

PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI JENIS SAMPAH OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

M. ALWAHID

12050516270

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindaungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI JENIS SAMPAH
OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)**

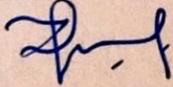
TUGAS AKHIR

oleh :

M. ALWAHID
12050516270

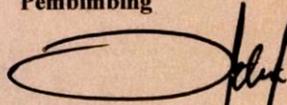
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 3 Juni 2024

Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP: 19722102 200604 2 001

Pembimbing



Ir. Oktaf Brilliant Kharisma, S.T., M.T., IPM.
NIP: 19841012 201503 1 003

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI JENIS SAMPAH OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

TUGAS AKHIR

Oleh:

M. ALWAHID
12050516270

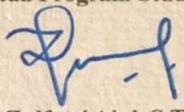
Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 3 Juni 2024

Pekanbaru, 3 Juni 2024

Mengesahkan,

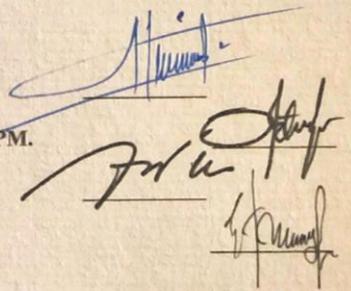

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Hariono, M.Pd.
NIP: 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP: 19722102 200604 2 001

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Ahmad Faizal, S.T., M.T.
Sekretaris : Ir. Oktaf Brilliant Kharisma, S.T., M.T., IPM.
Anggota I : Abdillah, S.Si., M.I.T
Anggota II : Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.



LEMBAR ATAS HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman, dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menegaskan bahwa dalam tugas akhir ini, saya belum mengirimkan karya apa pun, baik oleh saya sendiri atau orang lain, untuk tujuan lain. Sepengetahuan saya, proyek ini tidak mengandung materi atau pandangan yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain selain yang secara jelas dikutip dalam daftar pustaka.

Saya siap menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 30 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



10000
METRAL TEMPEL
BCE21ALX161924766

M. ALWAHID
12050516270

Hak cipta Uinndaungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI JENIS SAMPAH OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

M. ALWAHID
NIM : 12050516270

Tanggal Sidang : 30 Mei 2024

Tanggal Wisuda :

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Jumlah sampah saat ini semakin meningkat karena pertumbuhan penduduk dan perubahan gaya hidup yang lebih konsumtif. Kebiasaan buruk membuang sampah sembarangan hanya berujung pada penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020), jumlah volume sampah yang masuk ke berbagai TPA yang ada di Indonesia pada tahun 2019 tercatat sebesar 31.353.591,61 ton dan pada tahun 2020 meningkat menjadi 36.729.694,34 ton. Membuang sampah sembarangan mengakibatkan pencampuran sampah logam dan non-logam, yang merusak kualitas lingkungan dan tidak indah untuk dipandang mata. Penelitian ini mengembangkan suatu sistem klasifikasi yang mampu secara otomatis memilah jenis sampah logam dan non-logam dimana pada bagian jenis sampah non-logam terdapat kondisi menurut basah dan kering pada sampah yang diproses serta berbasis *Internet of Things (IoT)* guna pemantauan jarak jauh dan mengetahui titik lokasi sampah berada, yang mana dari alat ini dapat menciptakan pengelolaan sampah yang inovatif serta meningkatkan efisiensi manajemen sampah. Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif, dari hasil pengujian dan pemantauan sistem yang dilakukan didapatkan bahwa rata-rata tingkat kinerja sistem selama 7 hari yaitu 97%, dengan tingkat keberhasilan sensor *proximity* yaitu 100%, sedangkan dibagian sensor *raindrop* mendapat rata-rata tingkat keberhasilan 90%. Pada sensor ultrasonik dapat membaca tingkat kapasitas tempat sampah dengan akurat serta aplikasi dapat menerima data dari google firebase secara realtime.

Kata Kunci : *Internet of Things*, Klasifikasi Jenis Sampah, MIT *App Inventor*, Mikrokontroler ESP32.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC WASTE CLASSIFICATION SYSTEM USING ESP32 BASED INTERNET OF THINGS (IOT)

M. ALWAHID
NIM : 12050516270

Date of Final Exam : 30 May 2024

Date of Graduation :

Department of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No.155 Pekanbaru

The current amount of waste is increasing due to population growth and Changes in lifestyle towards greater consumption. The bad habit of littering only leads to the accumulation of waste in landfills. According to data from the Ministry of Environment and Forestry (2020), the volume of waste entering various landfills in Indonesia in 2019 was recorded at 31,353,591.61 tons and increased to 36,729,694.34 tons in 2020. Littering results in the mixing of metal and non-metal waste, which degrades environmental quality and is unsightly. This study develops a classification system capable of automatically sorting metal and non-metal waste, where the non-metal waste is further categorized into wet and dry conditions during processing. The system is based on the Internet of Things (IoT) for remote monitoring and determining the location of waste, which allows for innovative waste management and improved waste management efficiency. The method used in this study is quantitative. From the testing and monitoring results, it was found that the system's average performance level over 7 days was 97%, with a 100% success rate for the proximity sensor, while the raindrop sensor achieved an average success rate of 90%. The ultrasonic sensor accurately reads the capacity levels of the trash bins, and the application can receive data from Google Firebase in real-time.

Keywords : *Internet of Things, Trash Type Classification, MIT App Inventor, Microcontroller ESP32.*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Pujian dan terima kasih saya sampaikan kepada Allah SWT atas rahmat dan petunjuknya kepada saya sebagai penulis. Doa dan salam selalu saya haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai teladan bagi umat manusia, yang layak untuk diikuti oleh kita semua. Dengan izin Allah SWT, saya berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Pengembangan Sistem Klasifikasi Jenis Sampah Otomatis dengan Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IoT)”**.

Dengan bimbingan dan dukungan dari individu yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, serta doa dari orang-orang sekitar, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan kesederhanaan. Menuntaskan tugas akhir merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau untuk meraih gelar sarjana.

Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasi telah memberikan peran istimewa dalam kesuksesan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartanto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sultan Syaif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Zulfitri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Sultan Syaif Kasim Riau.
5. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Sultan Syaif Kasim Riau.
6. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro dan dosen pengampu mata kuliah Tugas Akhir.
7. Bapak Ir. Oktaf Brillian Kharisma, S.T., M.T. IPM. sebagai pembimbing Tugas Akhir, telah dengan penuh dedikasi menyisihkan waktu, energi, dan pemikirannya untuk memberikan panduan serta motivasi kepada penulis selama pelaksanaan tugas akhir, sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Bapak Abdillah, S.Si, M.I.T., Selaku dosen penguji satu yang telah memberikan kritik dan saran untuk Tugas Akhir dari penulis.
9. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom., Selaku dosen penguji dua yang telah memberikan kritik dan saran untuk Tugas Akhir dari penulis.
10. Dosen dari Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan panduan serta bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan pahala atas semua bantuan yang diberikan, baik itu dalam bentuk dukungan moral maupun materi. Penulis berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi dirinya sendiri dan para pembaca.

Penulis menyadari bahwa segala kekurangan berasal darinya sendiri, sementara kesempurnaan sepenuhnya adalah hak prerogatif Allah SWT. Kesadaran ini membuat penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan dalam kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran yang bersifat konstruktif dari semua pihak untuk meningkatkan kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 30 Mei 2024

M. ALWAHID
12050516270

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
DAFTAR RUMUS.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Batasan Masalah	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Landasan Teori	II-2
2.2.1 Sampah.....	II-2
2.2.2 IOT (<i>Internet Of Things</i>).....	II-3
2.2.3 MIT <i>App Invector</i>	II-4
2.2.4 Google Firebase	II-4
2.2.5 Android	II-5
2.2.6 Mikrokontroler.....	II-5

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.2.7	Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	II-6
2.2.8	Motor Servo	II-7
2.2.9	Sensor <i>Proximity</i> Induktif	II-8
2.2.10	Sensor <i>Raindrop</i>	II-9
2.2.11	Modul <i>Step Down</i> DC.....	II-10
2.2.12	GPS Module NEO-6M.....	II-10

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian	III-1
3.2	Gambaran Umum Sistem.....	III-3
3.3	Perancangan <i>Hardware</i> Alat.....	III-5
3.4	Perancangan <i>Software</i> Alat.....	III-8
3.4.1	Mockup Aplikasi.....	III-10
3.5	Desain Alat	III-11
3.6	Pengujian Alat	III-12
3.7	Analisa Hasil Pengujian.....	III-13
3.8	Kesimpulan, Saran, dan Rekomendasi	III-13

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1	Produk Hasil	IV-1
4.2	Pengujian Fungsional	IV-3
4.3	Pemantauan Evaluasi Sistem	IV-13

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Google Firebase	II-5
2.2 Mikrokontroler ESP32	II-6
2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04	II-7
2.4 Motor Servo	II-8
2.5 Sensor <i>Proximity</i> Induktif	II-9
2.6 <i>Raindrop</i> Sensor.....	II-10
2.7 Modul <i>Step Down</i> LM2596.....	II-10
2.8 Module GPS Neo-6M	II-11
3.1 Diagram Alat Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Blok Alur Sistem.....	III-4
3.3 Skematik Rangkaian Sistem.....	III-5
3.4 Sensor Ultrasonik dengan ESP32.....	III-6
3.5 Sensor <i>Proximity</i> Induktif	III-6
3.6 Modul GPS Neo-6M dengan ESP32.....	III-7
3.7 <i>Raindrop</i> Sensor dengan ESP32	III-7
3.8 Motor Servo dengan ESP32	III-8
3.9 <i>Flowchart</i> Program Alat	III-9
3.10 Lanjutan <i>Flowchart</i> Program Alat	III-10
3.11 Tampilan Awal (Home) Aplikasi.....	III-11
3.12 Tampilan bagian kapasitas dan titik lokasi tempat sampah	III-11
4.1 Purwarupa Klasifikasi Jenis Sampah Otomatis	IV-1
4.2 Logo Aplikasi IoT <i>Trash Can</i>	IV-2
4.3 Tampilan Aplikasi IoT <i>Trash Can</i>	IV-2
4.4 Pengujian pada pemilahan sampah pertama	IV-3
4.5 Pengujian pada pemilahan sampah kedua.....	IV-5
4.6 Baris program perhitungan persentase kapasitas	IV-8
4.7 Pengujian Kapasitas & Notifikasi Tempat Sampah Logam.....	IV-9
4.8 Pengujian Kapasitas & Notifikasi Tempat Sampah Non-logam (Basah)	IV-9
4.9 Pengujian Kapasitas & Notifikasi Tempat Sampah Non-logam (Kering).....	IV-9
4.10 Tampilan Halaman Kapasitas Tempat Sampah di Aplikasi.....	IV-12

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

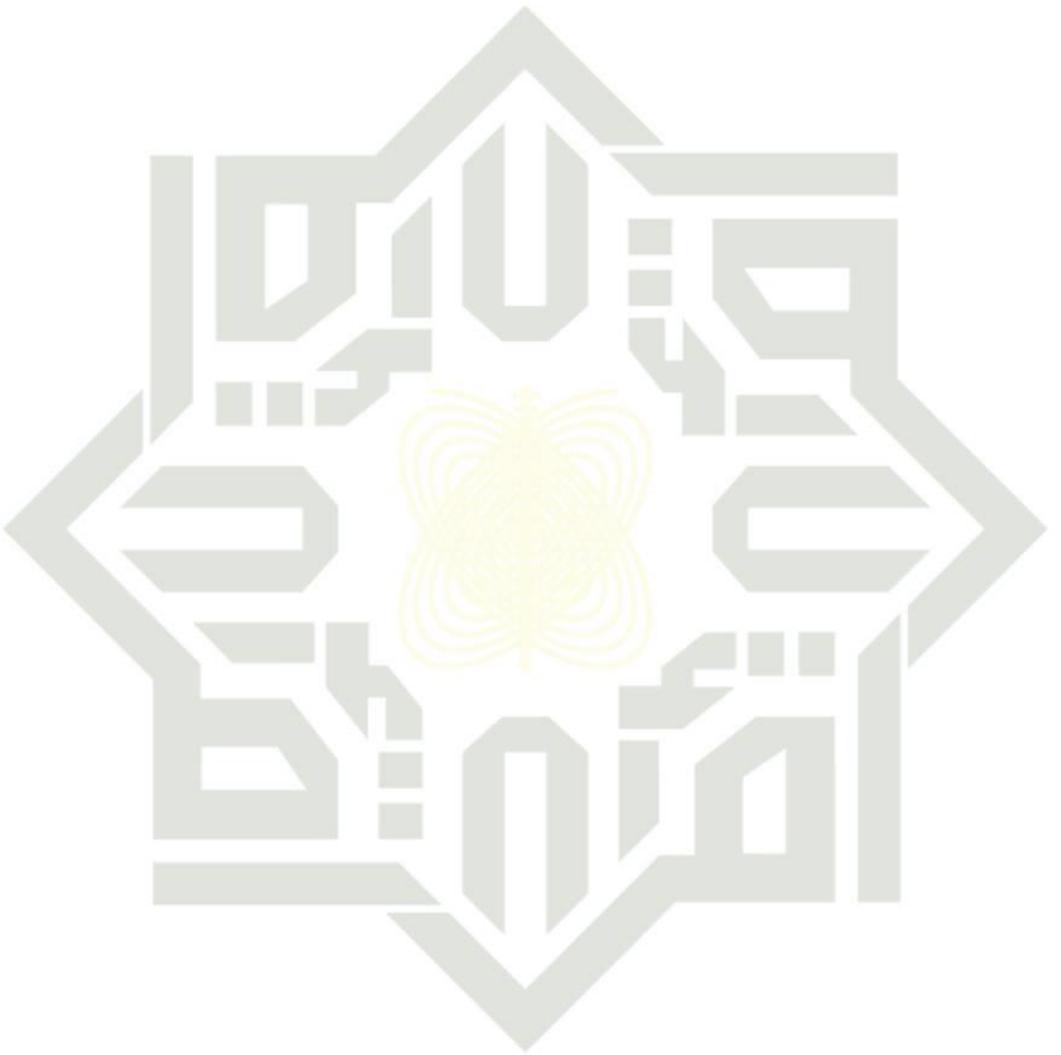
4.11	Database Nilai Kapasitas Tempat Sampah	IV-12
4.12	Tampilan Halaman Titik Lokasi Tempat Sampah di Aplikasi	IV-13
4.13	Database Koordinat Tempat Sampah.....	IV-13

