke ujung. Hasil uji kecepatan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji kecepatan *conveyor*

No	Jumlah Step per detik	Waktu (Detik)
1	800	24.82
2	1000	19.67
3	1200	16.81
4	1400	14.12
5	1600	12.69

Ketika step pada motor dinaikkan dengan kelipatan 200, maka terjadi peningkatan waktu dengan rata-rata 2 detik.



Rumus Kecepatan Conveyor :

$$\begin{aligned} V &= S/t \\ &= 2/16,81 \\ &= 0.11\text{m/s} = 11 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

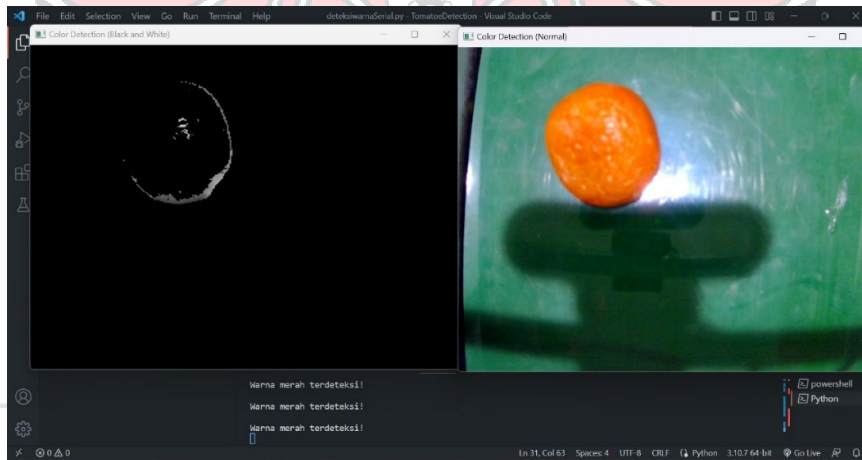
Keterangan

S = Jarak yang ditempuh oleh buah (m)

t = Waktu (s)

Sehingga mendapatkan hasil kecepatan dari sistem *conveyor* ini adalah 11 cm/detik.

Untuk mengetahui tomat matang atau mentah, kamera akan melakukan pengolahan citra gambar yang dimana dilakukan proses deteksi warna merah pada buah tomat. Hasil pengolahan ini kemudian ditampilkan pada monitor dengan 2 jendela, dimana masing-masing jendela memiliki tampilan berbeda. Uji coba deteksi warna buah dapat dilihat seperti gambar 4.18



Gambar 4. 18 Uji Coba Deteksi Warna Buah

Jika window bagian kiri pada layer menampilkan warna putih, berarti menandakan kamera mendeteksi bahwa buah yang masuk pada *frame* kamera memiliki tingkat kematangan yang cukup untuk dilakukan penyortiran.

Tabel 4 Data HSV warna buah tomat

Strength Range	Hue	Saturation	Value	Note
Min	30.60	80.20	45	Tidak Matang
Max	30.85	95.40	55	Tidak Matang
Min	25.55	85.30	65	Matang
Max	15.80	90.50	75	Matang

Ada 2 kategori tomat yang akan melalui proses penyortiran. Yang pertama kategori tomat mentah, yang berwarna hijau muda ataupun tua, hingga warna jingga kehijauan. Sedangkan Kategori matang adalah yang berwarna jingga kemerahan hingga merah cerah. Berdasarkan hasil penelitian, kami mendapatkan nilai minimum dan maksimum HSV warna buah tomat dari masing-masing kategori antara matang dan tidak matang. Data hasil penelitian juga dipengaruhi dari beberapa faktor, yaitu jenis kamera dan pencahayaan pada saat pengujian.

