



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**TROLI BELANJA OTOMATIS BERGERAK
MENGIKUTI WARNA DENGAN KAMERA**

***SHOPPING TROLLEY AUTOMATICALLY MOVE
FOLLOWING COLOR WITH CAMERA***

Oleh :

FERA SOPIANA ANGGREYANI

NIM.19.01.01.020

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 TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2022**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**TROLI BELANJA OTOMATIS BERGERAK
MENGIKUTI WARNA DENGAN KAMERA**

***SHOPPING TROLLEY AUTOMATICALLY MOVE
FOLLOWING COLOR WITH CAMERA***

Oleh :

FERA SOPIANA ANGGREYANI
NIM.19.01.01.020

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 TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN
TROLI BELANJA OTOMATIS BERGERAK MENGIKUTI
WARNA DENGAN KAMERA**

Oleh :

FERA SOPIANA ANGGREYANI
NIM.19.01.01.020

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

Disetujui Oleh

Penguji Tugas Akhir



1. Artdhita Fajar Pratiwi, S.T., M.Eng.
NIP.198506242019032013



2. Hendi Purnata, S.Pd., M.T.
NIP.199211132019031009

Pembimbing Tugas Akhir



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



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektronika



Galih Mustiko Aji, S.T., M.T.
NIP.198509172019031005

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Fera Sopiana Anggreyani

NIM : 19.01.01.020

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“TROLI BELANJA OTOMATIS BERGERAK MENGIKUTI WARNA DENGAN KAMERA”

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 27 Juli 2022

Yang menyatakan,



(Fera Sopiana Anggreyani)
NIM. 19.01.01.020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli penulis sendiri baik dari alat (*hardware*), program, dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari Laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi ini.

Cilacap, 27 Juli 2022

Yang menyatakan,



(Fera Sopian Anggreyani)
NIM. 19.01.01.020

ABSTRAK

Troli merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu tempat ketempat lainnya secara manual. Penggunaan troli memudahkan manusia saat membawa dan memindahkan barang dalam jumlah yang banyak. Troli yang umum digunakan mengharuskan pengguna mendorong troli tersebut untuk membantu pergerakannya atau masih manual. Semakin banyak barang hasil belanja maka semakin banyak tenaga yang dibutuhkan untuk mendorong atau menarik troli tersebut. Saat mendorong troli, pembeli akan terfokus pada troli belanjanya sehingga pembeli akan melewatkan banyak barang di supermarket dan hanya membeli barang yang penting saja. Hal ini dapat mengurangi angka belanja dari pembeli. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan troli yang dapat bergerak mengikuti pengguna secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu lagi mendorong troli. Adapun perangkat yang dibutuhkan untuk membuat troli otomatis yaitu *webcam*, mikrokontroler, motor servo, sensor ultrasonik, motor driver, motor DC dan baterai yang dipasangkan pada troli. *Image processing* menggunakan kamera pada sistem yang dibuat bekerja dengan cara mendeteksi warna objek yang sudah ditentukan untuk mengetahui jarak objek dengan troli. Metode yang digunakan untuk memproses *image processing* adalah algoritma *color filtering*. Hasil perancangan troli mampu mengikuti warna dengan baik dalam kondisi ada beban maupun tidak ada beban pada troli. Kecepatan rata-rata troli adalah 27,97 cm/s tanpa beban dan menjadi 16,51 cm/s dengan beban maksimal 55 kg. Troli dapat digunakan dalam selama 50 menit tanpa troli dengan membawa beban dan 1 jam saat troli tidak membawa beban. Jarak maksimum antara objek dan troli adalah 600 cm dengan jarak ideal pendeteksian adalah 50-100 cm.