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR TABEL

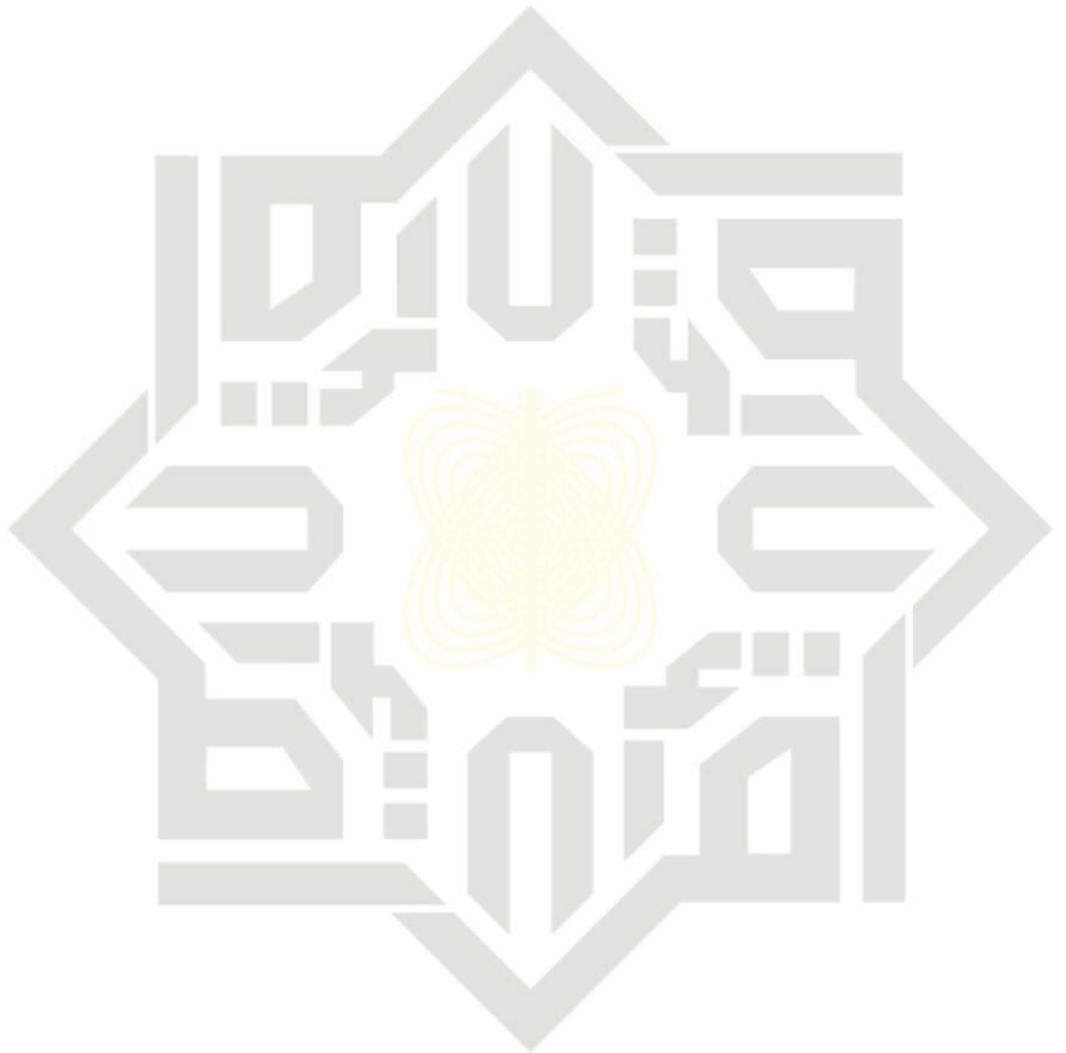
Tabel	Halaman
3.1 Koneksi Pin Sensor Ultrasonik dengan ESP32.....	III-6
3.2 Koneksi Pin Sensor <i>Proximity</i> Induktif dengan ESP32.....	III-7
3.3 Koneksi Pin Modul GPS dengan ESP32.....	III-7
3.4 Koneksi Pin <i>Raindrop</i> Sensor dengan ESP32.....	III-8
3.5 Koneksi Pin Motor Servo dengan ESP32	III-8
4.1 Pengujian Sensor <i>Proximity</i> Pada Sampah Logam & Non-logam.....	IV-4
4.2 Pengujian Sensor <i>Raindrop</i> Pada Sampah Non-logam Basah & Kering.....	IV-5
4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik Kapasitas Sampah Logam	IV-7
4.4 Pengujian Sensor Ultrasonik Kapasitas Sampah Non-logam (Basah).....	IV-7
4.5 Pengujian Sensor Ultrasonik Kapasitas Sampah Non-logam (Kering)	IV-8
4.6 Pengujian Delay Sensor Pemilahan	IV-10
4.7 Pemantauan sistem klasifikasi jenis sampah otomatis	IV-13

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
4.1 Tingkat Error Pada Pengujian Delay Sensor Pemilahan.....	IV-11



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

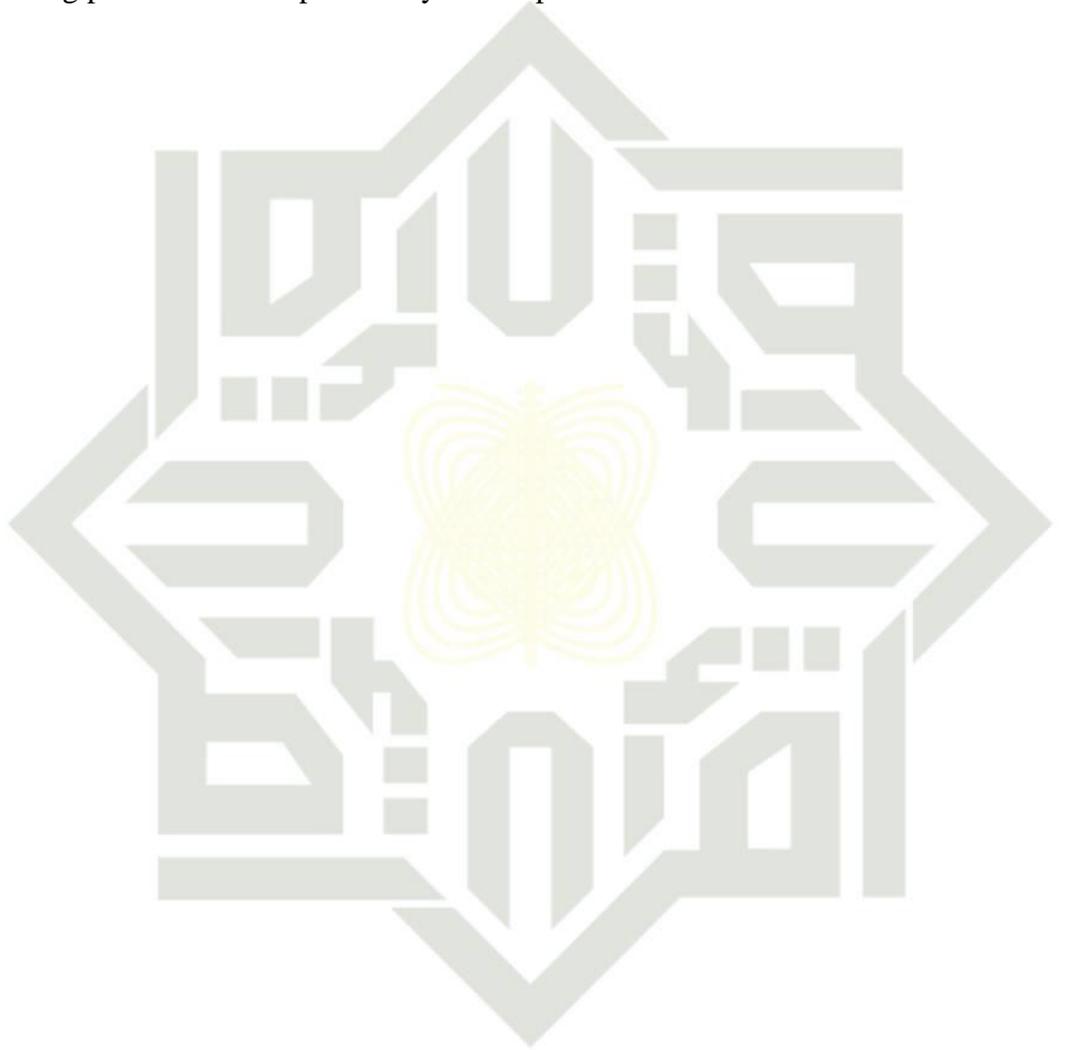
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RUMUS

- 2.1 Rumus fisika menghitung jarak
- 2.2 Rumus menghitung jarak sensor ultrasonik
- 2.3 Rumus perhitungan jarak sensor *proximity* induktif
- 4.1 Rumus menghitung persentase error pada delay sensor pemilahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR SINGKATAN

TPA	: Tempat Pembuangan Akhir
IoT	: <i>Internet of Things</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
SMS	: <i>Short Message Service</i>
MIT	: <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
RAM	: <i>Random Access Memory</i>
ROM	: <i>Read Only Memory</i>
PC	: <i>Personal Computer</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
TTL	: <i>Transistor-Transistor Logic Level</i>
BPS	: <i>Byte Per Second</i>
R&D	: <i>Research and Development</i>

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jumlah sampah saat ini semakin meningkat karena pertumbuhan penduduk dan perubahan gaya hidup yang lebih konsumtif. Seiring dengan kemajuan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat, jumlah sampah yang dihasilkan pun semakin meningkat. Kebiasaan buruk membuang sampah sembarangan hanya berujung pada penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020), jumlah volume sampah yang masuk ke berbagai TPA yang ada di Indonesia pada tahun 2019 tercatat sebesar 31.353.591,61 ton dan pada tahun 2020 meningkat menjadi 36.729.694,34 ton [1].

Kota Pekanbaru adalah salah satu kota dengan jumlah penduduk terpadat di Provinsi Riau, yakni sebanyak 983.356 orang pada tahun 2020. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2021) total volume sampah Kota Pekanbaru adalah 885,02 ton/hari, Dimana lokasi tempat pembuangan akhir (TPA) di Kota Pekanbaru ini terletak di Kelurahan Muara Fajar, Kecamatan Rumbai Pesisir yang berjarak lebih kurang 18,5 km dari pusat Kota Pekanbaru. Praktik membuang sampah tanpa memperhatikan jenisnya menyebabkan penumpukan dan pencampuran sampah logam dan non-logam dalam satu wadah, mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan dan menciptakan lingkungan yang tidak indah untuk dipandang mata. Belum ada informasi yang dapat secara langsung menyampaikan ke petugas kebersihan, sehingga membuat penumpukan sampah tidak terkendali [1].

Dampak lingkungan dari penumpukan sampah yang mencakup campuran logam dan non-logam dapat sangat merusak. Penumpukan sampah Non-logam seperti plastik, kaca, keramik, dan kain dapat menyebabkan pencemaran tanah dan kerusakan lapisan tanah. Selain itu, sampah Non-logam juga dapat mencemari air dan udara, yang dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan sekitarnya. Sedangkan penumpukan sampah logam dapat memiliki dampak yang merusak pada lingkungan. Logam berat seperti timbal, kadmium, dan merkuri yang terdapat dalam sampah logam dapat mencemari tanah dan air, serta berpotensi meracuni makhluk hidup yang terpapar. Contohnya seperti sampah kaleng. Pada umumnya kaleng digunakan sebagai wadah makanan atau minuman yang terbuat dari bahan logam, antara lain alumunium dan paduan

Logam lainnya. Kaleng-kaleng ini merupakan sumber polutan yang merusak lingkungan dan tanah melalui karatnya [2].

Namun, bila kita mampu melakukan pemisahan sampah logam, hal tersebut akan memberikan manfaat besar karena sampah logam dapat diolah kembali menjadi barang yang memiliki nilai, seperti dijadikan bahan kerajinan atau dijual ke tempat penampungan sampah logam. Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang baik termasuk daur ulang dan pengelolaan limbah secara aman, dapat membantu mengurangi dampak negatifnya pada lingkungan. Dengan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah secara bertanggung jawab, kita dapat menjaga kelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat [3].

Penulis mengambil beberapa penelitian sebelumnya yang dianggap relevan, diantaranya penelitian (Fauzan Azmi Hasibuan, Solikhun, & Zulaini Masruro, 2019) membuat suatu *prototype* tempat sampah yang mampu memilah jenis sampah basah, kering, dan logam secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, kemudian penelitian (Ali Wafi, Herry Setiawan, dan Sofia Ariyani, 2020) merancang suatu sistem tempat sampah pintar yang dapat mendeteksi dan memisahkan sampah logam dan non-logam serta terhubung dengan aplikasi Android yang memungkinkan pemantauan status sampah secara real-time dan pengiriman notifikasi ketika tempat sampah penuh, berikutnya adalah penelitian (Prengky L.E.Aritonang, Bayu E.C, Steven Daniel K, & Julyar Prasetyo, 2020) mengembangkan suatu alat yang dapat memisahkan sampah logam dan non-logam, serta dilengkapi buka tutup tempat sampah secara otomatis dan notifikasi SMS ketika tempat sampah penuh.

Mengacu dari penelitian sebelumnya, kaitannya pada penelitian ini adalah Bagaimana cara mengembangkan tempat sampah yang dapat memilah sampah menjadi dua jenis, yaitu logam dan Non-logam, dimana pada bagian sampah Non-logam dipilah lagi menurut kondisi basah dan kering, dengan penambahan fungsi *internet of things* (IoT) yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi manajemen sampah melalui pemantauan tingkat kapasitas tempat sampah secara real-time, dan titik lokasi tempat sampah melalui aplikasi yang terhubung di *smartphone* untuk memudahkan petugas kebersihan dalam pengelolaan limbah yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional seperti pengklasifikasian sampah secara manual. Klasifikasi otomatis sampah terutama logam dan non-logam sangat penting disini karena dapat membantu mengurangi dampak negatif dari penumpukan sampah, dan menciptakan efisiensi dalam manajemen sampah.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengembangkan sistem pengklasifikasian jenis sampah berdasarkan sampah logam dan non-logam (kondisi basah & kering) berbasis IoT?
2. Bagaimana petugas kebersihan mengetahui kapasitas tempat sampah secara realtime?
3. Bagaimana petugas kebersihan mengetahui titik lokasi tempat sampah?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu sistem klasifikasi yang mampu secara otomatis memilah jenis sampah logam dan non-logam dimana pada bagian jenis sampah non-logam terdapat kondisi menurut basah dan kering pada sampah yang diproses serta berbasis *Internet of Things* (IoT) guna pemantauan jarak jauh dan mengetahui titik lokasi sampah berada, yang mana dari purwarupa ini dapat menciptakan pengelolaan sampah yang inovatif serta meningkatkan efisiensi manajemen sampah.

