

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI LENGAN MEKANIS 2-DOF PADA
SISTEM SORTIR BERBASIS *RASPBERRY PI***



**Oleh:
MALIKUSHWARI ISMAIL
03051281722060**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI LENGAN MEKANIS 2-DOF PADA
SISTEM SORTIR BERBASIS *RASPBERRY PI***



**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
MALIKUSSHWARI ISMAIL
03051281722060**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI LENGAN MEKANIS 2-DOF PADA SISTEM SORTIR BERBASIS *RASPBERRY PI*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

Malikusshwari Ismail

03051281722060



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Inderalaya, 12 Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Proposal Skripsi



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MALIKUSSHWARI ISMAIL
NIM : 03051281722060
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : IMPLEMENTASI LINGKUP MEKANIS 2-DOF PADA
SISTEM SORTIR BERBASIS *RASPBERRY PI*
DIBUAT : NOVEMBER 2020
SELESAI : JUNI 2021

Indralaya, 12 Juli 2021

**Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi**



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Implementasi Lengan Mekanis 2-DOF pada Sistem Sortir Berbasis *Raspberry Pi*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juni 2021

Palembang, 30 Juni 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. (Gunawan, S.T, M.T., PhD)

NIP. 197705072001121001

()

Sekretaris:

2. (Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.)

NIP. . 197002281994121001

()

Anggota:

3. (Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.)

NIP. 197909272003121004

()



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D

NIP. 19711225 199702 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Malikusshwari Ismail
NIM : 03051281722060
Judul : Implementasi Lengan Mekanis 2-DOF pada Sistem Sortir
Berbasis *Raspberry Pi*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Indralaya, 12 Juli 2021



Malikusshwari Ismail
03051281722060

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Malikusshwari Ismail

NIM : 03051281722060

Judul : Implementasi Lengan Mekanis 2-DOF pada Sistem Sortir
Berbasis *Raspberry Pi*

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

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

Indralaya, 12 Juli 2021



Malikusshwari Ismail
NIM. 03051281722060

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Implementasi Lengan Mekanis 2-DOF pada Mesin Sortir Berbasis *Raspberry Pi*”.

Dalam penyusunan tulisan laporan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian laporan ini. Terima kasih kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada saya agar mampu menjalani perkuliahan dengan baik dan lancar.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D sebagai pengajar sekaligus dosen pembimbing.
3. Ketua Jurusan, Sekretaris Jurusan dan dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi di dalam dunia pendidikan dan industri.

Palembang, Juni 2021



Penulis

RINGKASAN

IMPLEMENTASI LENGAN MEKANIS 2-DOF PADA SISTEM SORTIR BERBASIS *RASPBERRY PI*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 23 Juni 2021

Malikusshwari Ismail, Dibimbing oleh Irsyadi yani , S.T., M.Eng., Ph.D

IMPLEMENTATION OF 2-DOF MECHANICAL ARM ON A RASPBERRY PI BASED SORTING SYSTEM

XXIX + 83 Halaman, 16 Tabel, 39 Gambar, 7 Lampiran

RINGKASAN

Teknologi saat ini terus berkembang sehingga berperan penting sebagai hal yang membantu kegiatan manusia untuk melaksanakan pekerjaannya. Dengan memanfaatkan pergerakan dan bentuk yang dirancang sesuai kebutuhan, robot dapat dengan mudah membantu pekerjaan manusia. Dalam dunia industri, kerap kali kita menemukan proses pemilahan barang. Pada umumnya, proses ini masih dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia. Proses memilah dengan menggunakan tenaga manusia masih banyak kekurangan. Tingkat fokus manusia hanya dapat bertahan 4 jam tanpa istirahat dan asupan glukosa *Raspberry pi* dapat digunakan sebagai otak dari mesin pemilah otomatis, untuk mengirimkan sinyal ke aktuator yang menggerakkan lengan pendorong. Lengan pendorong mesin sortir dapat digerakkan dengan beberapa cara seperti menggunakan *pneumatic*, motor DC, Motor Servo, dan lain lain . *Raspberry pi* 3 B+ adalah sebuah komputer yang berukuran sangat kecil dan relatif terjangkau ini banyak disukai banyak orang. Harganya lebih murah dari harga video game yang ada di pasaran. Namun, dapat digunakan untuk mempelajari *coding*, membangun sebuah robot dan membuat banyak jenis proyek yang dapat dibilang

