



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

***ROBOT TROLI BERGERAK MENGGUNAKAN HAND
GESTURE RECOGNITION BERBASIS IMAGE
PROCESSING***

***MOBILE ROBOT TROLLEY USING HAND GESTURE
RECOGNITION BASED IMAGE PROCESSING***

Oleh :

YUDI ARRASYID
NIM.20.01.01.022

DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMARDIONO, S.Pd., M.T.
NIP. 198912122019031014

ERNA ALIMUDIN, S.T., M.Eng.
NIP. 199008292019032013

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**ROBOT TROLI BERGERAK MENGGUNAKAN
HAND GESTURE RECOGNITION BERBASIS IMAGE
PROCESSING**

**MOBILE ROBOT TROLLEY USING HAND
GESTURE RECOGNITION BASED IMAGE
PROCESSING**

Oleh :

YUDI ARRASYID
NIM.20.01.01.022

DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMARDIONO, S.Pd., M.T
NIP. 198912122019031014

ERNA ALIMUDIN, S.T., M.Eng
NIP. 199008292019032013

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**

HALAMAN PENGESAHAN
ROBOT TROLI BERGERAK MENGGUNAKAN HAND
GESTURE RECOGNITION BERBASIS IMAGE PROCESSING

Oleh :

YUDI ARRASYID
NIM.20.01.01.022

Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
di
Politeknik Negeri Cilacap

Disetujui Oleh

Penguji Tugas Akhir

Pembimbing Tugas Akhir

1. **Galih Mustiko Aji, S.T., M.T.**
NIP.19850917201931005

1. **Arif Sumardiono, S.Pd., M.T.**
NIP.198912122019031014

2. **Hera Susanti, S.T., M.Eng.**
NIP.198604092019032011

2. **Erna Alimudin, S.T., M.Eng.**
NIP.199008292019032013



Mengetahui,
Ketua Jurusan **Kejuruan Teknik Elektro dan Mekatronika**

Agus Samud Yusuf, S.ST., M.T.
NIP.198604282019031005

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Yudi Arrasyid

NIM : 20.01.01.022

Demi mendorong kemajuan ilmu pengetahuan, saya sepakat memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (**Non-Exclusive Royalty-Free Right**) kepada Politeknik Negeri Cilacap atas karya ilmiah saya yang berjudul:


**“ROBOT TROLI BERGERAK MENGGUNAKAN *HAND
GESTURE RECOGNITION* BERBASIS *IMAGE PROCESSING*”**

Politeknik Negeri Cilacap dapat menggunakan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini untuk menyimpan, mengonversi format, mengelola di dalam database, mendistribusikan, serta menampilkan dan mempublikasikan karya ini secara online atau melalui media lain untuk keperluan akademis, tanpa perlu mendapatkan izin terlebih dahulu dari saya. Namun, sangat penting bagi mereka untuk selalu mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya dengan pribadi bertanggung jawab sepenuhnya atas segala konsekuensi hukum yang mungkin terjadi sebagai hasil dari pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap. Pernyataan ini saya sampaikan dengan tulus dan sungguh-sungguh..

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 20 Juli 2023

Yang Menyatakan,



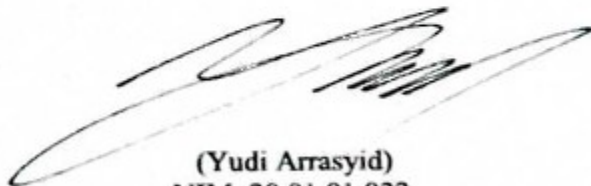
(Yudi Arrasyid)
NIM. 20.01.01.022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan sungguh-sungguh dan tulus, saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini telah dirangkai berdasarkan penelitian, ide-ide, dan presentasi asli penulis mengenai perangkat keras, program, dan teks laporan yang dilampirkan dalam Laporan Akhir ini. Jika ada penggunaan karya orang lain, penulis akan dengan jelas mencantumkan sumbernya. Pernyataan ini saya sampaikan dengan sepuh hati, dan jika di masa depan terdapat kesalahan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh melalui laporan ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan standar yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Cilacap, 20 Juli 2023