Kata kunci : troli, kamera, *image processing*, mikrokontroler, motor dc

ABSTRACT

Trolley is a tool used to move goods from one place to another manually. The use of trolleys makes it easier for users to carry and move large quantities of goods. Trolleys that are commonly used require the users to push the trolley to help with its movement or are still manual. The more items you buy, the more energy it takes to push or pull the trolley. When pushing the trolley, the user will focus on his shopping trolley so that the users will skip a lot of goods in the supermarket and only buy the essential items. This can reduce the number of purchases from users. Based on this, a trolley is needed that can move to follow the users automatically, so that users no longer need to push the trolley. The devices needed to make an automatic trolley are webcam, microcontroller, servo motor, ultrasonic sensor, motor driver, DC motor and battery attached to the trolley. Image processing uses a camera on a system that is made to work by detecting the color of a predetermined object to determine the distance of the object from the trolley. The method used to process image processing is a color filtering algorithm. The results of the design of the trolley are able to follow the color well in conditions of no load or no load on the trolley. The average speed of the trolley is 27.97 cm/s without load and becomes 16.51 cm/s with a maximum load of 55 kg. The trolley can be used for 50 minutes without the trolley carrying a load and 1 hour when the trolley is not carrying a load. The maximum distance between the object and the trolley is 600 cm with an ideal detection distance of 50-100 cm.

Keywords: trolley, camera, image processing, microcontroller, dc motor

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya. Aamiin. Atas kehendak Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :


“TROLI BELANJA OTOMATIS BERGERAK MENGIKUTI WARNA DENGAN KAMERA”

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaannya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.

Cilacap, 27 Juli 2022


Fera Sopiana Anggreyani
(Penulis)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Allah SWT yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Bapak dan Mama yang senantiasa memberikan dukungan baik materil, semangat, maupun doa.
- 3) Bapak Galih Mustiko Aji, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika dan wali kelas yang telah membina, memberi motivasi, memberi nasehat, bimbingan, mengatur dan mengayomi dengan baik dan bijaksana.
- 4) Bapak Arif Sumardiono selaku pembimbing I tugas akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan beserta solusi pada program dan alat serta perbaiki laporan.
- 5) Ibu Erna Alimudin, S.T., M.Eng., sebagai dosen pembimbing II tugas akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan beserta solusi pada program dan alat serta perbaiki laporan.
- 6) Seluruh Dosen Prodi Teknik Elektronika, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 7) Teman-teman yang selalu menemani perjalanan dalam pembelajaran mencari ilmu untuk kebaikan masa depan.
- 8) Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi kontribusi positif dalam bentuk apapun itu.
- 9) *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Rumusan Masalah	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.....	8
2.2.1 Troli Belanja.....	8
2.2.2 Pengolahan Citra	8
2.2.3 Ruang Warna HSV.....	9
2.2.4 <i>Color Filtering</i>	10
2.2.5 OpenCV.....	10
2.2.6 Bahasa Pemrograman Phyton	11
2.2.7 Raspberry Pi 4B	12
2.2.8 Arduino Mega 2560	13
2.2.9 Web Cam.....	14
2.2.10 Sensor Ultrasonik HC-SR04	14
2.2.11 Motor Servo SG995	16

2.2.12	Motor DC Power Window	17
2.2.13	Driver Motor BTS7960	18
2.2.14	Modul <i>Stepdown</i> XL14015	19
2.2.15	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C 20x4	20
2.2.16	Baterai Aki	21
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....		23
3.1	Perancangan Troli Otomatis.....	23
3.1.1	Blok Diagram	23
3.1.2	Kebutuhan Perangkat Keras	24
3.1.3	Kebutuhan Perangkat Lunak	26
3.1.4	Kebutuhan Daya	26
3.2	Diagram Alir	26
3.3	Perancangan Pendeteksian Warna.....	28
3.4	Perancangan <i>Hardware</i> Troli	29
3.4.1	Perancangan Mekanik	29
3.5	Perancangan Rangkaian Elektrik	30
3.5.1	Perancangan <i>Wiring</i> pada Raspberry Pi 4B	31
3.5.2	Perancangan <i>Wiring</i> pada Arduino Mega	31
3.5.3	Rangkaian Elektrik Keseluruhan.....	33
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	34
3.6.1	Perancangan Pemrograman Motor Servo.....	34
3.6.2	Perancangan Pemrograman Sensor Ultrasonik	35
3.6.3	Perancangan Pemrograman <i>Driver Motor</i> BTS 7960.....	35
3.6.4	Perancangan Pemrograman LCD I2C	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Pengujian Pendeteksian Warna	37
4.1.1	Pengujian dengan Satu Warna	37
4.2	Pengujian Jarak <i>Webcam</i>	40
4.3	Pengujian Lama Pemakaian Baterai.....	43
4.4	Pengujian Kecepatan Troli	45
4.4.1	Pengujian Kecepatan Troli tanpa Beban	45
4.4.2	Pengujian Kecepatan Troli dengan Beban	47
4.5	Pengujian Sensor Ultrasonik	47
4.6	Pengujian Motor Servo	48
4.7	Pengujian Tombol <i>Reset</i> dan <i>Start</i>	51
4.8	Pengujian Keseluruhan.....	53
4.9	Analisa Keseluruhan	56