aneh namun menakjubkan system identifikasi memanfaatkan OpenCV. OpenCV atau juga dikenal dengan *Open Source Computer Vision Library* merupakan sebuah perangkat lunak *computer vision* yang digunakan untuk *Machine Learning*. Sistem pemilahan akan diawali dengan proses identifikasi. hal ini menggunakan sensor yang di proses di *Raspberry pi* Setelah proses identifikasi, selanjutnya *raspberry pi* akan memerintahkan motor DC dan motor servo. Setelah itu lengan mekanis akan mendorong objek yang akan disortir. Penelitian ini menggunakan meja kerja dengan ukuran 865mm x 700mm. *Webcam* diletakkan mengarah ke area penempatan objek uji, yakni tepat di depan lengan Mekanis agar dapat mendapatkan gambar yang baik dan tidak terganggu oleh benda-benda lain. *Webcam* diletakkan sejauh 130 mm dari meja kerja dengan sudut pandang sebesar 60°. Dari perhitungan diketahui gaya dorong maksimal dari lengan Mekanis adalah 500 gram. Setelah 300 kali pengujian yang dilakukan didapati bahwa seluruh pengujian berhasil di identifikasi oleh system, sehingga persentase keberhasilan mencapai 100%. Hal ini berarti system identifikasi ini dapat bekerja dengan hasil yang sangat baik. Didapati hasil bahwa lengan Mekanis yang dirancang untuk pemilahan objek berdasarkan warn aini mempunyai tingkat keberhasilan 100%. Lengan ini juga memiliki nilai *error* koordinat posisi x sebesar 9.61 %, % koordinat posisi y sebesar 14.76 % dan koordinat posisi z sebesar 0% dengan kemampuan memilah objek dengan berat maksimal sebesar 500 gram

Kata kunci : *Raspberry Pi*, Lengan Mekanis, OpenCV

SUMMARY

IMPLEMENTATION OF 2-DOF MECHANICAL ARM ON A RASPBERRY PI BASED SORTING SYSTEM

Scientific writing in the form of Thesis, Juni 23th 2021

Malikusshwari Ismail, Supervised by Irsyadi yani , S.T., M.Eng., Ph.D.

IMPLEMENTASI LENGAN MEKANIS 2-DOF PADA SISTEM SORTIR BERBASIS *RASPBERRY PI*

XXIX + 83 Pages, 16 Table, 39 Images, 7 Attachments

SUMMARY

Nowadays technology continues to develop which plays an important role as a thing that helps human activities to carry out their work. By utilizing movements and designs as needed, robots can easily help human works. In the industrial world, we often find the process of sorting goods which done by human power. This kind of process still has lots of shortcomings. Human focus level only able to last for 4 hours without rest and glucose intake. Raspberry Pi can be used as the brain of an automatic sorting machine, to transmit signals to actuators that move the mechanical arm in which can be driven by several tools such as DC Motor, Servo Motor and other. Raspberry Pi 3 B+ is a very small and relatively affordable computer. The price is cheaper than most of video games prices on the market. However against all the odds it can be used to learn programming language, build a robot and create many types of projects that are arguably strange yet amazing. OpenCV is used for the identification system. Open CV also known as Open Source Computer Vision Software used for machine learning. The sorting system will begin with the identification process. It uses sensors which is a webcam that will be processed in raspberry pi. After that the

raspberry pi will then send signals to DC motor and servo motor to move the mechanical arm. This study used a 865mm x 700mm work desk. The webcam is placed towards the placement area of the test object, which is right in front of the mechanical arm in order to obtain a good image and not be disturbed by other objects.it placed 130mm above the workbench with a viewing angle of 60 °. From the calculation of known maximum force of mechanical arm is 500 grams. After 300 tests, it was found that all test were successfully identified by the identification system, resulting a 100% success rate. This arm also has an error value x,y,z coordinate sistem respectively 9.61%, 14.76% and 0%. With the maximum weight of the test object is 500 gram

