

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* (IoT)
PADA SISTEM KONTROL TEMPAT SAMPAH OTOMATIS
MENGUNAKAN ARDUINO UNO DAN
SENSOR ULTRASONIK**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Disusun Oleh:

AZZAHRA NATASYA
NPM: 2107220007

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Azzahra Natasya

NPM : 2107220007

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perancangan dan Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Kontrol Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik

Bidang Ilmu : Sistem Kendali

Telah Berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

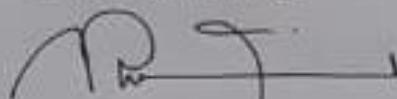
Medan, 12 September 2025

Mengetahui dan menyetujui

Dosen Pembimbing

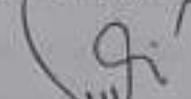
Muhammad Adam, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I



Rimbawati, S.T., M.T

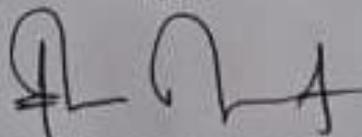
Dosen Pembimbing II



Noorly Evalina, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua



Dr. Elvy Salmur Nasution, S.T., M.Pd

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Surat yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Azzahra Natasya
Tempat / Tanggal Lahir : Singkil / 11 Juni 2003
NPM : 2107220007
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan Sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

"Perancangan dan Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Kontrol Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian kerja hasil milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / keserjanaan saya

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 September 2025

Saya yang menyatakan,



Azzahra Natasya

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Surat yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Azzahra Natasya

Tempat / Tanggal Lahir : Singkil / 11 Juni 2003

NPM : 2107220007

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan Sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

“Perancangan dan Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Kontrol Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian kerja hasil milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / keserjanaan saya

Demikian surata pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 September 2025

Saya yang menyatakan,

Azzahra Natasya

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya populasi dan produksi sampah, masalah kebersihan dan kesehatan semakin memburuk, terutama karena tempat sampah konvensional menjadi sarang bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol tempat sampah otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan pengguna dan mengukur tingkat kepenuhan sampah. Selain itu, motor servo digunakan untuk membuka dan menutup penutup secara otomatis, sementara modul ESP8266 NodeMCU mengirimkan data *real-time* ke aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini sangat responsif dengan waktu respons rata-rata 0,97 detik, akurasi sensor yang tinggi, dan keandalan motor servo yang mencapai 98%. Dengan kemampuan pemantauan jarak jauh melalui IoT, sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan menyediakan solusi yang lebih higienis.

Kata Kunci: IoT (Internet of Things), Tempat sampah otomatis, Arduino Uno, Sensor ultrasonik, ESP8266 NodeMCU.

ABSTRACT

With the increasing population and waste production, sanitation and health issues have worsened, primarily due to conventional trash cans becoming breeding grounds for harmful bacteria. This research aims to address this problem by designing and implementing an automated trash can control system based on the Internet of Things (IoT). The system uses an Arduino Uno microcontroller integrated with two ultrasonic sensors: one to detect the user's presence and the other to measure the trash level. The main actuator, a servo motor, automatically opens and closes the lid. To support remote monitoring, an ESP8266 NodeMCU module is used to send the fill status data to the Blynk application in real-time. The results of the implementation and testing show that the system operates effectively as intended. Performance tests revealed a very fast average response time of 0.97 seconds from object detection to a fully open lid. The accuracy of the ultrasonic sensor was found to be excellent, with a measurement difference of only 0.1 to 0.5 cm from the actual distance within the 5-25 cm range, while the servo motor mechanism's reliability reached 98%. The IoT feature also functions well, allowing for real-time trash status monitoring via the Blynk application on a smartphone. This research successfully demonstrates that the developed automated trash can system can improve waste management efficiency and provide a more hygienic solution for the community.

Keywords: IoT (Internet of Things), Automated trash can, Arduino Uno, Ultrasonic sensor, ESP8266 NodeMCU.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan penulisan proposal penelitian yang berjudul “Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Secara Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Ultrasonik Untuk Tempat Sampah”.