Kemudian, kami juga menguji alat ini untuk menyortir buah tomat matang dan mentah. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan kecepatan motor stepper 1200 step per detik. Hasil uji coba dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5 Hasil uji coba alat sortir

PERCOBAAN	WARNA	TERSORTIR	BERHASIL/TIDAK
1	Merah	√	Berhasil
2	Merah	√	Berhasil
3	Merah	√	Berhasil

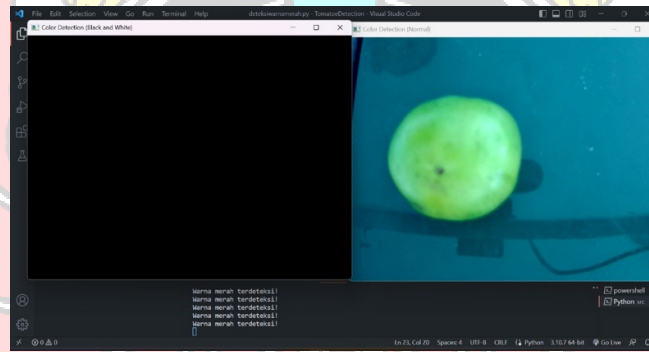
4	Hijau	x	Berhasil
5	Hijau	x	Berhasil
6	Hijau	x	Berhasil
7	Merah	x	Tidak Berhasil
8	Hijau	√	Tidak Berhasil
9	Merah	√	Berhasil
10	Merah	√	Berhasil
11	Hijau	√	Tidak Berhasil
12	Hijau	√	Tidak Berhasil
13	Merah	√	Berhasil
14	Merah	√	Berhasil
15	Merah	x	Tidak Berhasil
16	Hijau	x	Berhasil
17	Hijau	√	Tidak Berhasil
18	Hijau	x	Berhasil
19	Merah	√	Berhasil
20	Hijau	√	Tidak Berhasil

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji coba diatas, maka bisa disimpulkan bahwa pengaplikasian *image processing* berhasil. Adapun faktor yang mempengaruhi kegagalan pada penyortiran berasal dari mekanisme alat. Seperti kemiringan *roller* pada bagian tertentu, sehingga membuat buah tomat mengarah ke sort transport.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Image Processing pada alat sortir buah

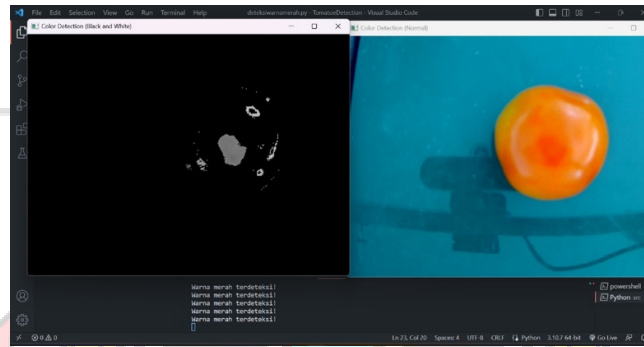
Alat sortir buah otomatis ini dibuat untuk memudahkan petani saat melakukan kegiatan sortir pada hasil panen tomat. Prinsip dasar dari alat ini adalah memisahkan tomat matang dan tomat mentah, serta menampilkan hasil sortir tersebut pada aplikasi monitoring. Alat ini dilengkapi dengan Webcam sebagai pembacaan warna buah.



Gambar 4. 19 Deteksi Warna Tomat

Untuk melakukan deteksi kematangan pada buah tomat, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah mencari nilai HSV dari warna merah tomat. Hal ini dilakukan untuk memfilter warna merah pada buah tomat yang menjadi tanda bahwa buah tomat telah matang. Selanjutnya, membuat program untuk mendeteksi warna merah. Setelah itu, program kemudian dijalankan untuk mendeteksi warna merah pada tomat yang terhubung secara *realtime* dengan kamera. Jika warna merah tomat terdeteksi oleh kamera, data tersebut akan diproses oleh *microcontroller*, jika sesuai klasifikasi tingkat kematangan, servo akan bergerak

untuk menyortir tomat agar dipisahkan menuju box buah matang. Untuk mengetahui bahwa warna merah terdeteksi pada buah tomat, hasilnya akan ditampilkan dalam *filter* hitam putih di jendela kiri, seperti pada gambar



Gambar 4. 20 Hasil deteksi warna merah tomat dalam filter hitam putih

#### 4.2.2 Penerapan Internet of Things pada alat sortir buah

Dalam penerapan *Internet of Thing (IoT)*, project ini menggunakan protokol MQTT. Protokol ini digunakan karena memiliki keunggulan dalam melakukan koneksi *local* yang dimana tidak terlalu membutuhkan koneksi jaringan internet. Selain itu, dalam melakukan koneksi saat startup semuanya menjadi lebih simpel. Hal ini dikarenakan alamat yang diberikan tidak berubah-ubah kecuali jika diinginkan.