Keywords: Raspberry pi, Mechanical Arm, OpenCV

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Pernyataan Intergritas	xi
Kata Pengantar	xv
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Gambar	xxvii
Daftar Rumus	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2 Sistem Kendali	6
2.2.1 Sistem kendali loop terbuka	7
2.2.2 Sistem Kendali Loop tertutup.....	7
2.3 <i>Raspberry pi 3 B+</i>	8
2.3.1 <i>GPIO Raspberry pi 3 B +</i>	9
2.4 Motor DC	11
2.4.1 Bagian Motor DC	12
2.4.2 Prinsip kerja Motor DC	13
2.4.3 <i>Motor Control Devices</i>	13
2.5. Motor Servo.....	15
2.5.1. Prinsip Kerja Motor Servo	15
2.6. Konsep Dasar Manipulator Robot.....	15
2.7. Konsep Kinematika	16
2.7.1. Forward Kinematic.....	16

2.7.2. Inverse Kinematic.....	16
2.8. Metode Denavit – Hartenberg	16
2.9 Ruang Warna	18
2.10 OpenCV	19
2.11 Matriks Referensi Jurnal.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Perancangan	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.3. Alat dan Bahan	24
1. Meja Kerja	25
2. Lengan Mekanis	25
3. Motor DC N20.....	26
4. L298N Motor Driver	27
5. Motor Servo MG90S	28
6. <i>Raspberry pi</i> 3 Model B+	29
7. Display Monitor 7 Inch	30
8. Webcam.....	31
3.4 Perancangan Sistem.....	31
3.5 Analisis Gaya Lengan.....	32
3.6 Perhitungan Kinematika	32
3.7 Pengelompokan Data Berdasarkan Warna	33
3.8. Pemrograman <i>Raspberry Pi</i>	33
3.9 Analisis dan Kesimpulan	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pendahuluan	35
4.2 Eksperimental Setup Penelitian.....	35
4.3 Analisis Gaya Lengan.....	37
4.4 Perhitungan Kinematika Maju.....	37
4.5 Pengelompokan Data Berdasarkan Warna	48
4.6 Pemrograman <i>Raspberry Pi</i>	55
4.7 Analisis Gerak Lengan	57
4.8 Pengujian Sistem Sortir	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67

5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
DAFTAR LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Matriks Referensi Jurnal	19
Tabel 3.2 Keterangan Desain Eksperimental	19
Tabel 3.3 Spesifikasi Motor DC N20	27
Tabel 3.4 Spesifikasi Motor Servo MG90S	28
Tabel 3.5 Spesifikasi Raspberry pi	29
Tabel 3.6 Spesifikasi Webcam	31
Tabel 4.1 Parameter D-H Posisi Awal Lengan	42
Tabel 4.2 Parameter D-H Posisi Lengan 1	42
Tabel 4.3 Parameter Posisi Lengan 2	44
Tabel 4.4 Parameter D-H Posisi Lengan 3	46
Tabel 4.5 Rentang Nilai Objek Uji Merah	48
Tabel 4 6 Rentang Nilai Objek Uji Biru.....	48
Tabel 4.7 Rentang Nilai Objek Uji Hijau.....	49
Tabel 4.8 Sudut Posisi Lengan 1	58
Tabel 4 9 Sudut Posisi Lengan 2	58
Tabel 4.10 Langkah posisi lengan 1	59
Tabel 4.11 Langkah posisi 2.....	60
Tabel 4.12 Langkah Posisi 3	60
Tabel 4.13 Data Hasil Koordinat Posisi <i>End-Effector</i>	61
Tabel 4. 14 Selisih dan Persentase Error Koordinat.....	63
Tabel 4.15 Selisih dan Persentase Error Sudut dan Langkah.....	63
Tabel 4.15 Pengujian Sistem Sortir	635