BAB V PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	B-1
LAMPIRAN C	C-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Troli Belanja	8
Gambar 2. 2 Ruang Warna HSV	10
Gambar 2. 3 Aplikasi OpenCV.....	11
Gambar 2. 4 Aplikasi Phyton	11
Gambar 2. 5 Raspberry Pi 4B.....	12
Gambar 2. 6 Arduino Mega.....	13
Gambar 2. 7 Webcam	14
Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	15
Gambar 2. 9 Jarak Ukur Sensor Ultrasonik.....	15
Gambar 2. 10 Motor Servo SG955.....	16
Gambar 2. 11 Motor DC <i>Power Window</i>	17
Gambar 2. 12 <i>Driver Motor</i> BTS7960	18
Gambar 2. 13 Modul <i>Stepdown</i> XL4015.....	19
Gambar 2. 14 LCD I2C 20x4	20
Gambar 2. 15 Baterai Aki.....	21
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem.....	23
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem.....	28
Gambar 3. 3 Perancangan Troli	29
Gambar 3. 4 <i>Box</i> Komponen	30
Gambar 3. 5 <i>Box</i> Peletakan Kamera dan Sensor Ultrasonik	30
Gambar 3. 6 Perancangan <i>Wiring</i> pada Raspberry Pi	31
Gambar 3. 7 Perancangan <i>Wiring</i> pada Arduino Mega.....	32
Gambar 3. 8 Perancangan <i>Wiring</i> Keseluruhan.....	33
Gambar 4. 1 Pendeteksian Warna pada Kertas Berwarna.....	37
Gambar 4. 3 Tegangan Baterai Aki saat <i>Full</i>	44
Gambar 4. 4 Presentase saat Baterai Aki <i>Full</i>	44
Gambar 4. 5 Tegangan Baterai Aki saat Habis	45
Gambar 4. 6 Presentase saat Baterai Aki Habis	45
Gambar 4. 7 Jarak Sensor Ultrasonik dengan Benda	48
Gambar 4. 8 Posisi Awal Servo.....	49
Gambar 4. 9 Motor Servo saat 0°	50
Gambar 4. 10 Motor Servo saat 180°	50
Gambar 4. 11 Motor Servo saat 45°	50
Gambar 4. 12 Motor Servo saat 135°	51
Gambar 4. 13 Tombol Reset dan Start	52
Gambar 4. 14 Tampilan Kamera sebelum Deteksi.....	52