Penulisan penelitian ini dimaksudkan guna melengkapi sebagian persyaratan meraih gelar sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara jurusan Teknik Elektro. Dalam menyusun penelitian ini penulis tidak dapat melupakan jasa orang – orang yang telah ikut berperan sehingga penelitian ini dapat selesai.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta saya yakni Bapak Musfar dan Ibu Erisna Dewi. Terimakasih atas setiap tetes keringat dalam setiap langkah pengorbanan dan kerja keras yang dilakukan untuk memberikan yang terbaik kepada saya, mengusahakan segala kebutuhan saya, mendidik, membimbing, dan selalu memberikan kasih sayang yang tulus, motivasi, serta dukungan dan mendoakan penulis dalam keadaan apapun agar penulis mampu bertahan untuk melangkah setapak demi setapak dalam meraih mimpi di masa depan.
2. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Benny Oktrialdi, S.T., M.T sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Muhammad Adam, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian tugas akhir ini.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kepada abang saya Mahiri Tawar Nate yang selalu menemani dan selalu menjadi *support system* saya pada hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan skripsi. Terimakasih telah mendengarkan keluh kesah, berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, memberikan dukungan, semangat, tenaga, pikiran maupun bantuan dan senantiasa sabar menghadapi saya, terimakasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga penyusunan skripsi ini.
10. Teman – teman seperjuangan Teknik Elektro yang tidak dapat di sebutkan satu persatu

Semoga segala bentuk bantuannya mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan proposal penelitian, akhir kata semoga proposal ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca sekalian.

