

# **TUGAS AKHIR**

## **KENDALI PERGERAKAN *MOBILE MANIPULATOR* PEMETIK STROBERI DENGAN *IMAGE* *PROCESSING***



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH:**

**DESTRY ZUMAR SASTIANI**

**061840341354**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**KENDALI PERGERAKAN *MOBILE MANIPULATOR*  
PEMETIK STROBERI DENGAN *IMAGE PROCESSING***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Terapan Program Studi Teknik Elektro**

Oleh:

**DESTRY ZUMAR SASTIANI  
061840341354**

**Palenbang, Agustus 2022**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**



**Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M  
NIP. 19660311 199203 1 004**

**Pembimbing II**



**Dr. Eng Fresna Dewi, S.T., M.Eng  
NIP. 19771125 200003 2 001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**



**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.  
NIP. 19650129 199103 1 002**

**Koordinator Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik Elektro**



**Masayu Anisah, S.T., M.T.  
NIP. 19701228 199302 2 001**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

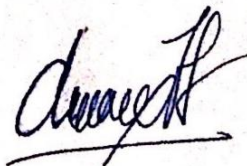
Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Destry Zumar Sastiani  
NIM : 0618 4034 1354  
Judul : Kendali Pergerakan *Mobile Manipulator* Pemetik Stroberi  
dengan *Image Processing*

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2022



Destry/Zumar Sastiani  
NIM. 061840341354

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE - PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Destry Zumar Sastiani  
NIM : 0618 4034 1354  
Judul : Kendali Pergerakan *Mobile Manipulator* Pemetik Stroberi  
dengan *Image Processing*

Memberikan izin kepada Pembimbing Tugas Akhir dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun saya tidak memublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Tugas Akhir sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

**Palembang,**

**Juli 2022**



**Destry Zumar Sastiani**

**NIM. 061840341354**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

**“Manganggap pemahaman berarti kebahagiaan dan manganggap pengetahuan adalah prasyarat untuk bertahan hidup”**

**-Cosmos, Carl Sagan-**

### PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk:*

- ❖ Allah SWT atas segala berkah, pertolongan dan kemudahan dalam segala urusan serta karunia-Nya dan kepada Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan ku di muka bumi ini.
- ❖ Kedua Orang Tua saya, mama (Agustini) dan papa (Suardi) serta Kedua Ayuk Saya (Eka Zumar Sastiani dan Dwi Rohma Zumar Sastiani) yang selalu mendukung, memberikan do'a, dan semangat tanpa pamrih.
- ❖ Kedua dosen pembimbing saya, Pembimbing I (Bapak Dr.RD.Kusumanto, S.T., M.M) dan Pembimbing II (Ibu Dr.Eng Tresna Dewi, S.T., M.Eng) yang telah menuntun, memberikan arahan dan membantu proses penelitian hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- ❖ Diri saya sendiri yang telah berusaha dan melawan rasa malas.
- ❖ Teman - Teman Satu Angkatan Mekatronika DIV 2018 yang telah bekerja sama dan saling support
- ❖ Kepada keluarga, saudara, teman, serta orang terdekat yang tanpa pamrih selalu membantu dan mendukung proses penelitian hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

## ABSTRAK

### KENDALI PERGERAKAN *MOBILE MANIPULATOR* PEMETIK STROBERI DENGAN *IMAGE PROCESSING*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, juli 2022

Destry Zumar Sastiani; dibimbing oleh Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M. dan Dr.Eng  
Tresna Dewi S.T., M.Eng