Yang menyatakan,



(Yudi Arrasyid)
NIM. 20.01.01.022

ABSTRAK

Troli supermarket adalah alat yang digunakan untuk membawa barang belanjaan saat berbelanja di supermarket atau toko serba ada. Troli ini umumnya terbuat dari logam atau plastik dan dilengkapi dengan roda sehingga mudah digerakkan di sekitar toko. Penggunaan troli sangat berguna untuk mengangkut barang dalam jumlah besar. Tetapi semakin banyak barang yang dibeli, semakin sulit mendorong atau menarik troli. Untuk mengatasi hal ini, troli otomatis dikembangkan agar dapat mengikuti gesture tangan pengguna, mengurangi kebutuhan untuk mendorong secara manual. Sistem ini menggunakan kamera yang dapat mendeteksi gesture tangan menggunakan python dan teknik pembelajaran mesin melalui mediapipe. Troli ini berhasil mengikuti perintah tangan dengan baik dalam berbagai kondisi seperti bergerak maju, kiri, kanan, mundur, dan berhenti dengan tingkat akurasi 98%. Kegagalan sebesar 2% terjadi akibat pencahayaan yang kurang baik dalam pengujian. Kecepatan rata-rata troli adalah 17,48 cm/s tanpa beban dan 7,47 cm/s dengan beban maksimal 50 kg. Troli tidak dapat melebihi batas maksimal tersebut. Baterai troli dengan batas discharge 10,5V memiliki masa pakai sekitar 50 menit tanpa beban dan 47 menit dengan beban 50 kg. Jarak maksimum antara troli dan objek adalah 650 cm. Jarak ideal untuk mendeteksi gesture tangan menggunakan kamera adalah antara 50 hingga 150 cm, dengan intensitas cahaya ideal 10 lux.

Kata kunci : robot troli, mikrokontroler, pengolah citra, isyarat tangan, mikrokomputer.

ABSTRACT

Supermarket trolley is a tool used to carry shopping items while shopping in a supermarket or department store. This trolley is usually made of metal or plastic and equipped with wheels for easy movement around the store. The use of trolleys is very useful for transporting goods in large quantities. But the more items purchased, the harder it is to push or pull the trolley. To overcome this, automatic trolleys were developed to follow the movement of the user's hand, eliminating the need to push manually. This system uses a camera that can detect hand movements using python and machine learning techniques via mediapipe. This trolley successfully follows hand commands in various conditions such as moving forward, left, right, backwards and stopping with an accuracy rate of 98%. Failure of 2% occurred due to poor lighting in the test. The average speed of the trolley is 17.48 cm/s without load and 7.47 cm/s with a maximum load of 50 kg. The cart cannot exceed this maximum limit. A trolley battery with a discharge limit of 10.5V has a service life of approx. 50 minutes without load and 47 minutes with 50 kg load. The maximum distance between the trolley and the object is 650 cm. The ideal distance for detecting hand movements using a camera is between 50 and 150 cm, with an ideal light intensity of around 10 lux.

Keywords: trolley robot, microcontroller, image processing, hand gesture, microcomputer.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh

Puji dan syukur kami sampaikan kepada Allah SWT atas segala anugerah, kekuatan, bimbingan, dan rahmat-Nya. Kiranya berkah dan salam selalu dilimpahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, dan semua orang yang setia mengikuti-Nya. Semoga doa ini dikabulkan oleh Allah SWT. Dengan kehendak-Nya, penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

“ROBOT TROLI BERGERAK MENGGUNAKAN *HAND GESTURE RECOGNITION* BERBASIS *IMAGE PROCESSING*”

Dalam upaya untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap, salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah melakukan pembuatan dan penyusunan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa karya ini belum mencapai tingkat kesempurnaan karena adanya kendala dan hambatan selama proses penulisannya. Oleh karena itu, saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk mencapai pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik

Wassalamu 'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.