Medan, 12 September 2025

Penulis

(Azzahra Natasya)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoretis	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat	5
1.5.4 Manfaat Bagi Institusi	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	7
2.2 Teori Dasar.....	9
2.2.1 Tempat Sampah Otomatis	9
2.2.2 Sistem Kontrol Otomatis.....	10
2.2.3 Mikrokontroler	12
2.3 Perangkat Keras	13
2.3.1 Laptop atau Komputer.....	13
2.3.2 Arduino Uno R3	13
2.3.3 Contoh Program Arduino Uno R3	14
2.3.4 Kabel USB Arduino Uno R3.....	15
2.3.5 Kabel Jumper	16
2.3.6 Sensor Ultrasonik	16
2.3.7 <i>Breadboard</i>	18
2.3.8 Motor Servo	18
2.3.9 <i>Buzzer</i>	19
2.3.10 Modul ESP8266 NodeMCU	19
2.4 Perangkat Lunak.....	20
2.4.1 Sistem Operasi Windows	20
2.4.2 Arduino IDE.....	21
2.4.3 <i>Fritzing</i>	22
2.4.4 Aplikasi Blynk	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.1.1 Tempat Penelitian.....	23
3.1.2 Waktu Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.2.1 Bahan Penelitian.....	24
3.2.2 Alat Penelitian.....	25
3.3 Perancangan Sistem	26
3.3.1 Gambar Rangkaian.....	26
3.3.2 Program (Codingan) Rangkaian.....	28
3.3.3 Diagram Blok Sistem	29
3.3.4 Tabel Kebenaran Sistem	31
3.3.5 Diagram Gerbang Logika.....	32
3.3.6 Flowchart Rangkaian Kontrol	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Implementasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Implementasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Implementasi Arduino IDE sebagai Platform Pemrograman Mikrokontroler	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Pemograman Arduino Uno	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 Pemograman Blynk NodeMCU	Error! Bookmark not defined.
4.1 Analisis Kinerja Sistem Tempat Sampah Otomatis	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Kecepatan Respon Sensor dan Servo.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 Akurasi Sensor Ultrasonik	Error! Bookmark not defined.
4.4.3 Keandalan Mekanisme Servo.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.3 Analisis Tegangan dan Arus pada Perancangan Tempat Sampah Otomatis	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perangkat Laptop.....	13
Gambar 2. 2 Arduino Uno R3	14
Gambar 2. 3 Contoh Program Arduino Uno R3	15
Gambar 2. 4 Kabel USB Arduino Uno R3.....	15
Gambar 2. 5 Kabel Jumper.....	16
Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik	16
Gambar 2. 7 Cara Kerja Sensor Ultrasonik.....	17
Gambar 2. 8 Breadboard	18
Gambar 2. 9 Motor Servo.....	19
Gambar 2. 10 Buzzer.....	19
Gambar 2. 11 Modul ESP8266 NodeMCU.....	20
Gambar 2. 12 Sistem Operasi Windows	20
Gambar 2. 13 Arduino IDE.....	21
Gambar 2. 14 Fritzing	22
Gambar 2. 15 Aplikasi Blynk.....	22
Gambar 3. 1 Kampus UMSU Jl Kapten Muchtar Basri.....	23
Gambar 3. 2 Gambar Rangkaian.....	26
Gambar 3. 3 Program (Codingan) Rangkaian.....	28
Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem	29
Gambar 3. 5 Flowchart Rangkaian Kontrol	35
Gambar 4. 1 Tampak Belakang Tempat Sampah... Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 2 Tampak Depan Tempat Sampah	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Tampak Dalam Tempat Sampah	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Pemograman Arduino Uno.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Pemograman Blynk NodeMCU	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Tampilan Dashboard Blynk	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Stopwatch.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Tampilan Serial Monitor 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 9 Tampilan Serial Monitor 2	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 10 Tampilan Serial Monitor 3	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 11 Tampilan Serial Monitor 4	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 12 Tegangan Komponen Tempat Sampah	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 4. 13 Nilai Arus Pada Saat Stand by	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 14 Nilai Arus Pada Saat Aktif (Buzzer atau Servo Aktif).....	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	23
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	24
Tabel 3. 3 Alat Penelitian.....	25
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kecepatan Respon Sensor dan Servo	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Keandalan Mekanisme Servo ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Tegangan dan Arus Rangkaian Tempat Sampah Otomatis	Error! Bookmark not defined.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan di era globalisasi dan teknologi, khususnya dalam bidang mikrokontroler dan sensor sebagai alat pendeteksi objek, telah memberikan dampak signifikan terhadap teknologi dalam kehidupan manusia. Banyak inovasi baru dan terbarukan muncul, seperti panel surya sebagai sumber energi alternatif dan tempat sampah pintar, yang semuanya dirancang untuk mempermudah dan mendukung aktivitas manusia. Salah satu isu yang sering muncul di ruang publik adalah pengelolaan sampah. Peningkatan produksi sampah seiring dengan pertumbuhan populasi dan konsumsi masyarakat berdampak pada masalah lingkungan dan kesehatan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengelolaan sampah yang baik dan benar, sesuai dengan Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber energi. Selain itu, *Head of Division Environment & Sustainability Unilever Indonesia Foundation* Maya Tamimi menyatakan Pada tahun 2024, perusahaan tersebut telah mengumpulkan dan mengelola 90.000 ton sampah plastik, lebih banyak dari yang digunakan untuk menjual produk-produknya.

Kebersihan dan kesehatan lingkungan sangat dipengaruhi oleh sistem pengelolaan sampah yang efektif. Masalah umum yang sering terjadi adalah penumpukan sampah dan ketidakteraturan pengambilan sampah, yang saat ini rata-rata hanya dilakukan 2-3 kali seminggu per TPS. Sampah telah menjadi persoalan serius hingga pemerintah menerbitkan UU No. 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, termasuk sanksi bagi pelanggar yang menyebabkan kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan.

Riset dari Konsil Higiene yang didirikan Reckitt Benckiser menunjukkan bahwa tempat sampah mengandung bakteri berbahaya, menduduki posisi ke-14 dengan 411 bakteri per inci persegi, sedikit di bawah bagian atas kamar mandi yang memiliki 452 bakteri per inci persegi. *Center for Disease Control and Prevention*

(CDC) merekomendasikan mencuci tangan dengan sabun dan air selama 20 menit atau menggunakan hand sanitizer berbasis alkohol jika sabun tidak tersedia.