Dalam menghubungkan Raspberry Pi dan *Mobile Android*, Raspberry Pi sebagai host terlebih dahulu menyiapkan alamat yang digunakan untuk menghubungkan kedua perangkat. Untuk itu diberikan perintah untuk menentukan alamatnya seperti pada Gambar 4.21 di bawah ini:

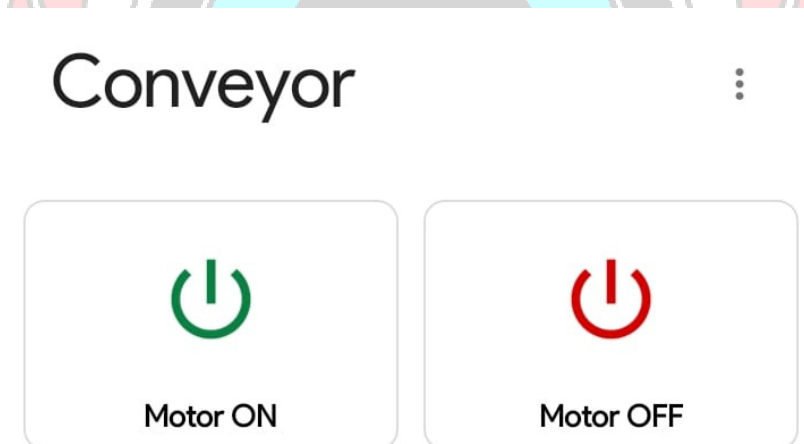
Setelah menyiapkan alamat, *Mobile Android* dihubungkan sesuai dengan alamat yang ditentukan. Alamat yang ditetapkan dan dihubungkan dengan aplikasi MQTT Dashboard yang telah didownload di Google Play Store.

```
mqtt = paho.Client()
mqtt.on_message = on_message
mqtt.on_connect = on_connect
mqtt.on_publish = on_publish
mqtt.on_subscribe = on_subscribe

url_str = os.environ.get('CLOUDMQTT_URL', 'tcp://broker.emqx.io:1883')
url = urlparse(url_str)
mqtt.connect(url.hostname, url.port)
```

Gambar 4. 21 Pemberian Alamat Host pada Raspberry Pi

Setelah menentukan alamatnya, selanjutnya dilakukan kustomisasi tombol pada dashboard untuk menyalakan dan mematikan motor stepper. Kustomisasi ini disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 4. 23 Konfigurasi Button MQTT Dashboard

Raspberry Pi dan *Mobile Android* telah terhubung. Dengan ini, penerapan IoT pada alat sortir buah telah berhasil diterapkan. Raspberry Pi akan berperan sebagai *host*, sedangkan *Mobile android* akan menjadi *client*. Kedua perangkat sama-sama menjadi publisher dan subscriber, karena selain Raspberry Pi, *Mobile android* juga melakukan control *on/off* pada motor stepper.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penelitian sistem sortir buah berbasis *Internet of Things*, dapat disimpulkan bahwa :

1. Alat untuk melakukan penyortiran berbasis *image processing* secara otomatis telah berhasil dibuat. Alat ini dilengkapi dengan kamera, dan program deteksi buah berdasarkan warna. Tingkat keberhasilan alat sortir ini adalah 65%, berdasarkan 20 kali percobaan dan didapatkan 13 kali keberhasilan.
2. Alat ini dapat dimonitoring dan dioperasikan dari jarak jauh melalui penerapan *Internet of Things*, monitoring dalam hal ini adalah buah serta melakukan on/off pada alat. Penggunaan protokol MTQQ