65 halaman, 43 gambar, 15 tabel, lampiran

Perkembangan teknologi dapat mendukung dan mendorong kegiatan tenaga kerja manusia. Salah satunya adalah teknologi di bidang rekayasa robot. Teknologi robot dirasa mampu untuk membantu mengoptimalkan berbagai lini kehidupan manusia, tak terkecuali sektor pertanian. Sektor pertanian dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan teknologi dengan menerapkan sistem pertanian berbasis robot. Efisiensi dari robot pertanian ini dapat mengurangi pengeluaran biaya pekerja. Mempertimbangkan manfaat ekonomi, biaya panen yang tinggi telah menjadikan robot pemanen sebagai fokus penelitian. Untuk itu penulis merancang sebuah *mobile manipulator* yang dapat membantu tugas petani dalam proses memanen buah stroberi secara otomatis. Untuk dapat mendeteksi buah yang siap panen sistem akan mengambil gambar dengan menggunakan kamera Raspberry Pi sebagai sistem penglihatan dengan menangkap visual berupa spektrum warna buah stroberi dengan memanfaatkan metode *image processing*. Selain itu pada bagian *end effector* dirancang menyerupai sistem gunting yang berfungsi untuk memotong tangkai buah.

**Kata Kunci:** Robot pertanian, *Mobile manipulator*, *Image processing*,

## ***ABSTRACT***

### MOTION CONTROL OF MOBILE MANIPULATOR APPLIED AS A STRAWBERRY HARVESTING ROBOT USING IMAGE PROCESSING

Scientific paper of a final project, July 2022

Destry Zumar Sastiani; guided by Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M. dan Dr.Eng Tresna Dewi S.T., M.Eng

65 pages, 43 pictures, 15 tables, attachments

Technological developments can support and encourage human labor activities. One of them is technology in the field of robot engineering. Robot technology is considered capable of helping to optimize various lines of human life, including the agricultural sector. The agricultural sector can be improved through the use of technology by implementing a robot-based agricultural system. The efficiency of these agricultural robots can reduce the cost expenditure of workers. Considering the economic benefits, the high cost of harvesting has made harvester robots the focus of research. For this reason, the author designed a *mobile manipulator* that can help farmers' tasks in the process of harvesting strawberries automatically. To be able to detect fruits that are ready to harvest, the system will take pictures using the Raspberry Pi camera as a vision system by capturing visuals in the form of a spectrum of strawberry color by utilizing *the image processing method*. In addition, the *end effector* is designed to resemble a scissor system that functions to cut fruit stalks.

**Keywords:** Agricultural robot, *Mobile manipulator*, *Image processing*

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro, dengan judul " **Kendali Pergerakan *Mobile Manipulator* Pemetik Stroberi dengan *Image Processing***". Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada **Kedua Orang Tua, Kedua Ayuk Saya dan Kepada Diri Sendiri** yang dengan tulus dan ikhlas memberikan dukungan moril dan materil serta doanya dalam pembuatan laporan tugas akhir. Selain itu terima kasih juga yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M.**, selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu **Dr. Eng Tresna Dewi, S.T., M.Eng.**, selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada:

1. Bapak Dr.Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir.Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Seluruh Staf Teknisi laboratorium dan bengkel Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.



7. Rekan seperjuangan Angkatan 2018 Sarjana Terapan Teknik Elektro
8. Teman-Teman seperjuangan grup “Beban Kelas” yang telah bahu membahu selama 4 tahun dibangku perkuliahan
9. Keluarga Besar Tim ARCoS yang telah memberikan ilmu dan pengalaman serta bantuan.
10. Teman-Teman “Tim GreenHouse” yang telah berjuang bersama-sama dan membantu saya.
11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal di hadapan Tuhan Yang Maha Esa. Akhir kata penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi pembaca umumnya dan mahasiswa jurusan Teknik Elektro.

Palembang, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE - PUBLIKASI</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1. Tujuan .....	3
1.4.2. Manfaat .....	3
1.5. Metode Penulisan .....	3
1.5.1. Metode Literatur .....	3
1.5.2. Metode Wawancara .....	3
1.5.3. Metode Observasi .....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Mikrokontroler .....	5
2.2. Perangkat Mini PC (Raspberry Pi) .....	7
2.3. Metode Pengolahan Citra.....	9
2.3.1. Color Sorter Filter .....	9
2.3.2. Model Warna RGB .....	10