Gambar 4. 15 Tampilan Kamera setelah Tombol Reset Ditekan	53
Gambar 4. 16 Tampilan Kamera Setelah Tombol Reset Ditekan 2 Kali	53
Gambar 4. 17 Tombol Saklar	54
Gambar 4. 18 Tampilan LCD saat Sistem Siap Digunakan	54
Gambar 4. 19 Status Motor Aktif	54
Gambar 4. 20 Troli Bergerak Lurus	55
Gambar 4. 21 Troli Berbelok ke Kanan	55
Gambar 4. 22 Troli Berbelok ke Kiri	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560	13
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04	15
Tabel 2. 3 Spesifikasi Motor Servo SG955	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi Driver Motor BTS7960.....	18
Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul Stepdown XL4015.....	19
Tabel 2. 6 Spesifikasi LCD I2C 20x4.....	20
Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	24
Tabel 3. 2 Konfigurasi Raspberry Pi, Modul Stepdown dan Sensor Kamera.....	31
Tabel 3. 3 Konfigurasi Arduino Mega dengan Sensor dan Aktuator....	32
Tabel 3. 4 Konfigurasi Sumber Daya, Raspberry Pi dan Arduino	34
Tabel 4. 1 Warna HSV.....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian dari Beberapa Warna.....	38
Tabel 4. 3 Pengujian Jarak <i>Webcam</i>	41
Tabel 4. 5 Tabel Penggunaan Daya oleh Beban Baterai Aki	43
Tabel 4. 6 Berat Keseluruhan Troli dan Komponen.....	45
Tabel 4. 7 Pengujian Kecepatan tanpa Beban	46
Tabel 4. 8 Pengujian Kecepatan Troli dengan Beban	47
Tabel 4. 9 Jarak Sensor Ultrasonik dengan Benda	48
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Motor Servo	49

DAFTAR ISTILAH

<i>Input</i>	:	Masukan
<i>Output</i>	:	Keluaran
<i>Full</i>	:	Penuh
<i>Countour</i>	:	Garis batas terluar dari objek yang mempunyai intensitas cahaya yang sama dan terdeteksi oleh komputer
<i>Modern</i>	:	Terbaru
<i>Color Filtering</i>	:	Suatu teknik pengolahan citra yang yang dipakai untuk memanipulasi suatu citra berdasarkan warna spesifik
Kalibrasi	:	Proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya.
<i>Prototype</i>	:	Proses perancangan sistem dengan membentuk contoh dan standar ukuran yang akan dikerjakan nantinya
<i>Shopping</i>	:	Belanja
<i>Library</i>	:	Gabungan dari sekumpulan <i>package</i> dan modul dengan fungsionalitas untuk memudahkan dalam membuat suatu fungsi atau perintah
<i>OpenSource</i>	:	Kode sumber atau kode dasar pada sebuah <i>software</i> yang biasanya tersedia untuk modifikasi dapat digunakan kembali
<i>Computer Vision</i>	:	Suatu ilmu dalam mata kuliah teknik informatika yang memungkinkan sebuah komputer dapat “melihat” objek disekitarnya
<i>Script</i>	:	Naskah
<i>H – Brigde</i>	:	Sebuah rangkaian dimana motor menjadi titik tengahnya dengan dua jalur yang bisa dibuka tutup untuk melewakan arus pada motor tersebut, persis seperti huruf H
<i>Image Processing</i>	:	Metode pemrosesan data citra digital

- Microcomputer* : Sebuah kelas komputer yang menggunakan mikroprosesor sebagai CPU utamanya
- Software* : Perangkat lunak
- Hardware* : Perangkat keras
- Pixel* : Elemen terkecil citra digital yang bisa dilihat mata
- Port* : Soket atau jack koneksi yang berada di luar unit system
- Controller* : Suatu perangkat yang digunakan untuk mengendalikan suatu system
- Viewer* : Sistem yang berfungsi menampilkan suatu objek
- Web* : Merupakan dokumen yang ditulis dalam format HTML (*Hyper Text Markup Language*), yang hampir selalu bisa diakses melalui http, yaitu protokol yang menyampaikan informasi dari *server* untuk ditampilkan kepada para pemakai melalui *web browser*
- Box* : Kotak yang di disain khusus untuk tempat meletakkan suatu benda
- Wiring* : Sistem pengkabelan pada rangkaian elektronik
- Delay* : Sebagian waktu pelaksanaan yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana, sehingga menyebabkan beberapa kegiatan yang mengikuti menjadi tertunda atau tidak dapat diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan

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>
s	:	<i>Second</i>
PID	:	<i>Proprtional Integral Derivative</i>
PWM	:	<i>Pulse Width Modulation</i>
HSV	:	<i>Hue Saturation Value</i>
RGB	:	<i>Red Green Blue</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>
I2C	:	<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