Cilacap, 20 Juli 2023



Yudi Arrasyid
(Penulis)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rendah hati dan penuh syukur, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada Allah SWT atas kehadirat-Nya. Penulis juga ingin menyampaikan apresiasi yang tinggi tanpa mengurangi rasa hormat kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis juga ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada mereka yang telah memberikan bantuan berharga dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng., selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap
- 3) Bapak Muhamad Yusuf, S.ST., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap.
- 4) Bapak Arif Sumardiono, S.Pd., M.T., selaku pembimbing I tugas akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan beserta solusi pada program dan alat serta perbaikan laporan.
- 5) Ibu Erna Alimudin, S.T., M.Eng., sebagai dosen pembimbing II tugas akhir sekaligus Wali Kelas TE3B, yang telah membina, memberi motivasi dan masukan atas laporan ini.
- 6) Seluruh Dosen Prodi Teknik Elektronika, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 7) Kepada kedua orang tua yang selalu menjadi support dalam keadaan apapun.
- 8) Mbak Fera Sopiana yang telah mengeluarkan dana untuk penelitian trolis belanja sebelumnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian lebih cepat.
- 9) Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi kontribusi positif dalam bentuk apapun itu.
- 10) Terakhir untuk diri sendiri, terima kasih atas usaha dan pantang menyerah yang selama ini dikerjakan untuk suksesnya laporan ini, penulis berharap dimasa yang akan datang kegigihan dan usaha penulis tidak akan pernah luntur.

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori	11
BAB III PERANCANGAN SISTEM	27
3.1 Perancangan Troli Otomatis	27
3.2 Diagram Alir.....	30
3.3 Arsitektur Sistem <i>Hand Gesture</i> Recognition	32
3.4 Perancangan Robot Troli	36

3.5	Perancangan Rangkaian Listrik Robot Troli.....	38
3.6	Sistematika Pemrograman Arduino	42
3.7	Sistematika Pemrograman Python Pada Raspberry Pi.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Pengujian Gerak Berdasarkan Perintah Dari <i>Hand Gesture</i>	55
4.2	Pengujian <i>Hand Gesture</i> Terhadap Intensitas Cahaya	58
4.3	Pengujian Jarak Pendeteksian <i>Hand Gesture</i> Pada Kamera	68
4.4	Pengujian <i>Tracking Servo</i> Terhadap Objek <i>Hand Gesture</i>	71
4.5	Pengujian Gerak Lurus Troli	72
4.6	Pengujian Kecepatan Troli.....	76
4.7	Pengujian Masa Pakai Baterai	78
4.8	Pengujian Sensor Ultrasonik dan ToF VL53L0X.....	82
4.9	Pengujian Keseluruhan Alat	83
4.10	Analisa Seluruh Sistem	87
BAB V PENUTUP		91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....		93
LAMPIRAN A		A-1
LAMPIRAN B.....		B-1
LAMPIRAN C		C-1
1.1	Biodata Penulis	C-2

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Troli Belanja.....	11
Gambar 2. 2 Isyarat Tangan	13
Gambar 2. 3 Skeleton Hand	13
Gambar 2. 4 MediaPipe.....	14
Gambar 2. 5 Hand Landmark Pose Mediapipe	15
Gambar 2. 6 MediaPipe ML Pipeline.....	15
Gambar 2. 7 Library OpenCV	16
Gambar 2. 8 Pemrograman Python	16
Gambar 2. 9 Raspberry Pi 4B.....	17
Gambar 2. 10 Arduino Mega.....	17
Gambar 2. 11 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	18
Gambar 2. 12 Jarak Sensor Ultrasonik	18
Gambar 2. 13 Webcam Logitech.....	19
Gambar 2. 14 Motor Servo SG90.....	20
Gambar 2. 15 Pulse Width Modulation Period	20
Gambar 2. 16 Motor DC Power Window.....	21
Gambar 2. 17 Motor Driver BTS7960	22
Gambar 2. 18 Modul Stepdown XL4015	23
Gambar 2. 19 LCD I2C 20x4	23
Gambar 2. 20 Modul Sensor MPU6050	24
Gambar 2. 21 Sensor Laser Time Of Flight VL53L0X.....	25
Gambar 2. 22 LCD Raspberry 5 Inch.....	25
Gambar 2. 23 Baterai Aki SMT-Power.....	26
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	27
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem I.....	31
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem II	32
Gambar 3. 4 Prinsip Kerja Mediapipe.....	33
Gambar 3. 5 Penggunaan Modul Mediapipe	33
Gambar 3. 6 3D Hand Landmark Pose.....	34
Gambar 3. 7 Gesture Tangan.....	34
Gambar 3. 8 Perancangan Mekanika Troli.....	37
Gambar 3. 9 Komponen Box.....	37
Gambar 3. 10 Komponen Box Sensor Ultrasonik	37
Gambar 3. 11 Rangkaian Pada Raspberry PI 4B.....	38