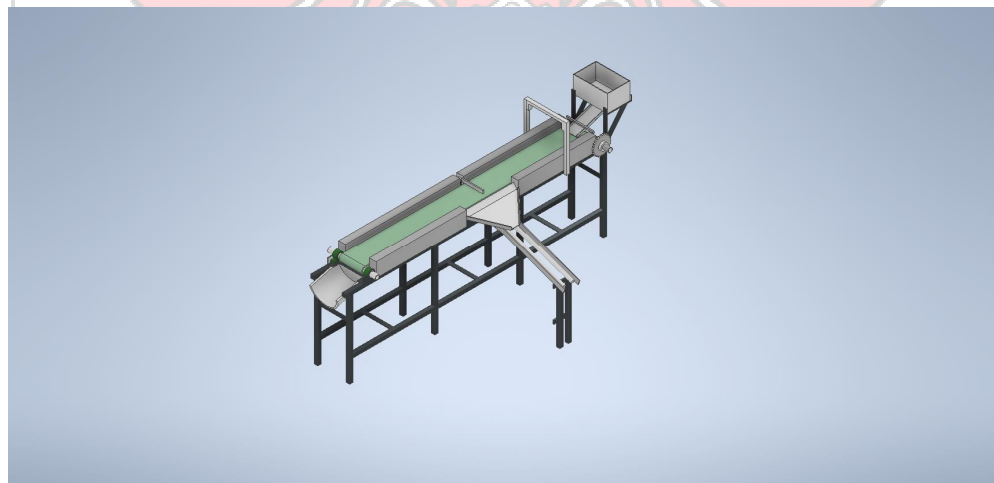
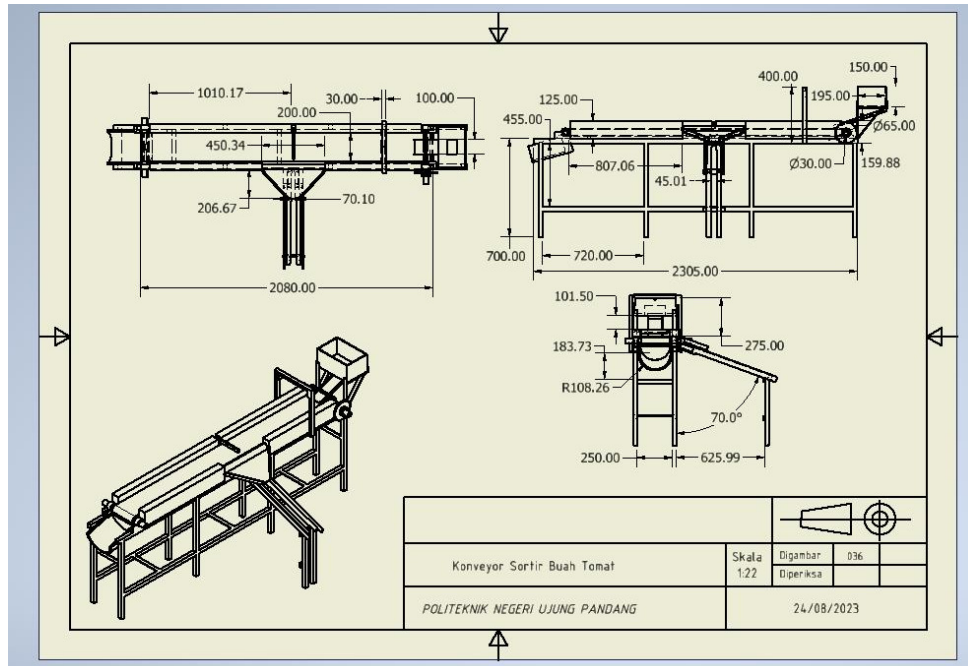
### 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian sortir buah otomatis berbasis *Internet of Things*, terdapat beberapa saran sebagai berikut ;

1. Menambahkan sortir ukuran buah dengan metode otomatis melalui pengolahan citra
2. Gunakan perangkat yang memiliki komputasi yang lebih cepat misalnya Nvidia Jetson Nano atau Raspberry Pi 4 dengan USB Accelerator
3. Menggunakan roller dan pulley grade industry agar perputaran belt conveyer lebih halus

# LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Alat





Lampiran 2 Lampiran Kegiatan Penelitian



Proses Pemotongan Besi



Proses Pengoprasian Kamera



Proses Uji coba dan pengambilan data

## DAFTAR PUSTAKA

- Andre. 2020. “Pengertian Bahasa Pemrograman C++”.  
<https://www.duniailkom.com/tutorial-belajar-c-plus-plus-pengertian-bahasa-pemrograman-c-plus-plus/>, diakses 1 Februari 2023
- Ariansyah, Randi. 2019. “Rancang Bangun Alat Sortir Jeruk Nipis Berbasis Mikrokontroler”. Makassar
- Badan Pusat Statistik. 2021. “Produksi Tanaman Buah-buahan 2021”. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>, diakses 30 Januari 2023.
- Hanafie, Ahmad dkk. 2021. “Perancangan Alat Penyortir Buah Otomatis Berbasis Arduino Uno”. Makassar
- Klik Arus Listrik. 2020. “Perhitungan daya transmisi dan efisiensinya”. <http://www.klik-aruslistrik.com/2020/08/perhitungan-daya-transmisi-dan.html>, diakses 5 Oktober 2023.
- Lardinois, F. 2015. Microsoft Launches Visual Studio Code, a Free CrossPlatform Code Editor for OS X, Linux and Windows. United State
- Ridwan. 2020. “Penerapan Rekayasa Mesin Sortir Sebagai Penentu Kematangan Buah Jeruk dan Tomat Merah Berbasis *Image Processing*”. Lampung
- Yulistrina. 2016. “Rancang Bangun Alat Sortasi Otomatis untuk Buah Tomat Menggunakan Aplikasi *Image Processing*”. Padang
- Yulian. 2011. Segmentasi warna RGB ke HSV
- Zahara, Bella. 2019. “Rancang Bangun Alat Sortir Buah Tomat Otomatis Menggunakan Aplikasi *Image Processing*”. Palembang

*Lampiran 3 Biodata Penulis*



Penulis bernama Lucky Edy Prakoso Sulastiyo, dilahirkan di Makassar tanggal 11 Juni 2001. Merupakan anak ke lima dari lima bersaudara. Pada tahun 2013 lulus dari SD INPRES PERUMNAS ANTANG 2 Makassar. Pada tahun 2016 lulus dari SMPN 17 Makassar dan lulus dari 2019 dari SMAN 10 Makassar. Pada tahun 2019 penulis menjadi Mahasiswa di Politeknik Negeri Ujung Pandang di Jurusan Teknik Mesin Program Studi D4 Teknik Mekatronika dan telah menyelesaikan pendidikan pada tahun 2023.



Penulis bernama Ahmad Fakhri Ramadhan Musakkir, dilahirkan di Kab. Pangkajene dan Kepulauan, Tanggal 27 November 2001. Merupakan anak ke dua dari dua bersaudara. Pada tahun 2013 lulus dari SDN 31 Tumampua V Pangkajene. Pada tahun 2016 lulus dari SMP-IT Shohwatul Is'ad dan lulus dari 2019 dari SMAN 13 Pangkep. Pada tahun 2019 penulis menjadi Mahasiswa di Politeknik Negeri Ujung Pandang di Jurusan Teknik Mesin Program Studi D4 Teknik Mekatronika dan telah menyelesaikan pendidikan pada tahun 2023.

## **Rancang Bangun Sistem Sortir Buah Berbasis *Internet of Things***

**Lucky Edy Prakoso<sup>1\*</sup>, Ahmad Fakhri Ramadhan<sup>2</sup>, Akhmad Taufik<sup>3</sup>,  
Mukhtar<sup>4</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\*ahmd.fakhri27@gmail.com

**Abstract** : Fruit is one of the most important needs for society. Fruit also contributes quite well to the Indonesian economy, continuing to grow positively. Referring to BPS data, the potential and market opportunities of the fruit industry continue to increase, which is caused by increasing consumers and increasing income and public awareness of nutrition. This research aims to create a tool that functions to automatically sort fruit using Image Processing applications and apply the Internet of Things (IoT) to monitoring fruit sorting tools. The stages carried out are conducting literature studies, component installation, and try and error. Furthermore, do hardware design and software design design. After the design is carried out, trials are carried out, namely checking mechanical, electronic components and program testing. Test results are recorded and written into reports.