1.4. Batasan Masalah

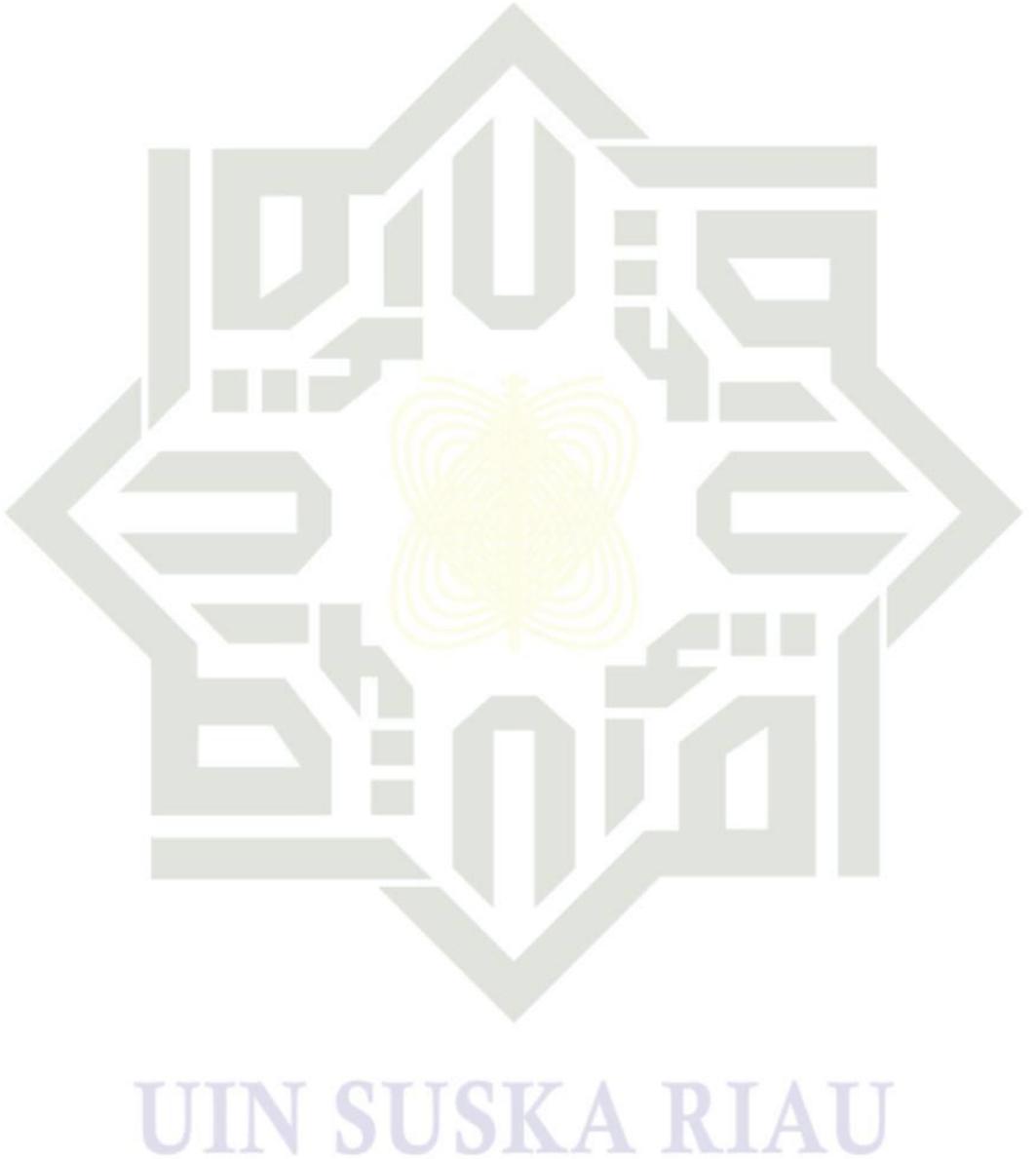
Agar tidak memperluas pembahasan, maka penulis dalam penelitian ini membatasi masalah antara lain pada:

1. Sistem yang dibuat secara otomatis hanya memilah sampah jenis logam dan non-logam.
 2. Pengklasifikasian sampah berdasarkan kondisi basah dan kering. Faktor lain seperti berat atau ukuran tidak akan diteliti.
 4. *Prototype* tersebut hanya mampu memilah satu jenis sampah dalam satu waktu dan tidak bisa menangani banyak sampah sekaligus.
 5. Pada *prototype* menggunakan mikrokontroler Esp32, sensor ultrasonik, sensor *proximity* induktif, sensor *rain humidity*, Motor servo, dan modul I2C.
 6. Pada penelitian menggunakan situs MIT *App Inventor* sebagai media pengembangan aplikasi android dari tempat sampah.
- Penelitian ini membutuhkan listrik untuk dapat beroperasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memahami peran teknologi dalam mengatasi masalah lingkungan, seperti pengelolaan sampah yang efisien.
2. Memahami pengimplementasian mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dalam teknologi pengelolaan lingkungan.
3. Terciptanya tempat sampah yang dapat mengklasifikasikan jenis sampah secara otomatis.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini, penulis merujuk pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya.

Pada tahun 2020, penelitian oleh Ali Wafi, Herry Setiawan, dan Sofia Ariyani, “Prototipe Sistem Smart Trash berbasis *internet of things* (IoT) dengan Aplikasi Android” merancang suatu sistem tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mendeteksi dan memisahkan sampah yang terbuat dari logam dan non-logam dengan menggunakan sensor ultrasonik dan sensor proximity serta terhubung dengan aplikasi Android yang memungkinkan pemantauan status sampah secara real-time dan pengiriman notifikasi ketika tempat sampah penuh.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Prengky L.E.Aritonang, Bayu E.C, Steven Daniel K, Julyar Prasetyo pada tahun 2020, “*The Prototype Of Automatic Smart Trash Clustering Tool*” mengembangkan suatu alat pengelompokan sampah pintar otomatis yang dapat mengidentifikasi dan memilah sampah antara logam dan non-logam. Di samping itu, perangkat ini dilengkapi dengan mekanisme buka dan tutup tempat sampah secara otomatis serta memberikan notifikasi SMS ketika tempat sampah penuh. Pada penelitian ini tidak terdapat pengklasifikasian jenis sampah Non-logam menurut kondisi basah dan kering dan penempatan titik lokasi tempat sampah diaplikasi guna mengetahui tempat sampah berada serta alarm sebagai alternatif apabila kapasitas tempat sampah telah penuh.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fauzan Azmi Hasibuan, Solikhun, dan Zulani Masruro pada tahun 2021 dengan judul “Penggunaan Sistem Mikrokontroler Dalam Pembuatan Tempat Sampah Pemilah Otomatis Menggunakan Arduino Uno” Membuat suatu prototipe tempat sampah pemilah otomatis dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno. Prototipe tersebut mampu untuk secara otomatis memisahkan jenis sampah, termasuk basah, kering, dan logam dengan menggunakan sensor *proximity*, sensor ultrasonik, sensor kelembaban, dan motor servo. dalam penelitian ini, prototipe yang dikembangkan tidak menggunakan aplikasi android untuk pemantauan jarak jauh kondisi tempat sampah.

Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Dwi Wulan Nabilla, Rully Pramudita pada tahun 2022, “Sistem Pendeteksi Sampah Logam dengan Sampah Non Logam untuk

Pengepul Barang Bekas Dikampung Bekasi Jati” Membuat suatu sistem deteksi limbah logam dan non-logam untuk pengelolaan barang bekas di Desa Bekasi Jati. Sistem menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan penambahan esp8266 untuk koneksi wifi yang dihubungkan ke *smartphone* guna memantau total sampah melalui aplikasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Rizki Widiyanto dan Fitriyani pada tahun 2021, “Rancang Bangun Mesin Pemilah Sampah Basah dan Kering Otomatis Berbasis Mikrokontroler” merancang sebuah mesin yang dapat memilah sampah basah dan kering. Mesin ini dirancang menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 sebagai komponen utamanya, serta sensor *soil moisture* untuk mengukur kelembapan pada sampah apakah tergolong sampah kering atau basah. Penelitian ini tidak menerapkan fungsi IoT dengan menggunakan aplikasi untuk pemantauan jarak jauh melalui *smartphone* serta hanya menyangkut pengklasifikasian sampah basah dan kering.

Terakhir penelitian yang dilakukan oleh Oktami Puadi dan Hambali pada tahun 2022, “Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis” Merancang suatu alat yang dapat memisahkan 3 jenis sampah diantaranya sampah logam, sampah basah, dan sampah kering, serta membuka tutup sampah secara otomatis. Namun penelitian ini tidak terdapat unsur IoT didalamnya, sehingga tidak dapat dilakukan pemantauan jarak jauh, serta pemberitahuan terkait tempat sampah melalui aplikasi.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dijabarkan diatas penulis ingin melakukan penelitian dengan membuat suatu *prototype* yang dapat mengklasifikasikan jenis sampah Logam dan Non-logam secara otomatis, dan penambahan sensor *Raindrop* untuk pengklasifikasian sampah Non-logam menurut kondisi basah dan kering, serta dilengkapi sistem berbasis IoT untuk menginformasikan mengenai titik lokasi tempat sampah berada dan menyampaikan notifikasi kapasitas atau volume tempat sampah kepada petugas kebersihan melalui aplikasi di *smartphone*.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sampah

Sampah adalah hasil pembuangan dari proses aktivitas manusia, namun beberapa jenis sampah dapat melebur dan menyatu dengan alam. Jika pengelolaan sampah tidak optimal, lingkungan sekitar dapat tercemar oleh sampah. Sampah plastik khususnya, memiliki dampak negatif yang signifikan bagi alam. Proses dekomposisi sampah plastik memerlukan waktu yang sangat lama. Selain itu, sebagian besar

sampah plastik dibuang ke sungai dan akan berakhir di lautan. Dampak buruk sampah bagi lingkungan seperti nilai estetika, polusi udara, polusi tanah, dan polusi air. Selain merugikan lingkungan, sampah juga menjadi tempat sarang bagi beberapa penyakit yang berpotensi merugikan kesehatan manusia. Bahkan, pembuangan sampah dapat menghancurkan populasi dalam suatu ekosistem, seperti yang terjadi ketika limbah dibuang ke laut dan merusak ekosistem laut tersebut. Menurut sifatnya, sampah umumnya diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu :

1. Sampah logam merujuk pada limbah yang mengandung zat-zat logam seperti tembaga, timbal, merkuri, dan kadmium. Pencemaran logam berat sangat membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan, misalnya pencemaran logam berat pada air. Air menjadi tidak layak serta tidak aman untuk dikonsumsi setelah terkontaminasi oleh logam berat, apabila mengonsumsinya dapat mengakibatkan dampak serius pada tubuh, seperti tekanan darah tinggi, kerusakan pada jaringan ginjal testibuler, dan kerusakan pada sel-sel darah merah. Di samping itu, kerusakan lingkungan akibat logam berat dapat berdampak pada kehidupan ekosistem air.
2. Sampah non-logam mencakup sampah yang bukan bersifat logam, seperti plastik, kertas, dan sisa makanan, Sampah non-logam ini dapat mengakibatkan pencemaran lautan, kerusakan ekosistem, dan ancaman terhadap satwa laut. Selain itu, sampah non-logam yang tidak menghantar listrik, seperti kertas dan daun, juga memerlukan pemisahan dari sampah logam [4].

2.2.2 Internet Of Things (IoT)

Penerapan sistem komputer dalam *Internet of Things* (IoT) dapat menguasai pekerjaan manusia, melampaui kemampuan komputasi manusia, serta mengontrol perangkat digital dari jarak jauh melalui medium internet. IoT memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengoptimalkan perangkat elektronik dan listrik yang terkoneksi dengan internet. Konsep IoT melibatkan penghubungan berbagai perangkat sensor melalui internet guna mengumpulkan dan berbagi informasi. Seluruh proses ini dapat dilaksanakan tanpa kehadiran langsung komputer dan intervensi manusia [5].

Definisi *Internet of Things* oleh para ahli: Casagras (Coordination and support for global RFID-related activities and standardization), menyebutkan bahwa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

IoT adalah suatu infrastruktur komunitas internasional yang menghubungkan perangkat fisik dan digital melalui pemanfaatan perolehan informasi dan kemampuan komunikasi. IoT dapat memberikan pengalaman, sensor, dan bakat koneksi sebagai alat untuk program perangkat lunak kooperatif yang tidak memihak dan pengembangan operator. Selain itu, IoT ditandai oleh taraf otonom data capture yang tinggi, event transfer, konektivitas jaringan dan interoperabilitas [6].

2.2.3 MIT App Inventor

App Inventor adalah suatu platform pembuatan aplikasi Android yang menonjol karena menggunakan pendekatan visual block programming. Dengan memanfaatkan alat ini, kita dapat membuat aplikasi tanpa perlu menulis kode program secara manual. *App Inventor* sering disebut sebagai visual block programming karena memungkinkan pengguna untuk melihat, menggunakan, menyusun, dan menggeser blok yang mewakili simbol-simbol perintah serta fungsi event handler tertentu dalam proses pembuatan aplikasi. Dengan metode yang sederhana ini, pengguna dapat menciptakan aplikasi tanpa harus terlibat dalam penulisan kode atau aspek pemrograman. *App Inventor* yang awalnya dikembangkan oleh Google, kini merupakan aplikasi web sumber terbuka yang dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). *App Inventor* memungkinkan pengguna, terutama mereka yang baru mengenal pemrograman komputer, untuk membuat aplikasi perangkat lunak yang dapat dijalankan di sistem operasi Android. Antarmuka grafis *App Inventor* mirip dengan antarmuka pengguna pada Scratch dan Star Logo TNG, memudahkan pengguna dalam menggeser dan melepaskan objek visual untuk menciptakan aplikasi yang dapat berfungsi pada perangkat Android [7].

2.2.4 Google Firebase

Firebase merupakan layanan dari Google yang dirancang untuk membantu developer dalam mengembangkan aplikasi. Firebase atau yang dikenal sebagai Backend as a Service (BaaS), adalah solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempercepat proses pengembangan aplikasi. Dengan menggunakan Firebase, developer dapat fokus pada pengembangan aplikasi tanpa harus memikirkan secara mendalam mengenai bagian backend. Firebase menyediakan berbagai library untuk platform klien yang berbeda, seperti Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C, dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Node.js, sehingga memungkinkan integrasi yang mudah dengan berbagai platform tersebut. Firebase digunakan untuk memfasilitasi penambahan fitur-fitur baru yang akan dikembangkan oleh developer. Beberapa fitur yang disediakan oleh Firebase untuk membantu pengembangan sistem ini antara lain Authentication, Realtime Database, Cloud Storage, dan Cloud Messaging [8].



Gambar 2.1 Google Firebase

2.2.5 Android

Android adalah suatu sistem operasi untuk perangkat mobile yang menggunakan basis Linux, mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka yang memungkinkan para pengembang untuk membuat aplikasi mereka sendiri. Sistem operasi ini mendukung lebih dari satu miliar smartphone dan tablet, menjadi inti dari pengalaman digital yang sangat memuaskan kita. Untuk memberikan karakteristik yang unik, setiap versi Android diberi nama berdasarkan makanan penutup (dessert) [8].

2.2.6 Mikrokontroler

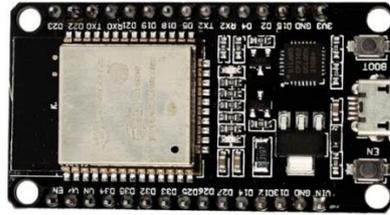
Mikrokontroler adalah bentuk sederhana dari sistem komputer yang tergabung dalam satu chip tunggal. Di dalam mikrokontroler, terdapat beberapa komponen sistem yang mendukung fungsinya, seperti mikrokontroler itu sendiri, ROM, RAM, I/O, dan clock, mirip dengan komponen yang dimiliki oleh komputer PC [9].