Gambar 3. 12 Rangkaian Arduino Mega 2560 Pada Robot	39
Gambar 3. 13 Rangkaian Keseluruhan Sistem	41
Gambar 3. 14 Program Gerak Servo Mengikuti Objek	42
Gambar 3. 15 Pemrograman Sensor Ultrasonik	43
Gambar 3. 16 Pemrograman Driver Motor Untuk Gerak Troli	44
Gambar 3. 17 Sistematis Program LCD	44
Gambar 3. 18 Diagram Blok Sistem Kendali PD	45
Gambar 3. 19 Sistematis Troli Bergerak Lurus	47
Gambar 3. 20 Penerimaan Data Serial UART Arduino	48
Gambar 3. 21 Sistematis Pendeteksian Tangan	49
Gambar 3. 22 Sistematis <i>Hand Gesture</i> Tracking	50
Gambar 3. 23 Sistematis <i>Hand Gesture</i> Recognition	52
Gambar 3. 24 Titik Koordinat Pixel Pada Computer Vision	52
Gambar 3. 25 Membaca Port Arduino	53
Gambar 3. 26 Pengiriman Data Serial UART Raspberry Pi	53
Gambar 4. 1 Pendeteksian Pola Gerak Tangan	55
Gambar 4. 2 Posisi Awal Servo Sudut 90°	72
Gambar 4. 3 Total Arus Saat Tidak Bergerak	80
Gambar 4. 4 Total Arus Saat Bergerak	80
Gambar 4. 5 Tegangan Baterai Saat Penuh	81
Gambar 4. 6 Persentase Baterai Saat Penuh	81
Gambar 4. 7 Persentase Baterai Saat 25 Menit	82
Gambar 4. 8 Tegangan Baterai Saat Habis	82
Gambar 4. 9 Persentase Baterai Saat Habis	82
Gambar 4. 10 Tampilan Jarak Sensor Pada LCD	83
Gambar 4. 11 Indikator Baterai Menyala	84
Gambar 4. 12 Tampilan LCD Saat Sistem Sudah Siap	84
Gambar 4. 13 Sistem Siap Menerima Input	85
Gambar 4. 14 Troli Bergerak Maju	85
Gambar 4. 15 Troli Bergerak Mundur	85
Gambar 4. 16 Troli Bergerak Ke Kiri	86
Gambar 4. 17 Troli Bergerak Ke Kanan	86
Gambar 4. 18 Troli Berhenti Bergerak	86
Gambar 4. 19 Respon Ultrasonik	87

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kebutuhan Komponen Sistem.....	28
Tabel 3. 2 Komponen Perangkat Lunak.....	30
Tabel 3. 3 Langkah Pengenalan Pola.....	35
Tabel 3. 4 Pengaturan Input Raspberry Pi 4B.....	39
Tabel 3. 5 Tabel Pengaturan Komponen Arduino.....	40
Tabel 3. 6 Konfigurasi Komunikasi Arduino Raspberry.....	41
Tabel 4. 1 Pengujian Gerak Berdasarkan Perintah Dari Hand Gesture .	56
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Nilai Lux.....	58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Deteksi Tangan.....	60
Tabel 4. 4 Histogram Low Contrast Pencahayaan Pada Metode RGB .	64
Tabel 4. 5 Metode Perbaikan Citra.....	66
Tabel 4. 6 Tabel Jarak Kamera Terhadap Objek.....	68
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Response Tracking.....	71
Tabel 4. 8 Pengujian Gerak Lurus Proporsional-Derivative.....	73
Tabel 4. 9 Grafik Gerak Lurus Troli.....	74
Tabel 4. 10 Tabel Hubungan Antara K_p , K_i , dan K_d	76
Tabel 4. 11 Berat Troli dan Komponen.....	76
Tabel 4. 12 Pengujian Kecepatan Tanpa Beban.....	77
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Kecepatan Dengan Beban.....	78
Tabel 4. 14 Tabel Daya Komponen.....	79
Tabel 4. 15 Penggunaan Lama Pakai Baterai Tanpa Beban.....	80
Tabel 4. 16 Penggunaan Lama Pakai Baterai Dengan Beban.....	80
Tabel 4. 17 Jarak Ultrasonik dan Laser Pada Halangan.....	83