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan mendorong inovasi untuk mengatasi permasalahan sehari-hari. Mikrokontroler, dengan sistem mikroprosesor terintegrasi yang mencakup CPU, ROM, RAM, dan I/O dalam satu keping, kini banyak digunakan tidak hanya untuk pengumpulan data tetapi juga untuk pengendalian berbagai peralatan di pabrik, kantor, rumah tangga, dan kendaraan. Ketersediaan komponen yang terjangkau dan mudah didapat di pasaran juga mendukung perkembangan ini.

Pengembangan tempat sampah otomatis diharapkan dapat mengurangi risiko infeksi dari kuman, bakteri, dan virus yang berasal dari tempat sampah. Inovasi ini juga diharapkan dapat mendukung program pemerintah dalam upaya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan masyarakat.

Sebagai contoh, pengaplikasian nyata di kota medan yang diterangkan dalam jurnal [1] dimana sebuah proyek pengembangan tempat sampah otomatis berbasis Arduino yang telah dihibahkan ke Kantor Dinas Perhubungan Kota Medan di Jl. Pinang Baris No.114A.

Dengan latar belakang tersebut penulis mencoba membuat tempat sampah otomatis dengan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Tempat sampah ini menggunakan Arduino Uno R3 dengan chip ATmega 328p sebagai pengontrol utama dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek (orang yang akan membuang sampah dan deteksi tingkat kepenuhan tempat sampah). Sistem ini secara otomatis membuka tutup tempat sampah ketika seseorang mendekat dan menutup kembali setelahnya, memudahkan masyarakat dalam membuang sampah tanpa kontak langsung. Untuk status tingkat kepenuhan sampah akan dikirimkan dengan sistem *Internet of Things* melalui Modul ESP8266 NodeMCU, dimana hal ini dapat dipantau melalui aplikasi atau web Blynk. Sistem kerja alat ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak objek. Ketika jarak 5 cm, sensor mengirimkan sinyal ke motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis.

Analisis sensor pada tempat sampah pintar ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik. Menurut [2] Arduino

adalah platform prototyping open source yang mudah digunakan untuk membuat sebuah system berbasis pemrogram.

Setelah sensor membaca, motor servo akan bergerak untuk mengatur pintu tempat sampah. Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu yang berada di depannya, Sensor ultrasonik bekerja pada frekuensi 40 KHz sampai dengan 400 KHz [3].

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis pada tempat sampah menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan pengguna dengan akurasi yang tinggi?
2. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan indikator tingkat kepenuhan yang efektif pada tempat sampah sehingga dapat memberikan informasi kepada petugas kebersihan mengenai status tempat sampah?
3. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan notifikasi berbasis *Internet Of Things* (IoT) untuk pemantauan kapasitas tempat sampah secara realtime?
4. Bagaimana uji coba prototype akan dilakukan dalam lingkungan yang terbatas seperti lingkungan kecil atau kampus?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis pada tempat sampah menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan pengguna dengan akurasi yang tinggi.
2. Untuk mengetahui cara merancang dan mengimplementasikan indikator tingkat kepenuhan yang efektif pada tempat sampah sehingga dapat memberikan informasi kepada petugas kebersihan mengenai status tempat sampah.
3. Untuk mengetahui cara merancang dan mengimplementasikan notifikasi berbasis *Internet Of Things* (IoT) untuk pemantauan kapasitas tempat sampah secara realtime.

4. Untuk mengetahui uji coba prototype akan dilakukan dalam lingkungan yang terbatas seperti lingkungan kecil atau kampus.

1.4 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini akan menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler utama dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan pengguna.
2. Sistem yang dirancang akan berfokus pada dua fungsi utama, yaitu membuka tutup tempat sampah secara otomatis saat mendeteksi keberadaan pengguna dan memberikan indikator tingkat kepenuhan tempat sampah.
3. Sistem yang dirancang untuk memberikan informasi akurat mengenai tingkat keterisian tempat sampah melalui notifikasi digital yang dapat diakses oleh petugas kebersihan maupun pengelola lingkungan secara langsung.
4. Uji coba prototype akan dilakukan dalam lingkungan terbatas, seperti area publik kecil atau kampus, dan tidak mencakup pengujian di berbagai lokasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda (misalnya, cuaca ekstrem atau area dengan banyak gangguan).