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini model ESP32, ESP32 adalah sebuah varian mikrokontroler yang telah dikembangkan dan diperkenalkan oleh perusahaan Espressif Systems. Perangkat ini adalah generasi penerus dari mikrokontroler ESP8266. ESP32 dapat mengimplementasikan bahasa pemrograman *Micropython* dan berkembang untuk mengimplementasikan teknologi *embedded system* berbasis IoT (*Internet of Things*), sedangkan *micropython* merupakan suatu reimplementasi dari bahasa pemrograman Python 3. Perbedaan utama antara Python dan *MicroPython* adalah bahwa *MicroPython* dirancang untuk berjalan di lingkungan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang sangat terbatas. dan di sistem tertanam seperti *Microbit* di mikrokontroler ESP32, atau *microchip* dengan RAM 16 kilobyte. Dilengkapi dengan modul WiFi, perangkat ini mendukung pengembangan sistem aplikasi berbasis IoT. Pin pada ESP32 memiliki kemampuan untuk beroperasi baik sebagai pin analog maupun digital [10].



Gambar 2.2 Mikrokontroler ESP32

2.2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah suatu perangkat sensor yang telah siap pakai dan berperan sebagai pengirim, penerima, serta pengontrol gelombang ultrasonik. Sensor tersebut memiliki kemampuan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek dalam rentang 2cm hingga 4m, dengan tingkat akurasi mencapai 3mm.

Sesuai dengan rumus fisika dimana untuk menghitung jarak merupakan perkalian antara kecepatan dan waktu.

$$S = v \cdot t \tag{2.1}$$

Keterangan :

S : Jarak

v : Kecepatan

t : Waktu

Namun, pada sensor ini, waktu yang dihitung adalah waktu pergi dan waktu datang. Modul sensor PING menghasilkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik, dan setelah gelombang pantulan terdeteksi, modul sensor PING akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa high (t_{in}) akan sesuai dengan waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik untuk menempuh dua kali jarak ukur dengan objek. Jadi, jarak yang dihitung adalah [11]:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$S = \frac{(v \cdot t_{in})}{2} \tag{2.2}$$

Keterangan :

S : Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi.

v : Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s).

t : Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang.

Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Ketika gelombang ultrasonik dipancarkan, kemudian memantul kembali dari suatu target, gelombang yang dipantulkan akan dideteksi oleh sensor, dan sensor tersebut akan menghitung perbedaan waktu antara saat gelombang dikirimkan dan waktu saat gelombang pantulan diterima untuk mengukur jaraknya. Sensor HC-SR04 terdiri dari sepasang transduser ultrasonik, di mana satu berfungsi sebagai pengirim (*transmitter*) dan satunya sebagai penerima (*receiver*). Proses kerjanya dimulai dengan pemberian sinyal pulsa ke pin Trigger, kemudian sensor akan mentransmisikan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu pantulan gelombang tersebut [12].



Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.2.8 Motor Servo

Motor servo merupakan jenis motor yang menggunakan sistem umpan balik tertutup, dimana posisi motor dikembalikan informasinya ke dalam rangkaian kontrol yang terdapat di dalam motor servo tersebut. Motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian gigi, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut rotasi dari motor servo, sementara sudut pada sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kabel motor pada kaki sinyal [13].

Motor servo dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yakni motor servo standar yang memiliki kapabilitas rotasi hingga 180 derajat, dan motor servo

continuous yang mampu berotasi sebesar 360 derajat. Pengaturan pergerakan motor servo dapat diimplementasikan dengan menggunakan metode PWM (Pulse Width Modulation) [14].



Gambar 2.4 Motor Servo

2.2.9 Sensor Proximity Induktif

Dalam sensor proximity induktif, prinsip dasar yang digunakan adalah induksi elektromagnetik. Sensor ini menghasilkan medan elektromagnetik yang akan terganggu oleh kehadiran benda logam, menyebabkan perubahan pada karakteristik medan tersebut yang kemudian dideteksi oleh sensor. Prinsip dasar induksi elektromagnetik dijelaskan oleh hukum Faraday dan hukum lenz.

Hukum Faraday menyatakan bahwa laju perubahan fluks magnetik yang melalui suatu kawat penghantar akan menghasilkan tegangan listrik (*Electromotive Force* (EMF)) dalam kawat tersebut. Ini dinyatakan dalam rumus:

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.3)$$

Keterangan :

E : Tegangan listrik (EMF)

dΦ : Fluks magnetik

dt : Perubahan waktu

Hukum Lenz menyatakan bahwa arah arus yang dihasilkan oleh gaya elektromotif (EMF) tersebut akan selalu menghasilkan fluks magnetik yang akan menahan perubahan yang menyebabkannya, sehingga bertentangan dengan perubahan yang menyebabkannya. Dalam sensor proximity induktif, medan elektromagnetik

yang dihasilkan oleh sensor berubah ketika ada benda logam yang mendekat. Perubahan ini kemudian menciptakan tegangan listrik atau EMF dalam kumparan sensor. Besarnya tegangan atau EMF ini dapat diukur oleh sensor dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda logam [15].

Rentang deteksi sensor ini mencakup jarak 1mm hingga 60mm. Komponen sensor ini melibatkan kumparan atau koil dengan inti ferit yang dapat menghasilkan medan magnetik. Sensor *proximity* induktif memanfaatkan kumparan (induktor) untuk menciptakan medan magnet frekuensi tinggi. Apabila terdapat benda logam yang berdekatan dengan medan magnet tersebut, secara otomatis benda tersebut akan mengalami arus yang mengikuti pola magnetiknya [16].



Gambar 2.5 Sensor *Proximity* Induktif

2.2.10 Sensor *Raindrop*

Sensor *Raindrop* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi hujan. Komponen ini terdiri dari dua modul, yaitu papan deteksi hujan dan modul kontrol. Papan deteksi hujan berfungsi untuk mendeteksi keberadaan hujan, Sementara itu, modul kontrol memeriksa perbandingan nilai analog dan mengubahnya menjadi data digital. Sensor tetesan hujan pada dasarnya adalah papan yang dilapisi nikel dan disusun dalam bentuk garis. Prinsip kerja Rain Sensor berdasarkan resistansi. Modul *Raindrop* memungkinkan perhitungan tingkat kelembaban melalui pin output analog, dan akan mengeluarkan sinyal digital ketika nilai kelembaban mencapai batas tertentu.

Modul ini berbasis pada op amp LM393 dan melibatkan modul elektronik serta papan sirkuit tercetak yang berfungsi untuk "mengakumulasi" tetesan hujan. Saat tetesan hujan terkumpul di papan sirkuit, mereka membentuk jalur resistansi paralel yang diukur oleh op amp. Ketika hujan turun, fenomena ini mengurangi hambatan karena air bersifat sebagai konduktor listrik, dan munculnya air menyebabkan jalur nikel bersambung secara paralel, yang kemudian mengurangi hambatan dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menurunkan tegangan yang melewati jalur tersebut [17].

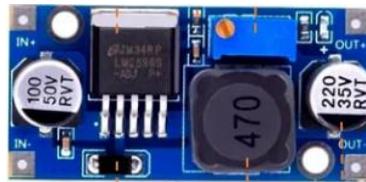


Gambar 2.6 Raindrop Sensor

2.2.11 Modul Step Down DC

Modul *step down* LM2596 adalah modul konverter DC yang berfungsi sebagai penurun tegangan (*step down*) dengan menggunakan IC LM2596. Modul ini dapat mengubah tegangan masukan DC yang bervariasi antara 3V hingga 40V menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah, yang dapat diatur sesuai kebutuhan antara 1.5V hingga 35V [18].

Komponen ini memiliki kemampuan untuk melewati arus beban maksimum hingga 3A. Idealnya, LM2596 dapat beroperasi dengan frekuensi *switching* maksimum sebesar 150 kHz. Hal ini menghasilkan kebutuhan akan komponen filter dengan ukuran spesifikasi frekuensi *switching* yang lebih kecil dan rendah. Modul ini cocok digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika yang memerlukan tegangan DC yang stabil, seperti sistem catu daya, pengisian baterai, dan pengendalian motor DC. Modul ini juga memiliki lampu indikator LED yang menandakan modul sedang beroperasi. Kelebihan modul ini antara lain ukurannya yang kecil, efisiensi konversi yang tinggi, dan kemampuannya untuk menangani arus hingga 3A [18].



Gambar 2.7 Modul Step Down LM2596

2.2.12 GPS Module NEO-6M

Modul GPS Neo-6M merupakan perangkat GPS yang menggunakan chip GPS NEO-6M dari u-blox. Fungsinya sebagai penerima GPS (Global Positioning System Receiver) memungkinkan pengguna untuk menentukan posisi, waktu, dan kecepatan

ketika berpindah tempat. Modul ini memiliki kemampuan memproses hingga 50 kanal sinyal dengan cepat, dan waktu Cold TTFF (Cold-Start time-to-first-fix, yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menentukan posisi setelah kondisi mati total) kurang dari 27 detik [19].

Modul ini memiliki antena eksternal dan EEPROM internal, serta berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui antarmuka serial TTL (RX/TX) dengan baud rate default 9600 bps. Modul GPS Neo-6M dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti navigasi, sistem keamanan terhadap pencurian kendaraan atau perangkat bergerak, pengumpulan data pada sistem pemetaan area, dan pelacakan lokasi [19].



Gambar 2.8 Module GPS Neo-6M

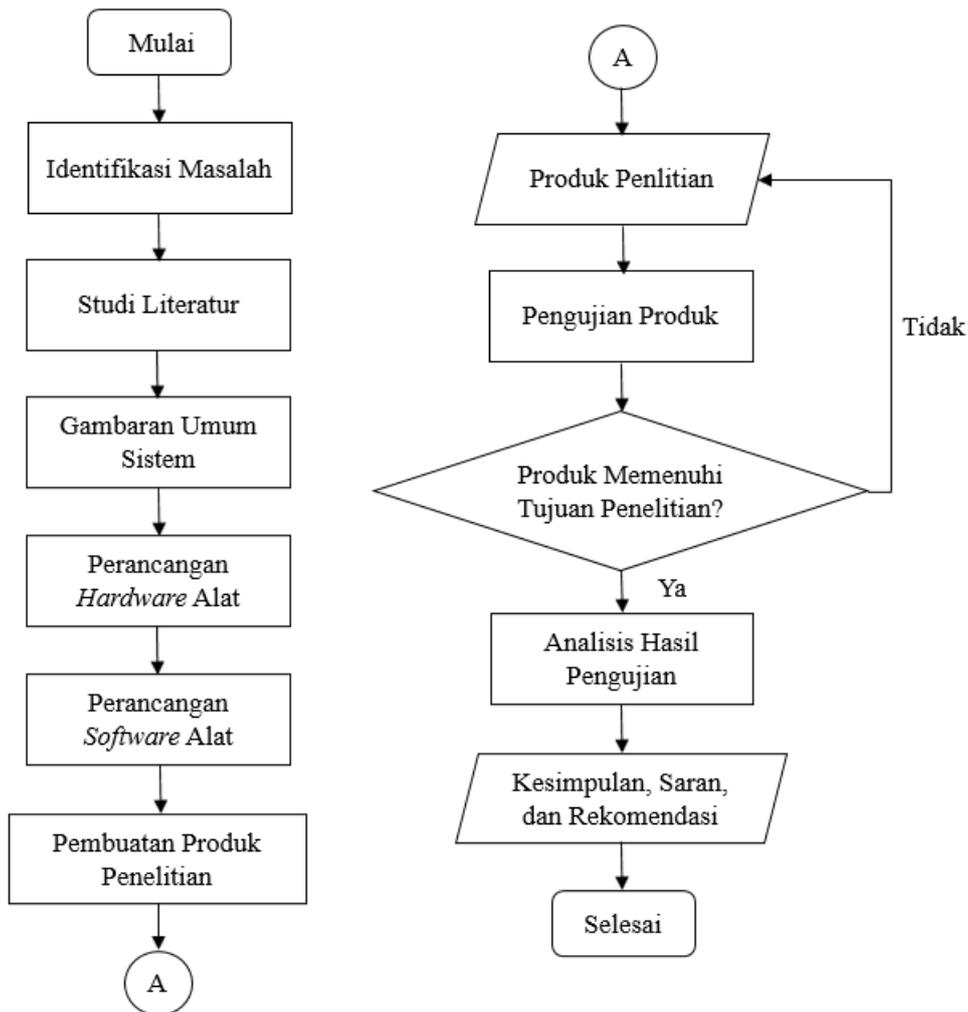
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah *Research and Development* (R&D). Penelitian R&D adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk melalui pengembangan dari produk yang sudah ada sebelumnya, dimana pada penelitian ini dilakukan pengembangan dari sistem klasifikasi jenis sampah tersebut. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dimana pada penelitian ini hasil uji coba produk berupa data angka dari tabel pengujian pada produk penelitian yang dihasilkan. Ilustrasi dari metode penelitian ini terdapat dalam gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Identifikasi Masalah

Penulis melakukan pengamatan terhadap masalah-masalah yang ada di sekitarnya, kemudian memilih satu masalah spesifik sebagai fokus penelitian. Dalam penelitian ini, fokusnya adalah tentang penumpukan sampah yang tidak diklasifikasikan menurut jenisnya. Pada tahap ini, penulis menetapkan konteks latar belakang penelitian, merumuskan permasalahan yang ingin dipecahkan, serta menetapkan tujuan dan cakupan penelitian. Tujuannya adalah untuk memberikan panduan yang lebih terarah dalam proses penelitian.

Studi Literatur

Penulis melakukan pencarian dan studi literatur yang relevan untuk mendukung dan memperkaya penelitian yang sedang dilakukan. Proses ini melibatkan pencarian artikel jurnal dan buku yang berkaitan dengan topik penelitian, yakni klasifikasi jenis sampah dan penerapan teknologi elektronika serta IoT sebagai solusi terhadap masalah yang diidentifikasi. Dalam tahap ini, penulis mengumpulkan data dan teori dari sumber-sumber tersebut, yang kemudian akan digunakan dalam penelitian, serta memperoleh informasi dari penelitian sebelumnya yang diulas dalam tinjauan pustaka.

3. Gambaran Umum Sistem

Penulis mengembangkan rancangan sistem untuk perangkat yang akan dibuat dengan mengilustrasikan bentuk fisik dari komponen yang akan digunakan dalam penelitian, dan menjelaskan hubungan antara komponen-komponen tersebut serta prinsip kerja sistem dari alat penelitian secara keseluruhan.

Perancangan *Hardware* Alat

Penulis menyusun skema rangkaian untuk alat penelitian dan membuat tabel yang memetakan hubungan antara komponen-komponen untuk memastikan koneksi antar komponen terdokumentasi dengan jelas. Hal ini dilakukan agar alat yang dibuat dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian.