2.3.3.	Model Warna HSV .....	11
2.4.	<i>Visual Image Processing</i> .....	12
2.4.1.	Citra Digital Bertipe Biner.....	12
2.4.2.	Citra Digital Bertipe RGB atau <i>True Color</i> .....	13
2.5.	Sensor.....	13
2.5.1.	Sensor Citra.....	14
2.5.2.	Sensor Jarak .....	16
2.5.3.	Sensor Garis .....	18
2.6.	Aktuator .....	19
2.6.1.	Motor DC .....	20
2.6.2.	Motor Servo .....	21
2.6.3.	<i>Driver Motor</i> .....	22
2.7.	Panel Surya .....	23
2.8.	<i>Solar Charger Controller (SCC)</i> .....	25
2.9.	Baterai .....	26
2.10.	<i>Battery Management System (BMS)</i> .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>28</b>
3.1.	Kerangka TA .....	28
3.2.	Desain dan Perencanaan Sistem .....	29
3.2.1.	Diagram Blok Sistem.....	29
3.2.2.	Diagram Skematik .....	32
3.2.3.	Diagram Alir Sistem .....	33
3.2.4.	Perancangan Mekanik.....	34
3.3.	Metodologi pengembangan sistem.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>40</b>
4.1.	Overview Pengujian .....	40

4.2.	Alat-alat Pendukung Pengukuran .....	40
4.3.	Langkah-langkah Pengukuran .....	41
4.4.	Langkah-langkah Pengoperasian Alat .....	42
4.5.	Pengukuran Alat .....	42
4.5.1.	Pengukuran Daya <i>Charging</i> .....	43
4.5.2.	Pengukuran Daya Pemakaian .....	46
4.6.	Implementasi <i>Software</i> .....	48
4.6.1.	Pengambilan Citra dengan Sensor Citra .....	48
4.6.2.	Proses Konversi Citra RGB ke Citra HSV dan <i>Color Sorter Filtering</i> ..	49
4.6.3.	Proses <i>Thresholding</i> .....	50
4.6.4.	Proses Pemberian Tanda Lingkaran Dan Titik Koordinat Objek .....	50
4.7.	Implentasi Hardware .....	51
4.7.1.	Hasil Pendeteksian Sensor Garis dan Sensor Citra Terhadap <i>Controller</i> dan Output Gerakan <i>Mobile Manipulator</i> .....	52
4.8.	Pengujian Alat .....	60
4.9.	Analisa Alat .....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>65</b>
5.1.	Kesimpulan.....	65
5.2.	Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>66</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Arduino Mega2560[11] .....	6
<b>Gambar 2. 2</b> Raspberry Pi[13].....	7
<b>Gambar 2. 3</b> Proses Pengolahan Citra[15].....	9
<b>Gambar 2. 4</b> Ruang Warna HSV[15].....	11
<b>Gambar 2. 5</b> Citra Digital Tipe Biner[16] .....	12
<b>Gambar 2. 6</b> Citra Digital Tipe RGB[16] .....	13
<b>Gambar 2. 7</b> Sensor CCD dan CMOS[18] .....	14
<b>Gambar 2. 8</b> Sel Sensor Kamera CCD dan CMOS[18].....	15
<b>Gambar 2. 9</b> Sensor Jarak HC-SR04[20] .....	16
<b>Gambar 2. 10</b> Cara kerja sensor ultrasonik HC-SR04[20] .....	18
<b>Gambar 2. 11</b> Sensor Garis TCRT5000[21].....	18
<b>Gambar 2. 12</b> Motor Servo SG90[23] .....	21
<b>Gambar 2. 13</b> Motor Servo MG996R[24] .....	22
<b>Gambar 2. 14</b> Driver IBT-2 BTS 7960 [25] .....	22
<b>Gambar 2. 15</b> Prinsip Kerja Sel Surya[26] .....	25
<b>Gambar 2. 16</b> Konsep Charge Controller[27] .....	25
<b>Gambar 2. 17</b> Solar Charge Controller[28] .....	26
<b>Gambar 2. 18</b> Baterai LiFePO4[29] .....	27
<b>Gambar 3. 1</b> Blok Diagram Rancangan Penelitian (Dokumen Pribadi, 2022)....	28
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram Sistem (Dokumen Pribadi, 2022) .....	30
<b>Gambar 3. 3</b> Skematik Rangkaian Elektrikal Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	32
<b>Gambar 3. 4</b> Flowchart Sistem Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	33
<b>Gambar 3. 5</b> Tampak Isometri Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	34
<b>Gambar 3. 6</b> Tampak Samping Kiri Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	34