**Keyword** : *Internet of things ; Tomato ; Camera*

Abstrak : Buah merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting untuk masyarakat. Buah juga memberi kontribusi yang cukup baik untuk perekonomian Indonesia, terus bertumbuh positif. Merujuk data BPS, potensi dan peluang pasar industri buahbuahan terus meningkat, yang disebabkan oleh bertambahnya konsumen dan meningkatnya pendapatan serta kesadaran masyarakat akan gizi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alat yang berfungsi untuk melakukan penyortiran buah secara otomatis menggunakan aplikasi *Image Processing* serta menerapkan *Internet of Things (IoT)* pada monitoring alat penyortiran buah.

**Kata kunci** : Internet of things ; Tomat ; Kamera

### **I. PENDAHULUAN**

Buah merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting untuk masyarakat. Buah memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin sehingga baik untuk kesehatan. Menurut Kemenkes, Buah merupakan sumber berbagai vitamin (Vitamin A,B,B1,B6,C), mineral yang terkandung dalam buah berperan sebagai anti oksidan.

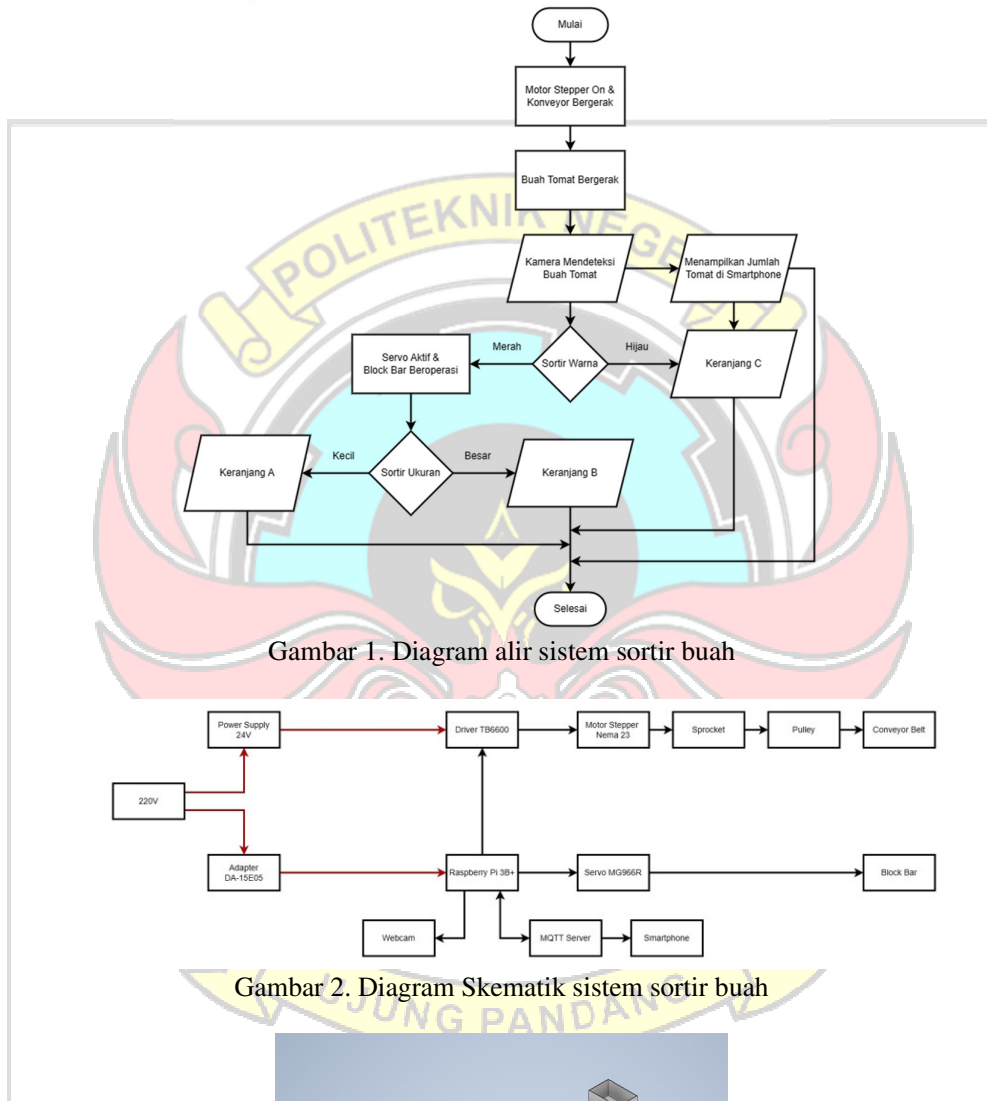
Buah juga memberi kontribusi yang cukup baik untuk perekonomian Indonesia, terus bertumbuh positif. Merujuk data BPS diketahui bahwa produksi buah-buahan nusantara terus mengalami peningkatan. Pada 2021 mencapai 25,96 juta ton atau mengalami peningkatan sebesar 5,4% dibandingkan produksi 2020 sejumlah 24,63 juta ton.