Perancangan *Software* Alat

Penulis menyusun diagram alur yang menggambarkan alur proses yang terjadi dalam sistem pada alat penelitian yang akan dibuat. Tujuannya adalah untuk memahami dan mengilustrasikan bagaimana program yang dibuat akan memungkinkan sistem bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pembuatan Produk Penelitian

Penulis memulai proses pembuatan alat penelitian berdasarkan rancangan hardware dan software yang telah disusun sebelumnya, dan melanjutkan proses tersebut hingga alat penelitian selesai.

8. Pengujian Produk

Penulis menentukan parameter pengujian untuk mengevaluasi alat atau produk yang dihasilkan, lalu melakukan pengujian berdasarkan parameter tersebut. Parameter yang ditetapkan ini berkaitan erat dengan tujuan penelitian.

9. Analisis Hasil

Penulis menganalisis data yang didapat dari hasil pengujian. Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dihasilkan tidak memenuhi tujuan penelitian, penulis harus memeriksa kembali alat yang dibuat dan memulai kembali proses pembuatan alat tersebut jika diperlukan.

10. Kesimpulan, Saran, dan Rekomendasi

Setelah alat yang dihasilkan terbukti memenuhi tujuan penelitian berdasarkan hasil pengujian, kesimpulan dapat dibuat dari analisis data tersebut. Selain itu, saran dan rekomendasi dapat diajukan untuk mengidentifikasi kekurangan dalam alat yang dihasilkan dan memberikan panduan tentang cara mengembangkan alat tersebut agar kekurangan yang ada dapat diatasi pada penelitian mendatang.

3.2 Gambaran Umum Sistem

Pada bagian ini Untuk memahami sistem dan alur kerja alat yang akan dibuat dalam penelitian ini, penulis membuat diagram blok sistem alat tersebut guna menggambarkan prinsip dan alur kerja alat secara umum.

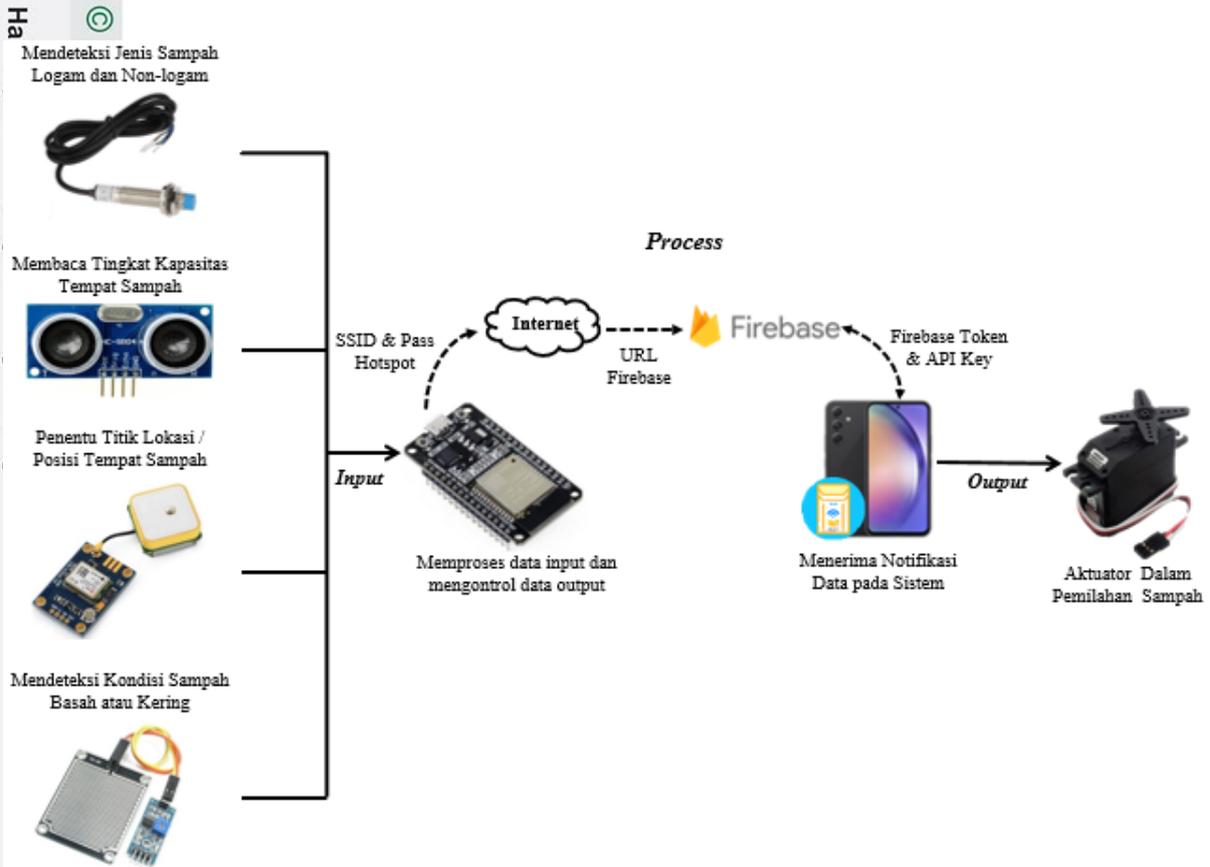
Gambar 3.2 menunjukkan alur kerja produk yang akan dihasilkan dari penelitian ini. Pada awalnya, Modul wifi yang terdapat pada Mikrokontroler ESP32 akan menghubungkan dengan hotspot yang telah di set pada program yang ditulis dan di upload ke dalam ESP32, setelah terhubung ESP32 dapat terkoneksi ke internet dan berkomunikasi dengan smartphone petugas kebersihan melalui aplikasi yang telah dibuat menggunakan situs MIT *App Inventor*, Kemudian melakukan proses penyimpanan data di ESP32 selama proses pemrograman.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

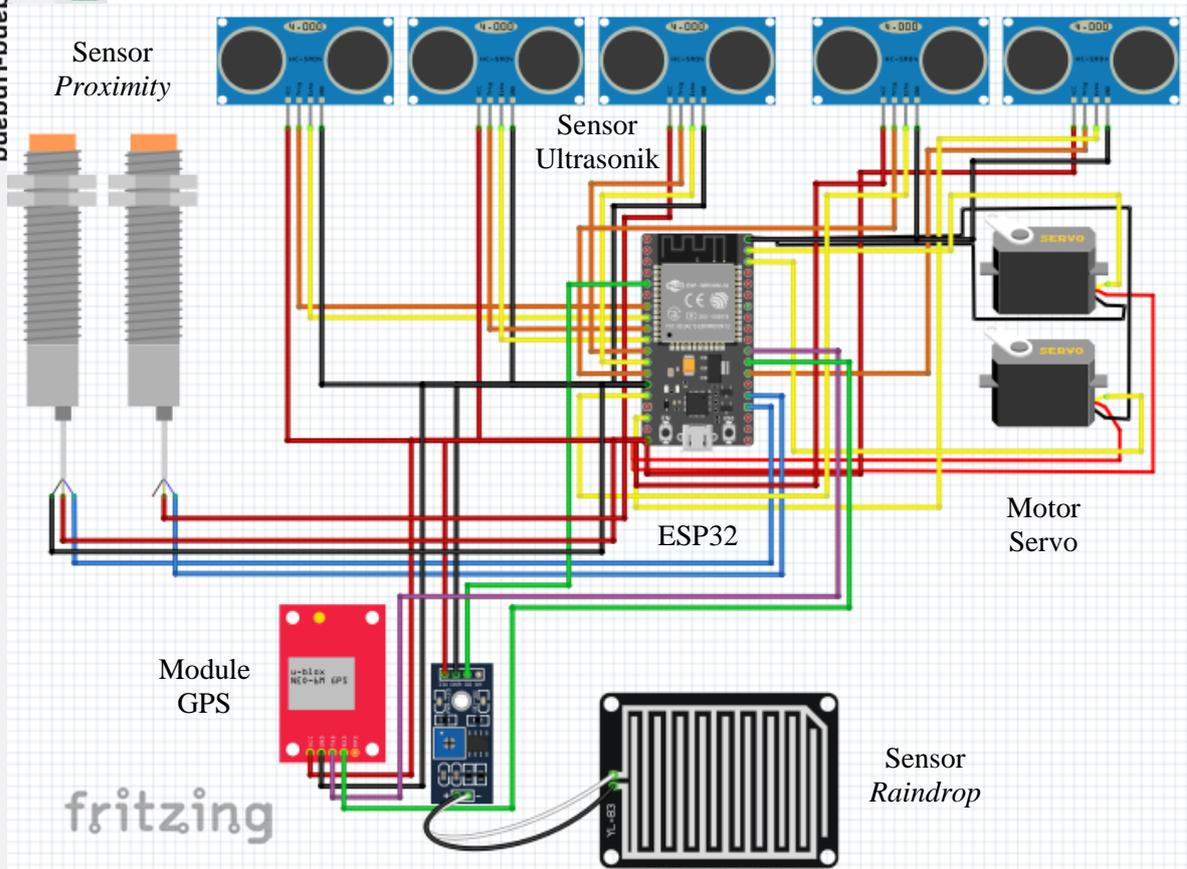
Dalam penelitian ini terdapat tiga buah sensor, yaitu sensor *proximity* induktif, sensor *rain humidity*, dan Sensor Ultrasonik dimana sensor *Proximity* induktif berfungsi sebagai pendeteksi jenis sampah logam dan Non-logam lalu sensor *Raindrop* digunakan sebagai pendeteksi kondisi basah atau kering dari jenis sampah logam dan Non-logam yang telah dipilah, dan sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi tingkat kapasitas atau volume dari tempat sampah.

Aplikasi yang terdapat pada *smartphone* pengguna akan menerima data mengenai kapasitas dan titik lokasi tempat sampah dari Google Firebase dengan cara ESP32 tersebut diprogram untuk membuat permintaan transfer data dari *database* sensor dan modul GPS, begitu pula sebaliknya untuk sistem notifikasi ESP32 akan mengirimkan data yang berupa tanda bahwa tempat sampah tersebut telah penuh secara realtime ke aplikasi yang terdapat pada *smartphone* pengguna.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3 Perancangan *Hardware* Alat

Pada tahap ini, hubungan antara komponen dalam alat akan di rancang dengan membuat skema rangkaian untuk mengetahui koneksi antara komponen-komponen dalam sistem. Berikut adalah skema rangkaian sistem alat yang akan dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Sistem

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

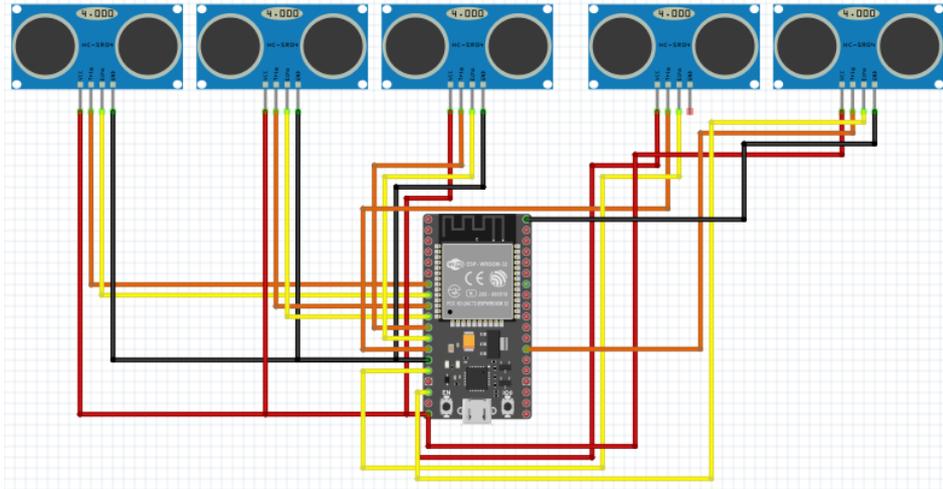
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sensor Ultrasonik dengan ESP32

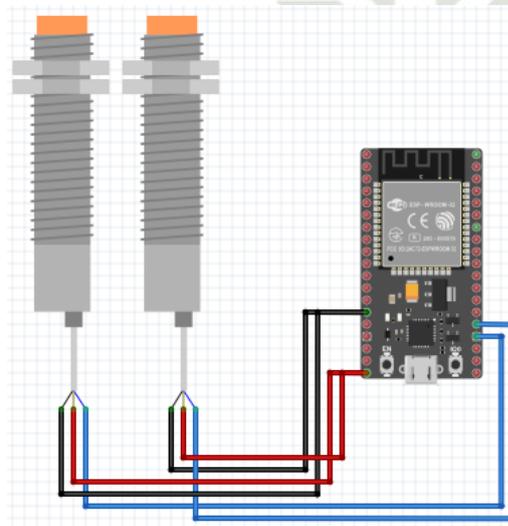


Gambar 3.4 Sensor Ultrasonik dengan ESP32

Tabel 3.1 Koneksi Pin Sensor Ultrasonik dengan ESP32

Pin Komponen	Pin Koneksi
<i>Input</i> Sensor Ultrasonik (Kapasitas Tempat Sampah)	IO 32 & 33 ESP32 IO 25 & 26 ESP32 IO 27 & 14 ESP32
<i>Input</i> Sensor Ultrasonik (Pemilahan Sampah 1)	IO 12 & 13 ESP32
<i>Input</i> Sensor Ultrasonik (Pemilahan Sampah 2)	IO 2 & 15 ESP32

2. Sensor *Proximity* Induktif dengan ESP32



Gambar 3.5 Sensor *Proximity* Induktif dengan ESP32

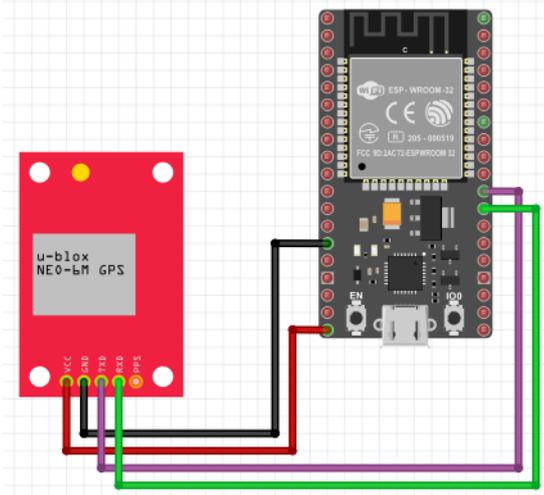
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 3.2 Koneksi Pin Sensor *Proximity* Induktif dengan ESP32