<b>Gambar 3. 7</b> Tampak Samping Kanan Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	35
<b>Gambar 3. 8</b> Tampak Atas Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	35
<b>Gambar 3. 9</b> Tampak Depan Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	36
<b>Gambar 3. 10</b> Tampak Belakang Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	36
<b>Gambar 3. 11</b> Tampak Bawah Mobile Manipulator Pemetik Stroberi (Dokumen Pribadi, 2022).....	37
<b>Gambar 3. 12</b> Tampilan Mobile Manipulator Pemetik Stroberi Pada Saat Panel Surya Tidak di Pasangkan (Dokumen Pribadi, 2022).....	38
<b>Gambar 4. 1</b> Multimeter .....	40
<b>Gambar 4. 2</b> Irradiance Meter.....	41
<b>Gambar 4. 3</b> Titik Pengukuran (Dokumen Pribadi, 2022) .....	43
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Perbandingan Arus Tegangan (Dokumen Pribadi, 2022) ...	44
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Perbandingan Arus Tegangan (Dokumen Pribadi, 2022) ...	45
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Perbandingan Arus Tegangan (Dokumen Pribadi, 2022) ...	47
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik Perbandingan Arus Tegangan (Dokumen Pribadi, 2022) ...	47
<b>Gambar 4. 8</b> Raw Image yang ditangkap Sensor Citra (Dokumen Pribadi, 2022) .....	48
<b>Gambar 4. 9</b> Tampilan Taskbar Nilai HSV (Dokumen Pribadi, 2022) .....	49
<b>Gambar 4. 10</b> Citra yang Telah Bertipe Biner (Dokumen Pribadi, 2022).....	50
<b>Gambar 4. 11</b> Pendeteksian Buah yang akan di Petik (Dokumen Pribadi, 2022) .....	51
<b>Gambar 4. 12</b> Ilustrasi Area Pengujian (Dokumen Pribadi, 2022).....	60
<b>Gambar 4. 13</b> Bentuk Fisik Area Pengujian (Dokumen Pribadi, 2022).....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Spesifikasi Arduino Mega2560 .....	7
<b>Tabel 2. 2</b> Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B .....	8
<b>Tabel 2. 3</b> Daftar Warna RGB .....	10
<b>Tabel 2. 4</b> Spesifikasi Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04.....	17
<b>Tabel 2. 5</b> Spesifikasi Sensor Garis TCRT5000.....	19
<b>Tabel 2. 6</b> Spesifikasi Motor Servo SG960.....	21
<b>Tabel 2. 7</b> Spesifikasi Motor Servo MG966R.....	22
<b>Tabel 2. 8</b> Tabel Nilai Pin Driver Motor IBT-2 BTS 7960.....	23
<b>Tabel 2. 9</b> Spesifikasi Panel Surya .....	24
<b>Tabel 4. 1</b> Tabel Pengukuran Arus Tegangan Pada Saat Charging Tanggal 22 Juli 2022.....	44
<b>Tabel 4. 2</b> Tabel Pengukuran Arus Tegangan Pada Saat Charging Tanggal 21 Juli 2022.....	45
<b>Tabel 4. 3</b> Tabel Pengukuran Arus Tegangan Pada Saat ON Tanggal 22 Juli 2022 .....	46
<b>Tabel 4. 4</b> Tabel Pengukuran Arus Tegangan Pada Saat ON Tanggal 21 Juli 2022 .....	47
<b>Tabel 4. 5</b> Pengaruh Data Nilai Sensor Garis dan Nilai Koordinat Objek Terhadap Gerak Mobile Manipulator.....	53
<b>Tabel 4. 6</b> Tabel Tingkat Keberhasilan .....	61