Potensi dan peluang pasar industri buahbuahan terus meningkat, yang disebabkan oleh bertambahnya konsumen dan meningkatnya pendapatan serta kesadaran masyarakat akan gizi. Hal ini menuntut tersedianya buah-buahan yang berkualitas baik dan mutu buah yang seragam.

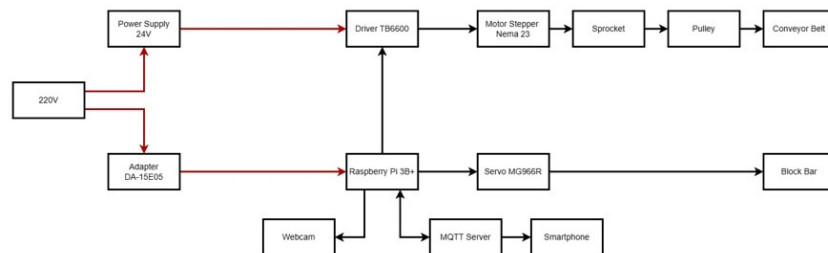
Untuk menjaga kualitas buah, selain pembudidayaan yang baik juga diperlukan perlakuan pascapanen yang baik pula. Penanganan pasca panen yang kurang baik akan mempengaruhi mutu buah sehingga akan mempengaruhi harga jual. Salah satu tahapan kegiatan pascapanen yang cukup menentukan adalah penyortiran. Proses ini mencakup pemisahan produk berdasarkan satu atau beberapa kriteria misalnya berat, ukuran, warna dan sebagainya. Parameter warna sangat menentukan mutu buah karena dapat menunjukkan tingkat kematangan buah dan daya tarik selera konsumen.

## II. METODE PENELITIAN

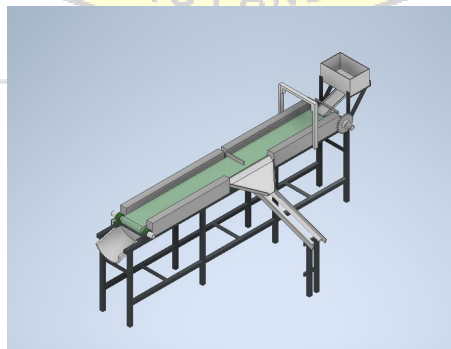
Tahap yang dilakukan adalah melakukan studi literatur, pemasangan komponen, dan *try and error*. Selanjutnya melakukan perancangan design *hardware* serta perancangan desain *software*. Setelah perancangan dilakukan, dilakukan uji coba yaitu pengecekan komponen mekanik, elektronik dan pengujian program. Hasil pengujian direkam dan dituliskan ke dalam laporan.