Pin Komponen	Pin Koneksi
<i>Input Sensor Proximity</i>	IO 23 & 22 ESP32

Tabel 3.3 Koneksi Pin Modul GPS dengan ESP32

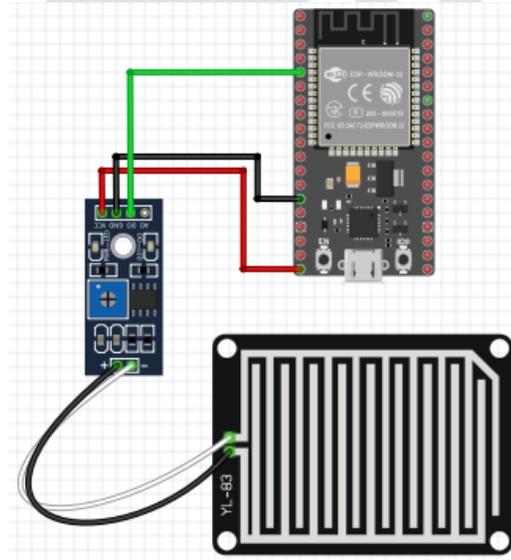


Gambar 3.6 Modul GPS Neo-6M dengan ESP32

Tabel 3.3 Koneksi Pin Modul GPS dengan ESP32

Pin Komponen	Pin Koneksi
<i>Input Modul GPS</i>	IO 16 & 17 ESP32

Tabel 3.4 Koneksi Pin Modul *Raindrop* Sensor dengan ESP32

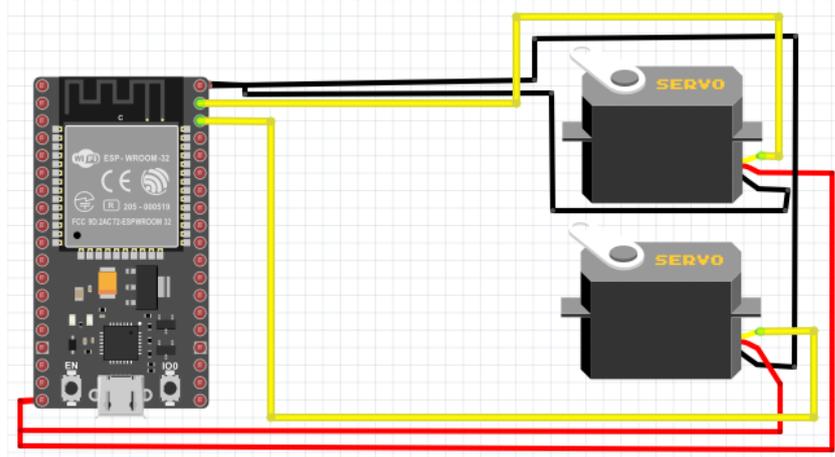


Gambar 3.7 *Raindrop* Sensor dengan ESP32

Tabel 3.4 Koneksi Pin *Raindrop* Sensor dengan ESP32

Pin Komponen	Pin Koneksi
<i>Input Sensor Raindrop</i>	IO 35 ESP32

Tabel 3.5 Koneksi Pin Motor Servo (Aktuator) dengan ESP32



Gambar 3.8 Motor Servo dengan ESP32

Tabel 3.5 Koneksi Pin Motor Servo dengan ESP32

Pin Komponen	Pin Koneksi
<i>Input Motor Servo</i>	IO 5 & 18 ESP32

3.4 Perancangan *Software* Alat

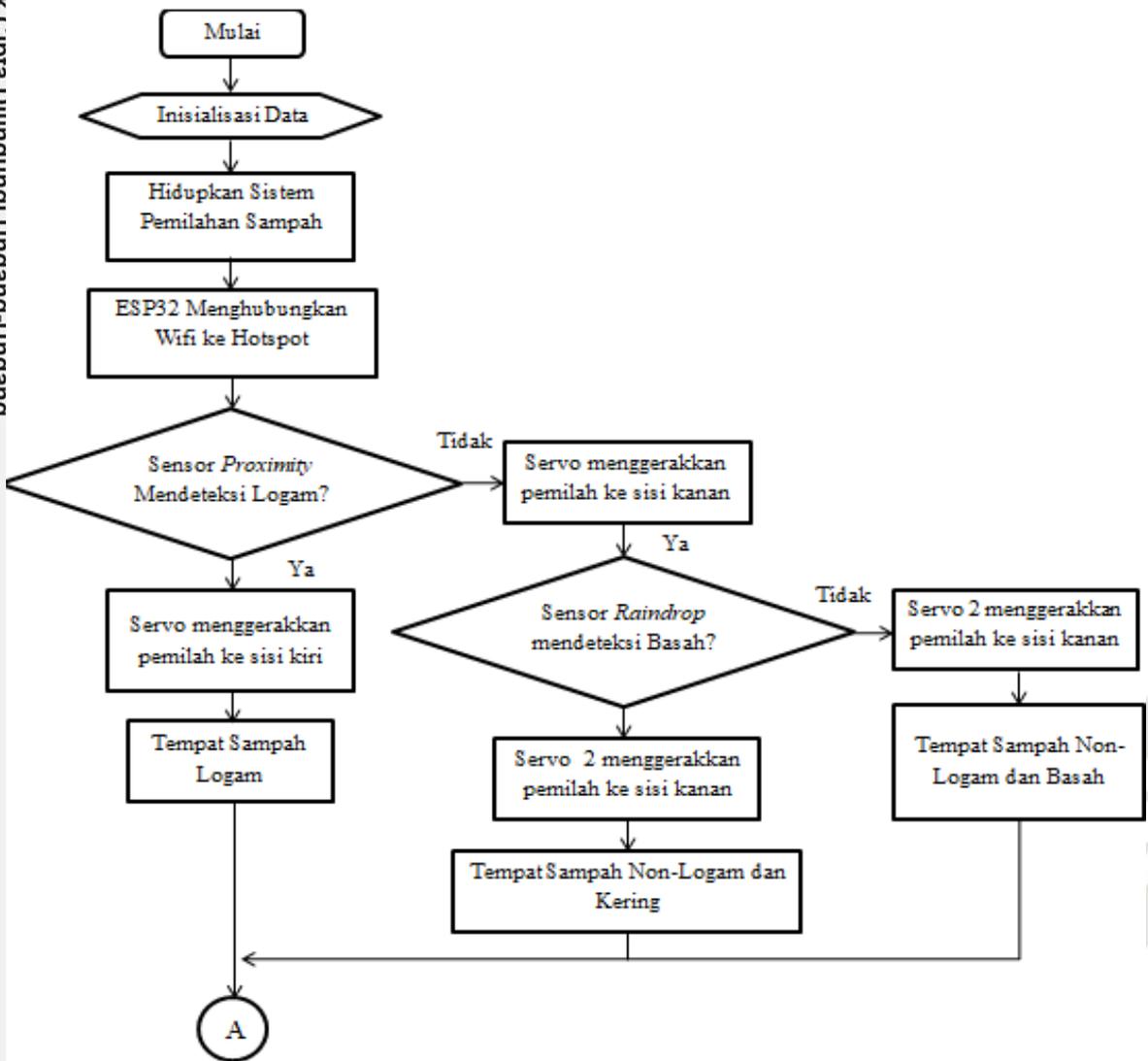
Alat ini memerlukan program untuk mengoperasikannya, program tersebut diunggah ke dalam ESP32 agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Berikut alur kerja alat dalam program yang diunggah ke dalam ESP32 pada gambar 3.12 & 3.13:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Uinraungi Unang-Unang

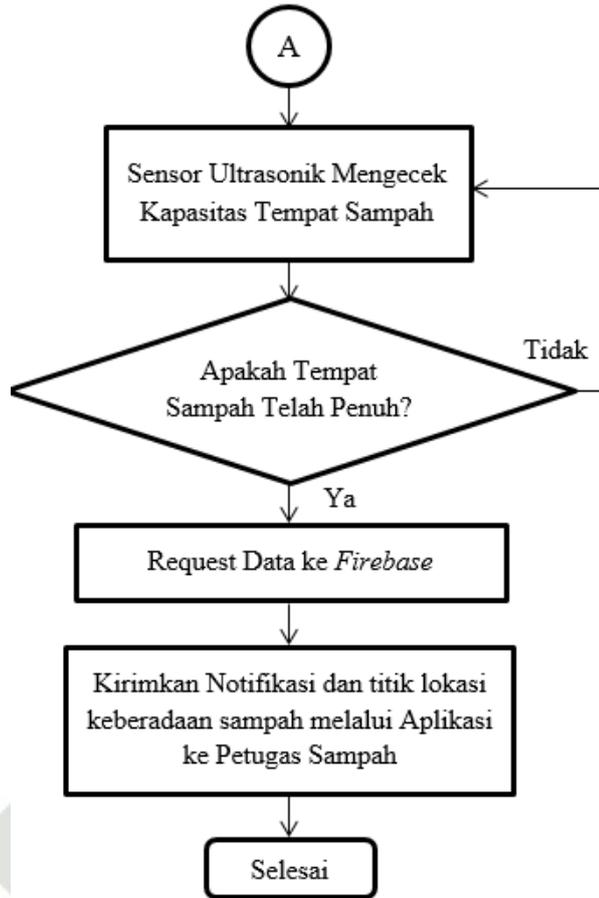
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.9 Flowchart Program Alat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



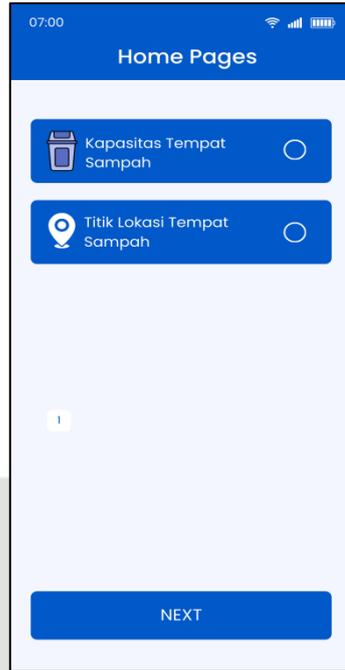
Gambar 3.10 Lanjutan *Flowchart* Program Alat

3.4.1 Mockup Aplikasi

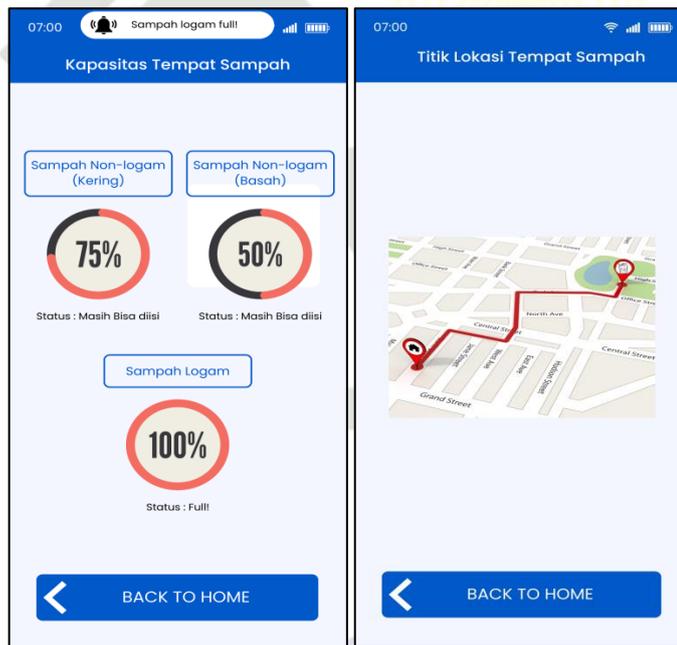
Berikut adalah desain aplikasi untuk memonitoring kapasitas/volume tempat sampah, dan titik lokasi keberadaan tempat sampah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



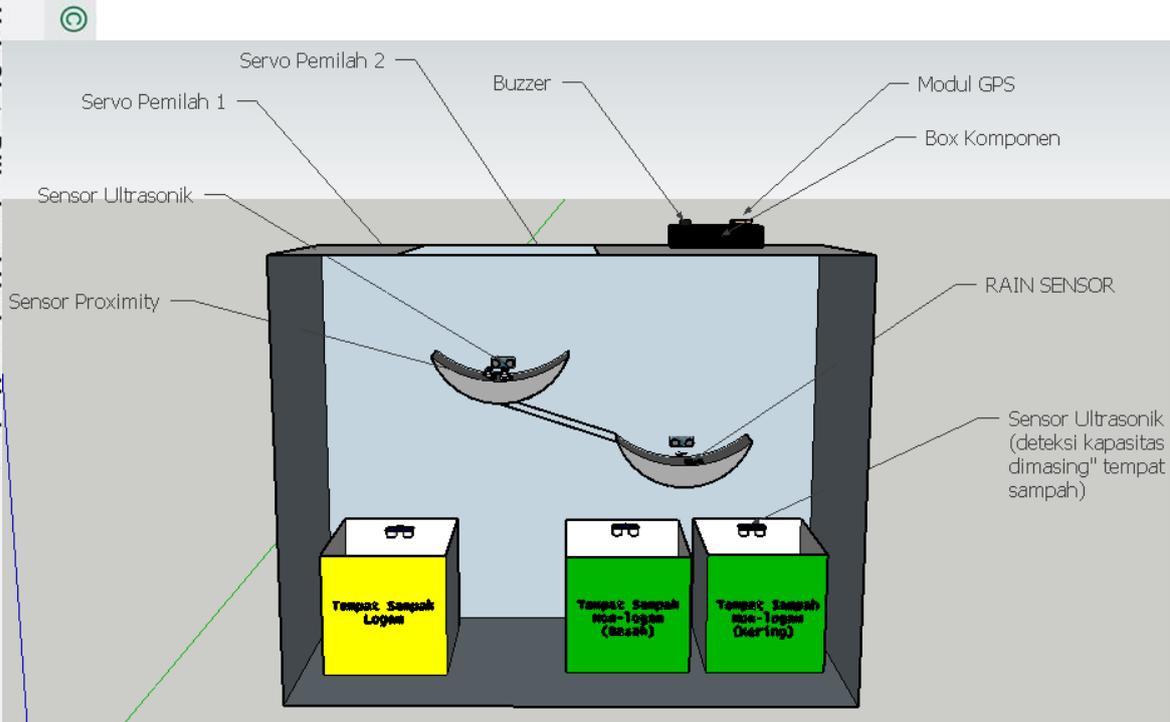
Gambar 3.11 Tampilan Awal (Home) Aplikasi



Gambar 3.12 Tampilan bagian kapasitas dan titik lokasi tempat sampah

3.5 Desain Alat

Berikut adalah desain alat sistem klasifikasi jenis sampah otomatis dengan menggunakan esp32 berbasis *internet of things* (IoT) dengan dimensi tinggi 62 cm, panjang 65 cm, dan lebar 17 cm.