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>State of The Art</i> Penelitian.....	6
Gambar 2.2 Sistem Loop Terbuka(Ogata, 2017)	7
Gambar 2.3 Sistem Loop Tertutup(Ogata, 2017).....	8
Gambar 2.4 <i>Raspberry Pi 3 Model B+</i>	9
Gambar 2.5 GPIO Pin <i>Raspberry Pi</i>	10
Gambar 2.6 Motor DC.....	12
Gambar 2.7 Bagian-Bagian Motor DC.....	12
Gambar 2. 8 Saklar Mekanis Motor DC.....	14
Gambar 2.9 Pengaplikasian Sensor	14
Gambar 2.10 Ruang Warna RGB.....	18
Gambar 2.11 Ruang Warna HSV	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Desain Eksperimental.....	24
Gambar 3.3 Lengan Mekanis	26
Gambar 3.4 Motor DC N20.....	26
Gambar 3.5 Motor Driver l298N.....	27
Gambar 3.6 Motor Servo MG90S	28
Gambar 3.7 <i>Raspberry Pi 3 Model B+</i>	29
Gambar 3.8 Display Monitor.....	30
Gambar 3.9 Webcam.....	31
Gambar 3.10 Diagram Sistem	32
Gambar 4.1 Eksperimental Setup.....	35
Gambar 4.2 Penangkapan Gambar	36
Gambar 4.3 Sistem Sortir Berbasis <i>Raspberry Pi</i>	36
Gambar 4.4 <i>Frame Assigment</i> Posisi Awal Lengan.....	38
Gambar 4.5 Link 1 Lengan Mekanis.....	38
Gambar 4.6 <i>Frame Assigment</i> Posisi Lengan 1	41
Gambar 4.7 <i>Frame Assigment</i> Posisi Lengan 2	43
Gambar 4.8 <i>Frame Assigment</i> Posisi Lengan 3	46

Gambar 4.9 Grafik Distribusi Nilai <i>Hue</i> Objek Merah	49
Gambar 4.10 Grafik Distribusi Nilai <i>Saturation</i> objek Merah	50
Gambar 4.11 Grafik Distribusi Nilai <i>Value</i> Objek Merah.....	50
Gambar 4.12 Grafik Distribusi Nilai <i>Hue</i> Objek Biru.....	51
Gambar 4.13 Grafik Distribusi Nilai <i>Saturation</i> Objek Biru	51
Gambar 4.14 Grafik Distribusi Nilai <i>Value</i> Objek Biru.....	52
Gambar 4.15 Grafik Distribusi Nilai <i>Hue</i> Objek Hijau.....	52
Gambar 4.16 Grafik Distribusi Nilai <i>Saturation</i> Objek Hijau.....	53
Gambar 4.17 Grafik Distribusi Nilai <i>Value</i> Objek Hijau	53
Gambar 4.18 Ukuran Gigi Pada Lengan	56

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Matriks Denavit Hartenberg.....	56
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Teknologi saat ini terus berkembang sehingga berperan penting sebagai hal yang membantu kegiatan manusia untuk melaksanakan pekerjaannya. Pekerjaan manusia dapat dipermudah serta dipercepat penyelesaiannya dengan bantuan teknologi. Robot merupakan satu dari banyak teknologi pendukung yang dapat menyelesaikan pekerjaan manusia. Dengan memanfaatkan pergerakan dan bentuk yang dirancang sesuai kebutuhan, robot dapat dengan mudah membantu pekerjaan manusia. Saat ini banyak peneliti yang mengembangkan jenis-jenis robot yang dapat di aplikasikan untuk membantu pekerjaan manusia. Salah satu sektor yang dapat memanfaatkan bantuan robot adalah sektor industri, seperti industri otomotif, industri, industri logistik, pengendalian bagasi bandara dan lain-lain.