Gambar 1. Diagram alir sistem sortir buah



Gambar 2. Diagram Skematik sistem sortir buah



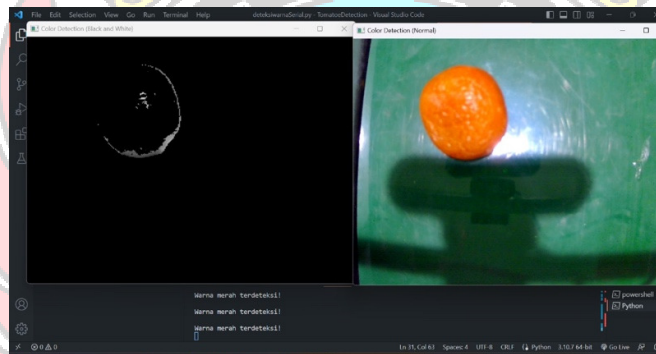
Gambar 3. Desain 3D sistem sortir buah

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Gerakan conveyor bergantung pada jumlah step pada putaran motor stepper setiap detik. Dari hasil uji coba ini, kami menetapkan variasi jumlah step dalam 5 kali percobaan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan tomat pada conveyor dari ujung ke ujung.

No	Jumlah Step per detik	Waktu (Detik)
1	800	24.82
2	1000	19.67
3	1200	16.81
4	1400	14.12
5	1600	12.69

Ketika step pada motor dinaikkan dengan kelipatan 200, maka terjadi peningkatan waktu dengan rata-rata 2 detik. Kemudian, kami juga menguji alat ini mampu menyortir buah tomat matang dan mentah.



Gambar 4. Pengujian Deteksi Tomat Matang

Jika window bagian kiri pada layer menampilkan warna putih, berarti menandakan kamera mendeteksi bahwa buah yang masuk pada *frame* kamera memiliki tingkat kematangan yang cukup untuk dilakukan penyortiran.

Strength Range	Hue	Saturation	Value	Note
Min	30.60	80.20	45	Tidak Matang
Max	30.85	95.40	55	Tidak Matang
Min	25.55	85.30	65	Matang
Max	15.80	90.50	75	Matang

Kemudian ada 2 kategori tomat yang akan melakukan proses penyortiran, yaitu kategori tomat tidak matang dan tidak matang, Setiap kategori memiliki nilai minimum dan



maksimum HSV yang akan terdeteksi yang berikutnya akan dilakukan sistem penyortiran. Tetapi hasil dari nilai HSV dapat terpengaruh oleh jenis kamera dan pencahayaan Ketika melakukan uji coba. Maka dari itu pengujian dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan kecepatan motor stepper 1200 step per detik.

PERCOBAAN	WARNA	TERSORTIR	BERHASIL/TIDAK
1	Merah	√	Berhasil
2	Merah	√	Berhasil
3	Merah	√	Berhasil
4	Hijau	x	Berhasil
5	Hijau	x	Berhasil
6	Hijau	x	Berhasil
7	Merah	x	Tidak Berhasil
8	Hijau	√	Tidak Berhasil
9	Merah	√	Berhasil
10	Merah	√	Berhasil
11	Hijau	√	Tidak Berhasil
12	Hijau	√	Tidak Berhasil
13	Merah	√	Berhasil
14	Merah	√	Berhasil
15	Merah	x	Tidak Berhasil
16	Hijau	x	Berhasil
17	Hijau	√	Tidak Berhasil
18	Hijau	x	Berhasil
19	Merah	√	Berhasil
20	Hijau	√	Tidak Berhasil

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji coba diatas, maka bisa disimpulkan bahwa pengaplikasian *image processing* berhasil. Adapun faktor yang mempengaruhi kegagalan pada penyortiran berasal dari mekanisme alat. Seperti kemiringan *roller* pada bagian tertentu, sehingga membuat buah tomat mengarah ke sort transport.

#### IV. KESIMPULAN

- a. Alat untuk melakukan penyortiran berbasis *image processing* secara otomatis telah berhasil dibuat. Alat ini dilengkapi dengan kamera, dan program deteksi buah berdasarkan warna.
- b. Alat ini dapat dimonitoring dari jarak jauh melalui penerapan *Internet of Things*, monitoring dalam hal ini adalah menampilkan hasil deteksi buah serta melakukan on/off pada alat. Penggunaan protokol MQTT pada alat juga memudahkan pengguna karena tidak terlalu membutuhkan koneksi jaringan internet, sehingga ramah digunakan untuk petani tomat.