Gambar 3.14 Desain Alat

3.6 Pengujian Alat

Pada tahap pengujian alat dalam penelitian ini, beberapa parameter akan diuji sesuai dengan tujuan penelitian. Beberapa parameter yang akan diuji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. **Fungsionalitas sensor pendeteksi dalam pengklasifikasian jenis sampah**
 Pada penelitian ini terdapat dua sensor pendeteksi, yaitu sensor pendeteksi jenis sampah logam dan sensor pendeteksi sampah non-logam dalam kondisi basah atau kering. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sampel sampah di atas sensor *proximity* dan sensor *raindrop*. Selanjutnya, sensor akan mengirimkan data ke ESP32 dan menggerakkan motor servo sesuai dengan jenis dan kondisi sampah yang dideteksi oleh sensor tersebut. Pengujian meliputi penilaian nilai sensor *proximity* induktif dan sensor *raindrop* terhadap jarak, respons dan akurasi, serta kestabilan dan konsistensi sensor dalam jangka waktu yang lama.
2. **Fungsionalitas sensor pendeteksi dan modul gps dalam pemantauan jarak jauh**
 Pengujian dilakukan dengan cara menginstall aplikasi pada semua *smartphone* pengguna. Ketika sampah telah melewati batas kapasitas yang telah ditentukan maka secara otomatis aplikasi akan menampilkan pesan notifikasi dari tempat sampah di *smartphone* pengguna yang telah terinstall aplikasi tersebut. Selain itu,

terdapat fitur titik koordinat yang berguna untuk memudahkan dalam menemukan lokasi tempat sampah. Pengujian ini meliputi akurasi sensor ultrasonik dalam mengukur ketinggian sampah, pengujian notifikasi oleh sensor ultrasonik saat tempat sampah telah penuh, pengujian akurasi modul gps dalam memberikan informasi mengenai titik koordinat keberadaan tempat sampah, dan labuz pengujian notifikasi.

Pengujian Aplikasi Klasifikasi Jenis Sampah Pada *Smartphone*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan komunikasi antara *smartphone* dengan aplikasi dimana hal yang diuji mengenai aplikasi ini ialah kebenaran transfer data untuk pemantauan mengenai tingkat kapasitas dimasing-masing tempat sampah, penerimaan notifikasi tanda sampah telah penuh yang dikirimkan oleh sensor pendeteksi secara realtime, dan pengiriman titik lokasi keberadaan tempat sampah ke *smartphone* pengguna.

3.7 Analisis Hasil Pengujian

Setelah pengujian dilakukan, penulis akan menganalisis data hasil pengujian untuk menjelaskan dan mendeskripsikan data yang diperoleh. Analisis ini akan mencakup fungsionalitas dari fitur-fitur yang ada dalam alat penelitian, yang telah diuraikan pada tahap pengujian sebelumnya.

3.8 Kesimpulan, Saran, dan Rekomendasi

Setelah dilakukan analisis, penulis dapat menyimpulkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan mengidentifikasi kekurangan pada alat penelitian yang telah dibuat. Dengan demikian, penulis dapat memberikan saran dan rekomendasi untuk perbaikan serta pengembangan lebih lanjut pada alat penelitian ini.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan produk purwarupa dari sistem klasifikasi jenis sampah otomatis menggunakan ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT), yang dapat dioperasikan dengan tegangan 12V dari power supply.
2. Purwarupa dari sistem klasifikasi jenis sampah otomatis tersebut dapat memonitoring tingkat kapasitas dan melacak titik lokasi wadah sampah melalui aplikasi IoT *Trash Can* yang terhubung ke smartphone pengguna dengan komunikasi internet dan perantara Google Firebase.
3. Sistem Klasifikasi Jenis Sampah Otomatis terdapat tanda apabila tempat sampah telah penuh diantaranya alarm dari *buzzer* akan berbunyi lalu akan secara otomatis mengirimkan notifikasi tanda tempat sampah telah penuh melalui aplikasi yang terinstall di *smartphone* pengguna.
4. Berdasarkan dari hasil pengujian dan pemantauan sistem yang dilakukan didapatkan bahwa rata-rata tingkat kinerja sistem selama 7 hari yaitu 97%, dengan tingkat keberhasilan sensor *proximity* yaitu 100%, dapat memilah sampah berbahan metal dan non-metal dengan baik, sedangkan dibagian sensor *raindrop* mendapat rata-rata tingkat keberhasilan 90% akan tetapi kedua sensor tersebut memiliki waktu respons yang cukup lama dengan rata-rata tingkat keberhasilan yaitu 89% dalam mendeteksi jenis sampah yang dimasukkan, Selain itu peletakan posisi dan ukuran sampah sangat berpengaruh terhadap kinerja sensor. Pada bagian kapasitas, sensor ultrasonik dapat membaca dengan akurat tingkat volume yang terdapat pada tempat sampah secara realtime.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih memiliki kekurangan, dan penulis berharap memberikan saran yang dapat memberikan dedikasi positif untuk pengembangan lebih lanjut dari purwarupa ini yaitu puwarupa ini bisa dikembangkan dengan menambahkan baterai daya cadangan untuk menghidupkan komponen apabila listrik padam, serta mengembangkan

anda *buzzer* telah penuh menjadi informasi berupa pesan suara dari DF *Player Mini*, Selain itu Sensor *Raindrop* di purwarupa ini kurang sensitif pada saat mendeteksi jenis sampah non-logam (basah) yang berukuran kecil & kurang intensitas airnya. Dari saran tersebut diharapkan agar dapat menjadi pedoman serta memberikan arahan untuk perbaikan & pengembangan lebih lanjut temuan yang ditemukan dalam penelitian ini.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ernawaty, Zulkarnain, Y. I. Siregar and Bahruddin, “Pengelolaan Sampah di Kota Pekanbaru”, *Dinamika Lingkungan Indonesia*, vol. 6, no. 2, pp. 126-135, 2021.
- [2] L. Nulhakim, “Pemilahan Jenis Sampah Logam dan Non-Logam Skala Kecil Secara Otomatis Berbasis Arduino (Smart Trash Can)”, *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 9, no. 2, pp. 59-66, 2020.
- [3] Prengky L.E.Aritonang, Bayu E.C, Steven Daniel K and Julyar Prasetyo, “The Prototype of Automatic Smart Trash Clustering Tool”, *SNITT*, pp. 375-381, 2020.
- [4] Mulyati, “Dampak Sampah Terhadap Kesehatan Lingkungan dan Manusia”, *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, pp. 187-189, 2020.
- [5] A. Junaidi, “Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya”, *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. 1, no. 3, pp. 62-66, 2021.
- [6] A. Ra’uf, A. Faisol, F. S. Wahyuni, “Penggunaan Internet of Things (IoT) Alat Pendeteksi Logam dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar”, *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 20-29, 2022.
- [7] A. Wafi, H. Setyawan and S. Ariyani, “Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IOT (Internet Of Things) dengan Aplikasi Android”, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 1176-1183, 2020.
- [8] M. Alda, D. K. Maulana, M. D. Abdillah and R. Hidayat, “Membangun Aplikasi Pencarian Wisata Top di Sumatera Utara Berbasis Mobile”, *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol.8, no.1, pp. 2936-2947, 2024.
- [9] R. Widiyanto and Fitriyani, “Rancang Bangun Mesin Pemilah Sampah Basah dan Kering Otomatis Berbasis Mikrokontroler”, *Jurnal Sosial dan Sains*, vol. 1, no. 11, pp. 1472-1480, 2021.
- [10] F. A. Hasibuan, Solikhun and Z. Masruro, “Penggunaan Sistem Mikrokontroler Dalam Pembuatan Tempat Sampah Pemilah Otomatis Menggunakan Arduino Uno”, *Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, vol. 1, no. 6, pp. 368-377, 2021.
- [11] H. Pratama, E. Haritman and T. Gunawan, “Akuisisi Data Kinerja Sensor Ultrasonik Berbasis Sistem Komunikasi Serial Menggunakan Mikrokontroler Atmega 32”, *ELECTRANS*, vol.11, no. 2, pp.36-43, 2020.
- [12] A. Wuryanto, N. Hidayatun, M. Rosmiati and Y. Maysaroh, “Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar dengan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino UNO”,

Hak Cipta Dilindungi undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



PARADIGMA, vol. 21, no. 1, pp. 55-60, 2019.

- [13] D. W. Nabilla and R. Pramudita, “Sistem Pendeteksi Sampah Logam dengan Sampah Non Logam Untuk Pengepul Barang Bekas Dikampung Bekasi Jati”, *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 415-419, 2022.
- [14] O. Puadi and Hambali, “Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis”, *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 1-14, 2022.
- [15] H. Isyanto and H. Birawan, “Rancang Bangun Pengisi Daya Tanpa Kabel Untuk Semua Jenis Alat Portable”, *Jurnal Elektum*, vol.15, no. 2, pp. 17-26, 2020.
- [16] A. E. Widodo, Suleman, “Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno”, *Indonesian Journal on Software Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 12-18, 2020.
- [17] A. Widodo and A. Sumaedi, “Prototipe Deteksi Hujan Berbasis Arduino Uno Menggunakan Rain Drop Sensor Module”, *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 18-24, 2023.
- [18] D. A. Rumansyah, S. Amini, S. Mulyati and Purwanto, “Rancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04, Microcontroller Nodemcu, dan Sensor Proximity”, *SKANIKA*, vol. 5, no. 1, pp. 125-135, 2022.
- [19] A. Z. Arfianto, dkk, “Perangkat Informasi Dini Batas Wilayah Perairan Indonesia Untuk Nelayan Tradisional Berbasis Arduino dan Modul Gps Neo-6M”, *JOUTICA*, vol. 3, no. 2, pp. 163-167, 2019.
- [20] Y. Herawan, “Rancang Bangun Recycle Bin Automatic Berbasis Mikrokontroler Arduino”, *Jurnal Electro*, vol. 1, no. 3, pp. 178-181, 2019.

Hak cipta dimiliki oleh UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN A

KODE PROGRAM ESP32 SISTEM KLASIFIKASI JENIS SAMPAH OTOMATIS

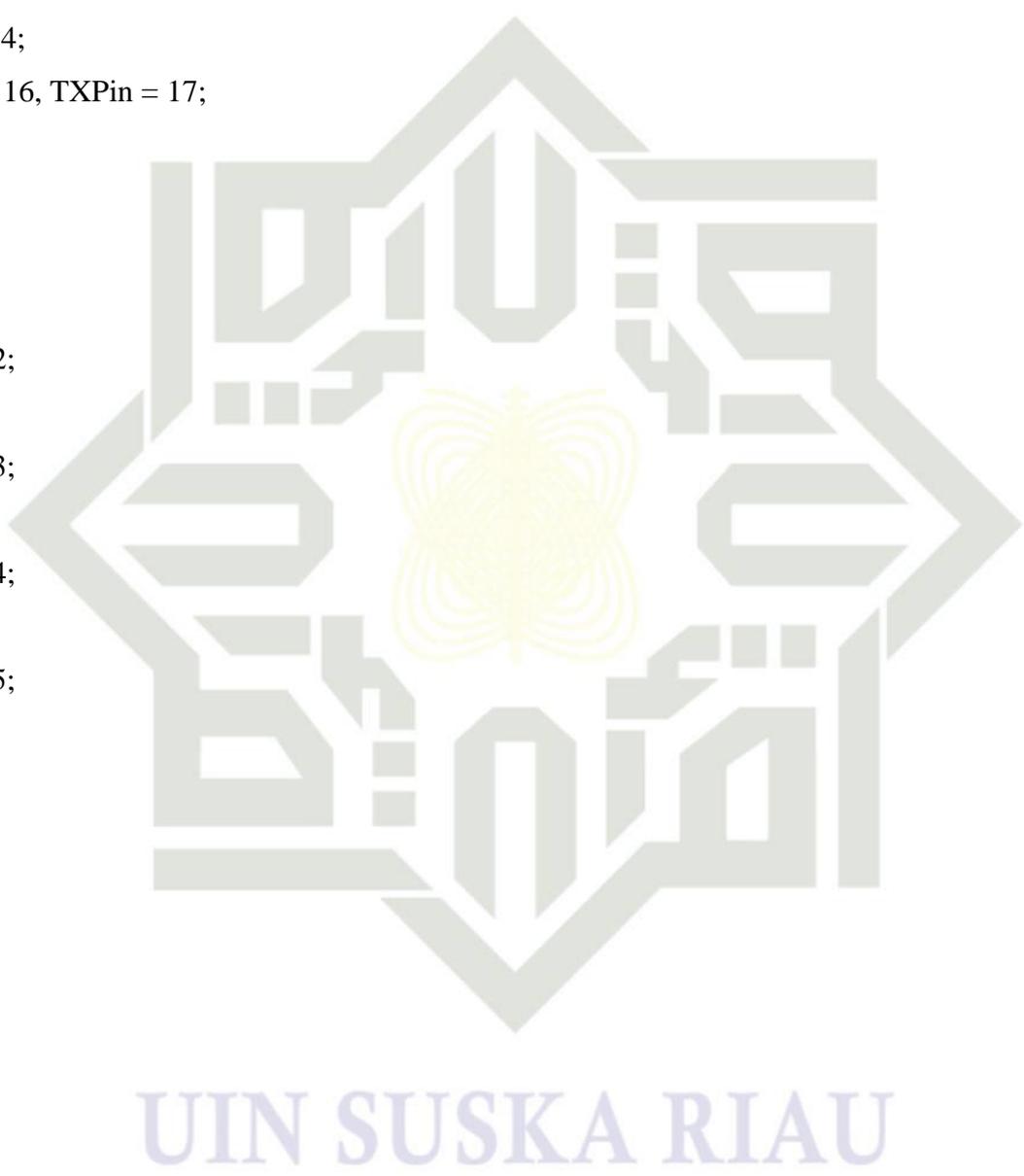
```
#include <Arduino.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <ESP32Firebase.h>
#include <ArduinoJson.h>

#define _SSID "" //Your Wifi SSID
#define _PASSWORD "" //Your Wifi Password
#define REFERENCE_URL "" //Your Firebase project reference url
#define REFERENCE_URL_PERSEN "" //Your Firebase project reference url

Firebase nilaikapasitas(REFERENCE_URL);
Firebase persentasekapasitas(REFERENCE_URL_PERSEN);
Firebase koordinat(REFERENCE_URL);

Servo servo1;
Servo servo2;

const int echomasuk = 32;
const int trigmasuk = 33;
const int echomasuk2 = 14;
const int trigmasuk2 = 27;
const int echologam = 26;
const int triglogam = 25;
const int echobasah = 12;
```



UIN SUSKA RIAU

```
const int trigbasah = 13;
const int echokering = 2;
const int trigkering = 15;
const int sensorhujan = 35;
const int metal1 = 23;
const int metal2 = 22;
const int buzzer = 4;
const int RXPin = 16, TXPin = 17;
```

```
long duration;
float distance_cm;
long duration2;
float distance_cm2;
long duration3;
float distance_cm3;
long duration4;
float distance_cm4;
long duration5;
float distance_cm5;
```

```
int basah;
int besi1;
int besi2;
```

```
float persentase;
float persentase2;
float persentase3;
```

```
const float maks = 21.40;
const float mins = 0.0;
```

```
SoftwareSerial neo6m(RXPin, TXPin);
```

```
TinyGPSPlus gps;
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(_SSID, _PASSWORD);

  pinMode(trigmasuk, OUTPUT);
  pinMode(echomasuk, INPUT);
  pinMode(trigmasuk2, OUTPUT);
  pinMode(echomasuk2, INPUT);
  pinMode(triglogam, OUTPUT);
  pinMode(echologam, INPUT);
  pinMode(trigbasah, OUTPUT);
  pinMode(echobasah, INPUT);
  pinMode(trigkering, OUTPUT);
  pinMode(echokering, INPUT);

  pinMode(sensorhujan, INPUT);
  pinMode(metal1, INPUT);
  pinMode(metal2, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);

  servo1.attach(18);
  servo1.write(90);
  servo2.attach(5);
  servo2.write(90);
}

void loop() {
  kapasitalogam();
  kapasitasbasah();
  kapasitaskering();

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

    bacamasuk();
    bacamasuk2();
    //Serial.println();
    delay(1000);
}

void bacamasuk(){
    digitalWrite(trigmasuk, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigmasuk, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigmasuk, LOW);

    duration = pulseIn(echomasuk, HIGH);

    distance_cm = duration * 0.034 / 2;

    Serial.print("Jarak: ");
    Serial.print(distance_cm);
    Serial.println(" cm");

    delay(500);

    if(distance_cm <= 14){
        bacalogam();
        delay(500);
    }
}

void bacalogam(){
    besi1 = digitalRead(metal1);
    besi2 = digitalRead(metal2);