Dalam dunia industri, kerap kali kita menemukan proses pemilahan barang. Pada umumnya, proses ini masih dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia. Proses memilah dengan menggunakan tenaga manusia masih banyak kekurangan. Tingkat fokus manusia hanya dapat bertahan 4 jam tanpa istirahat dan asupan glukosa. Kadar glukosa di dalam darah yang tinggi di pagi hari setelah sarapan dan akan menurun seiring terpakainya energi untuk beraktivitas di siang hari, manusia juga butuh tidur, hal ini akan berdampak pada terbuangnya waktu yang cukup banyak dan merugikan sektor industri yang bersangkutan.

Untuk mengurangi terbuangnya waktu pada proses pemilahan barang, dapat digunakan mesin pemilah otomatis yang berbasis mikrokontroler, ada banyak mikrokontroler yang ada di pasaran seperti *Raspberry pi*, *Arduino Beaglebone*, *Shark Cove*, *Minnowboard Max* dan lain lain. Namun, kontroler-kontroler ini memiliki tingkat ketahanan tersendiri. Arduino hanya dapat bekerja tanpa henti selama 49,71 hari (Barański *et al.*, 2019) sedangkan menurut

projectbooknya (Das, 2009), *raspberry pi* dapat bekerja tanpa henti selama bertahun tahun.

Raspberry pi dapat digunakan sebagai otak dari mesin pemilah otomatis, untuk mengirimkan sinyal ke aktuator yang menggerakkan lengan pendorong. Lengan pendorong mesin sortir dapat digerakkan dengan beberapa cara seperti menggunakan *pneumatic*, motor DC, Motor Servo, dan lain lain .

Motor DC(*direct current*) adalah suatu motor listrik yang sumber dayanya merupakan listrik arus searah.(Petruzella, 1985). Saat ini sudah banyak jenis motor DC yang beredar di pasaran, dengan beragam variasi putaran dan torsi yang berbeda yang sesuai dengan daya yang dibutuhkan motor tersebut. Torsi dan putaran motor DC dapat diatur dengan menggunakan roda gigi, sehingga dapat menghasilkan pendorongan yang sesuai dengan yang diinginkan.

Penelitian ini merancang sebuah mesin pemilah otomatis dengan memfokuskan pada bagian lengan Mekanisnya. Lengan Mekanis yang dirancang di desain untuk dapat menggunakan material sedikit mungkin namun dapat cukup kuat untuk mendorong objek yang akan dipilah. Lengan ini akan dikontrol dengan menggunakan *raspberry pi* untuk menggerakkan motor DC dan motor servo. Lengan Mekanis ini memiliki 2 derajat kebebasan.

1.2.Rumusan Masalah

Merujuk keadaan dari latar belakang maka dibutuhkan sebuah sistem pemilah otomatis yang dapat bekerja tanpa henti untuk mengurangi waktu yang terbuang dengan menggunakan *Raspberry Pi* sebagai otak dari system tersebut, dan menggunakan motor DC dan motor servo sebagai penggerak mekanisme sortir.

1.3.Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. penelitian ini dilakukan untuk dapat merancang mesin sortir otomatis dengan basis *raspberry pi*
- b. menggunakan dua objek yang berbeda

- c. benda uji bersifat statis di atas meja kerja.
- d. akan dibuat 1 lengan mekanis yang akan mendorong benda uji
- e. mengatur putaran dan torsi motor DC untuk menggerakkan pusher dengan roda gigi.
- f. pemrograman *raspberry pi* menggunakan *python*.

1.4.Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu lengan mekanis dengan 2 derajat kebebasan yang dapat memilah tiga objek berdasarkan warna dengan menggunakan *raspberry pi* sebagai otak untuk menjalankan lengan mekanis tersebut serta mengetahui keakuratan koordinat pergerakan lengan Mekanis tersebut.