DAFTAR ISTILAH

<i>Hand Gesture</i>	:	Gesture tangan dan jari yang digunakan untuk berkomunikasi atau menyampaikan maksud tanpa menggunakan kata-kata.
<i>Output</i>	:	Keluaran.
<i>Input</i>	:	Masukan.
<i>Modern</i>	:	Terbaru.
<i>lux</i>	:	Satuan unit pengukuran yang digunakan untuk mengukur tingkat pencahayaan atau fluks bercahaya per satuan luas.
<i>Inisialisasi</i>	:	Menetapkan mode operasi atau membaca konfigurasi dari file atau perangkat eksternal. inisialisasi dilakukan saat sistem atau program dimulai.
<i>Robot</i>	:	mesin yang dirancang untuk melakukan tugas secara otonom atau semi-otonom, yang telah diprogram untuk melakukan serangkaian instruksi.
<i>Library</i>	:	Kumpulan kode atau program yang telah ditulis sebelumnya dan disediakan untuk digunakan kembali oleh programmer.
<i>Open Source</i>	:	Kode sumber dari perangkat lunak dibuat tersedia untuk umum dan dapat diakses, digunakan, dimodifikasi, dan distribusikan secara bebas.
<i>Tracking</i>	:	Proses mengikuti objek tertentu secara otomatis dari frame ke frame dalam sebuah video atau gambar.
<i>Computer Vision</i>	:	Bidang ilmu komputer dan kecerdasan buatan yang berfokus pada memungkinkan komputer menafsirkan dan menganalisis gambar dan video dengan cara yang mirip dengan penglihatan manusia.

<i>Image Processing</i>	: Metode pemrosesan data citra digital.
<i>Microcomputer</i>	: Sebuah komputer yang dirancang dengan ukuran kecil dan sumber daya yang terbatas.
<i>Flowchart</i>	: Alur kerja atau algoritma dalam suatu program atau sistem.
<i>Display</i>	: Perangkat elektronik yang digunakan untuk menampilkan output visual, seperti teks, gambar, dan video.
<i>Pixel</i>	: Titik-titik kecil yang membentuk gambar atau tampilan digital.
<i>Human Machine Interface</i>	: Interaksi antara manusia dan mesin.
<i>Controller</i>	: Mengontrol dan mengatur suatu sistem atau perangkat elektronik.
<i>BBox</i>	: Bounding Box, kotak persegi atau persegi panjang yang mengelilingi objek di dalam gambar.
<i>Delay</i>	: Metode dalam pemrograman yang digunakan untuk menunda eksekusi program untuk sementara waktu.

DAFTAR SINGKATAN

DC	:	<i>Direct Current</i>
cm	:	<i>Centimeter</i>
M	:	<i>Meter</i>
Nm	:	<i>Nanometer</i>
mm	:	<i>Milimeter</i>
Kg	:	<i>Kilogram</i>
ToF	:	<i>Time of Flight</i>
s	:	<i>Second</i>
PID	:	<i>Proprrtional Integral Derivative</i>
PWM	:	<i>Pulse Width Modulation</i>
HMI	:	<i>Human Machine Interface</i>
OpenCV	:	<i>Open Computer Vision</i>
PC	:	<i>Personal Computer</i>
CPU	:	<i>Central Processing Unit</i>
GPU	:	<i>Graphic Processing Unit</i>
I/O	:	<i>Input/Output</i>
V	:	<i>Volt</i>
I	:	<i>Arus</i>
W	:	<i>Daya</i>
Kb	:	<i>Kilobites</i>
Hz	:	<i>Hertz</i>
D	:	<i>Degree</i>
°	:	<i>Derajat</i>
VCC	:	<i>Voltage Common Collector</i>
GND	:	<i>Ground</i>
SDA	:	<i>Serial Data</i>
SDL	:	<i>Serial Clock</i>
USB	:	<i>Universal Serial Bus</i>
GPIO	:	<i>General Pin Input Output</i>
UART	:	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>
SPI	:	<i>Serial Peripheral Interface</i>
12C	:	<i>Inter Integrated Circuit</i>
RAM	:	<i>Random Access Memory</i>

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	<i>LISTING</i> PROGRAM ARDUINO
LAMPIRAN B	<i>LISTING</i> PROGRAM PYTHON
LAMPIRAN C	HASIL ALAT