```

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

© HAK CIPTA MILIK UIN SUSKA RIAU
if(besi1 == LOW || besi2 == LOW){
    servo2.write(180);
    delay(1000);
    servo2.write(90);
    delay(1000);
}
if(besi1 == HIGH || besi2 == HIGH){
    servo2.write(0);
    delay(1000);
    servo2.write(90);
    delay(1000);
}

void bacamasuk2(){
    digitalWrite(trigmasuk2, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigmasuk2, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigmasuk2, LOW);

    duration2 = pulseIn(echomasuk2, HIGH);

    distance_cm2 = duration2 * 0.034 / 2;

    Serial.print("Jarak2: ");
    Serial.print(distance_cm2);
    Serial.println(" cm");

    delay(500);

    if(distance_cm2 <= 14){
        bacabasah();
    }
}

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

delay(500);
}
}
void bacabasah(){
  basah = digitalRead(sensorhujan);
  if(basah == LOW){
    servo1.write(180);
    delay(1000);
    servo1.write(90);
    delay(1000);
  }
  if(basah == HIGH){
    servo1.write(0);
    delay(1000);
    servo1.write(90);
    delay(1000);
  }
}

void kapasitaslogam(){
  digitalWrite(triglogam, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(triglogam, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triglogam, LOW);

  duration3 = pulseIn(echologam, HIGH);

  distance_cm3 = duration3 * 0.034 / 2;

  persentase = map(distance_cm3, 21.40, 5.34, 0,100);

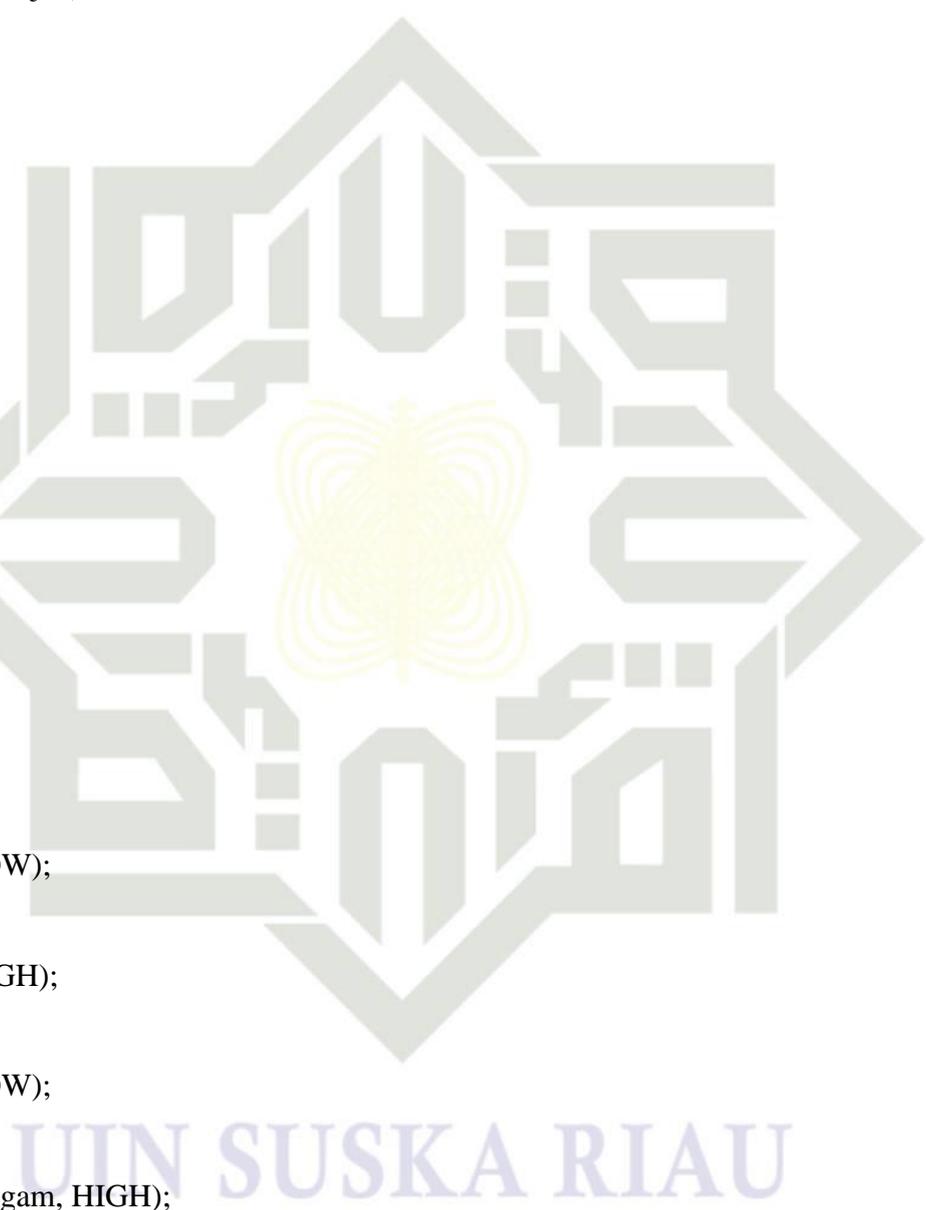
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta dilindungi UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Saif Kasim Riau



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

```

if(persentase < 0.00){
    persentase = 0.00;
}
if(persentase > 100.0){
    persentase = 100.00;
}
nilaikapasitas.setFloat("NilaiKapasitas/NilaiKapasitasLogam", persentase);
if(persentase >= 0.00 && persentase <= 0.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam0", 0.00);
}
if(persentase >= 1 && persentase <= 19.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam10", 10.00);
}
if(persentase >= 20.01 && persentase <= 29.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitas");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam20", 20.00);
}
if(persentase >= 30.01 && persentase <= 39.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam30", 30.00);
}
if(persentase >= 40.01 && persentase <= 49.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam40", 40.00);
}
if(persentase >= 50.01 && persentase <= 59.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam50", 50.00);
}
if(persentase >= 60.01 && persentase <= 69.99){

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

percentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
percentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam60", 60.00);
}
if(percentase >= 70.01 && percentase <= 79.99){
    percentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    percentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam70", 70.00);
}
if(percentase >= 80.01 && percentase <= 89.99){
    percentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    percentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam80", 80.00);
}
if(percentase >= 90.01 && percentase <= 99.99){
    percentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    percentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam90", 90.00);
    alarm();
}
if(percentase >= 100.00){
    percentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasLogam");
    percentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasLogam/Logam100", 100.00);
    alarm();
}
}

void kapasitasbasah(){
    digitalWrite(trigbasah, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigbasah, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigbasah, LOW);

    duration4 = pulseIn(echobasah, HIGH);

    distance_cm4 = duration4 * 0.034 / 2;

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

persentase2 = map(distance_cm4, 21.40, 5.34, 0,100);

if(persentase2 < 0.00){
    persentase2 = 0.00;
}

if(persentase2 > 100.0){
    persentase2 = 100.00;
}

nilaikapasitas.setFloat("NilaiKapasitas/NilaiKapasitasBasah", persentase2);

if(persentase2 >= 0.00 && persentase2 <= 0.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah0", 0.00);
}

if(persentase2 >= 1 && persentase2 <= 19.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah10", 10.00);
}

if(persentase2 >= 20.01 && persentase2 <= 29.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah20", 20.00);
}

if(persentase2 >= 30.01 && persentase2 <= 39.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah30", 30.00);
}

if(persentase2 >= 40.01 && persentase2 <= 49.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah40", 40.00);
}

if(persentase2 >= 50.01 && persentase2 <= 59.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");

```

```

persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah50", 50.00);
}
if(persentase2 >= 60.01 && persentase2 <= 69.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah60", 60.00);
}
if(persentase2 >= 70.01 && persentase2 <= 79.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah70", 70.00);
}
if(persentase2 >= 80.01 && persentase2 <= 89.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah80", 80.00);
}
if(persentase2 >= 90.01 && persentase2 <= 99.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah90", 90.00);
    alarm();
}
if(persentase2 >= 100.00){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasBasah");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasBasah/Basah100", 100.00);
    alarm();
}
}

void kapasitaskering(){
    digitalWrite(trigkering, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigkering, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigkering, LOW);

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

duration5 = pulseIn(echokering, HIGH);

distance_cm5 = duration5 * 0.034 / 2;

persentase3 = map(distance_cm5, 21.90, 5.34, 0,100);

if(persentase3 < 0.00){
    persentase3 = 0.00;
}
if(persentase3 > 100.0){
    persentase3 = 100.00;
}

nilaikapasitas.setFloat("NilaiKapasitas/NilaiKapasitasKering", persentase3);
if(persentase3 >= 0.00 && persentase3 <= 0.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasKering");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasKering/Kering0", 0.00);
}
if(persentase3 >= 1 && persentase3 <= 19.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasKering");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasKering/Kering10", 10.00);
}
if(persentase3 >= 20.01 && persentase3 <= 29.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasKering");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasKering/Kering20", 20.00);
}
if(persentase3 >= 30.01 && persentase3 <= 39.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasKering");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasKering/Kering30", 30.00);
}
if(persentase3 >= 40.01 && persentase3 <= 49.99){
    persentasekapasitas.deleteData("PersenKapasitasKering");
    persentasekapasitas.setFloat("PersenKapasitasKering/Kering40", 40.00);
}

```

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Saifur Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


```

delay(500);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(500);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(buzzer,LOW);
delay(500);
}

static void smartdelay_gps(unsigned long ms) {
  unsigned long start = millis();
  do {
    while (neo6m.available()) {
      gps.encode(neo6m.read());
    }
  } while (millis() - start < ms);
}

void modulgps() {
  if (gps.location.isValid()) {
    float Latitude = gps.location.lat();
    float Longitude = gps.location.lng();

    if (koordinat.setFloat("/Koordinat/Latitude", Latitude)) {
      Serial.print("Latitude: ");
      Serial.println(Latitude);
    } else {
      Serial.println("Failed to send Latitude to Firebase");
    }

    if (koordinat.setFloat("/Koordinat/Longitude", Longitude)) {

```

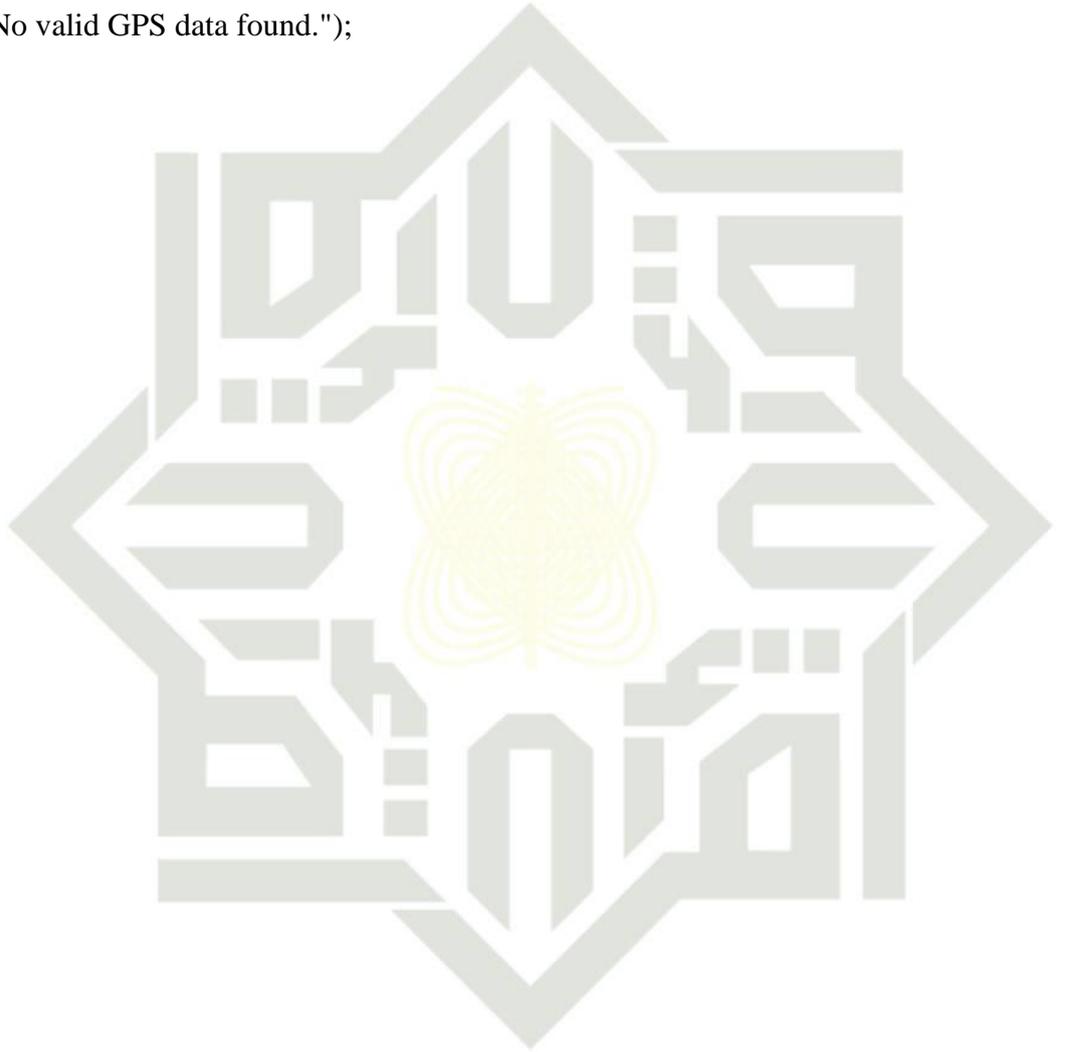
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```
©  
Serial.print("Longitude: ");  
Serial.println(Longitude);  
} else {  
Serial.println("Failed to send Longitude to Firebase");  
}  
} else {  
Serial.println("No valid GPS data found.");  
delay(2000);  
}  
}
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Proses Pemilahan 1 (Sampah logam & Non logam)



Proses Pemilahan 2 (Sampah non logam basah & kering)