1.5.Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh penelitian ini adalah apat digunakannya hasil dari penelitian ini sebagai alat peraga pada laboratorium jurusan teknik mesin universitas sriwijaya. Serta dapat digunakan untuk pengembangan pada peneltian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, F.A. (2019), “The Kinematics Analysis of Robotic Arm manipulators Cylindrical Robot RPP Type for FFF 3D Print using Scilab The Kinematics Analysis of Robotic Arm manipulators Cylindrical Robot RPP Type for FFF 3D Print using Scilab”, available at:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012100>.
- Atef A, Rezeki, S.F., El-shenawy, A. and Diab, M. (2013), “Design and Development of 5-DOF Color Sorting Manipulator for Industrial Applications”, No. January 2016.
- Barański, R., Galewski, M.A. and Nitkiewicz, S. (2019), “The study of arduino uno feasibility for DAQ purposes”, *Diagnostyka*, Vol. 20 No. 2, pp. 33–48.
- Budiharto, W. (2014), *Robotika Modern Teori Dan Implementasi (Edisi Revisi)*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Das, A. (2009), “Raspberry Pi Projects Book”, Pearson Education India, p. 200.
- Dharmawan, A.B. and Lina, L. (2017), “Penerapan Metode Denavit-Hartenberg Pada Perhitungan Inverse Kinematics Gerakan Lengan Robot”, *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, Vol. 1 No. 1, available at:<https://doi.org/10.24912/jmstkik.v1i1.441>.
- Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. (2018), *Digital Image Processing (4th Ed)*.
- Gulzar, M.M., Ling, Q., Iqbal, S. and Javed, M.Y. (2016), “Mechanical Design and Control of Low-Cost Robotic Manipulator MECHANICAL DESIGN AND CONTROL OF LOW-COST ROBOTIC”, No. March.
- Halfacree, G. (2018), “The Official Raspberry Pi Beginner’s Guide How to use your new computer”, Raspberry Pi Trading Ltd, p. 240.
- Hilal, A. and Manan, S. (2015), “Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu”, *Gema Teknologi*, Vol. 17 No. 2, pp. 95–99.

- Kucuk, S. and Bingul, Z. (2006), Robot Kinematics: Forward and Inverse Kinematics, *Industrial Robotics: Theory, Modelling and Control*, available at:<https://doi.org/10.5772/5015>.
- Ogata, K. (2017), *Modern Control Engineering*, Modern Control Engineering, available at:<https://doi.org/10.1201/9781315214573>.
- OpenCV Team. (2021), “About - OpenCV”, available at: <https://opencv.org/about/>.
- Petruzella, F.D. (1985), *Electric Motors.*, Engineering (London), Vol. 225.
- Prasad, A., Gowtham, M., Mohanraman, S. and Suresh, M. (2020), “Automatic Sorting Machine”, *International Research Journal of Multidisciplinary Technovation*.
- Saleh, M. and Haryanti, M. (2017), “Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana ISSN: 2086 - 9479”, *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, Vol. 8 No. 2, pp. 87–94.
- Shah, R. and Pandey, A.B. (2018), “Concept for Automated Sorting Robotic Arm”, *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., Vol. 20 No. 2017, pp. 400–405.
- Sharon, D. (1992), *Robot Dan Otomasi Industri*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Singh, T.P., Suresh, P. and Chandan, S. (2017), “Forward and Inverse Kinematic Analysis of Robotic Manipulators”, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 4 No. 2, pp. 1459–1469.
- Šustek, M., Marčaník, M., Tomášek, P. and Úředníček, Z. (2017), “DC motors and servo-motors controlled by Raspberry Pi 2B”, *MATEC Web of Conferences*, Vol. 125 No. January, available at:<https://doi.org/10.1051/matecconf/201712502025>.
- Zamroni, M. and Moediyono, M. (2010), “Kendali Motor DC Sebagai Penggerak Mekanik Pada Bracket Lcd Proyektor Dan Layar Dinding Berbasis Mikrokontroler AT89S51”, pp. 1–14.
- Zin, T.P. and Nyein, A.K. (2019), “DC Gear-Motor Position Control for 3-DOF

Articulated Painting Robot arm DC Gear-Motor Position Control for 3-DOF Articulated Painting Robot arm”, No. August 2019, pp. 0–5.