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoretis

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang sistem kontrol otomatis berbasis arduino
2. Menambah literatur mengenai implementasi sensor ultrasonik dalam sistem otomasi
3. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu teknologi informasi dalam bidang *Internet of Things* (IoT)

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah secara dengan sistem otomatis
2. Memberikan solusi untuk meminimalisir kontak langsung dengan tempat sampah sehingga lebih higienis
3. Mengoptimalkan kapasitas tempat sampah melalui deteksi tingkat kepenuhan

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

1. Menyediakan solusi tempat sampah yang lebih modern dan nyaman digunakan
2. Mengurangi risiko penyebaran kuman dan penyakit melalui tempat sampah
3. Meningkatkan budaya hidup bersih dalam masyarakat

1.5.4 Manfaat Bagi Institusi

1. Memberikan alternatif pengelolaan sampah yang dapat diterapkan diberbagai institusi
2. Menjadi prototype yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk skala yang lebih besar
3. Sistem notifikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) membantu institusi mengoptimalkan pengelolaan sampah secara realtime, mencegah penumpukan sampah, serta meningkatkan kebersihan dan kenyamanan lingkungan

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metodologi penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi pembahasan secara garis besar tentang Arduino uno, sensor, modul gsm, dan Lcd.

BAB III : METODOLOGI

Pada bab ini akan menerangkan tentang lokasi penelitian, diagram alir *flowchart*, diagram *ladder* serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses perancangan.

BAB IV : ANALISIS DAN PENGUJIAN

Pada bab ini berisi hasil pemograman dan pengujian perangkat keras (*hardware*).

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Adapun tinjauan pustaka relevan yang dapat mendukung penelitian ini sebagai berikut :

Pertama, Penelitian oleh [4] yang berjudul Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Ultrasonik Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana, menjelaskan bahwa *Internet-of-Things* (IoT) merupakan teknologi yang mengintegrasikan berbagai peralatan dengan Internet. Salah satu pemanfaatan IoT adalah sistem kontrol elektronik pada berbagai peralatan rumah. Peralatan rumah dapat dilengkapi dengan mikrokontroler, sensor, dan aktuator, serta modul komunikasi, sehingga dapat dihubungkan ke internet dan dipantau dari jarak jauh. Salah satu peralatan atau objek yang ada di rumah adalah tempat sampah yang umumnya terbuat dari plastik, tetapi umumnya belum dapat dipantau dan dikontrol otomatis. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang sistem kontrol untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis menggunakan Arduino sebagai pengontrol sistem, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek yang mendekat, motor servo yang berguna untuk menggerakkan tutup tempat sampah, dan *buzzer* serta LED sebagai indikator ketika terdapat objek yang mendekat. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa tempat sampah dapat membuka tutupnya secara otomatis saat mendeteksi objek pada jarak paling jauh 50 cm dengan *delay* selama dua detik, dan kemudian akan tertutup secara otomatis ketika objek tersebut menjauh dari tempat sampah tersebut.

Kedua, Penelitian oleh [5] yang berjudul Implementasi Mikrokontroler Arduino Uno Dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah Universitas Pamulang, menjelaskan bahwa Tempat sampah merupakan alat untuk menampung sampah untuk menjaga lingkungan. Permasalahan yang ada masyarakat memilih untuk membuang sampah sembarangan karena kotornya penutup tempat sampah dan untuk mengurangi sentuhan pada fasilitas umum di masa pandemi saat ini. Oleh karena itu penelitian ilmiah ini membuat Implementasi Mikrokontroler Arduino

Uno Dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah. Alat ini akan membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis. Alat ini menggunakan Motor Servo sebagai penggerak penutup tempat sampah dan menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Suara untuk memberikan perintah ke Motor Servo untuk membuka dan menutup tempat sampah. Alat ini bekerja ketika sensor mendeteksi suara dan seseorang dalam jarak yang telah disesuaikan. Metode observasi yang digunakan pada penelitian ini, melakukan pengamatan terhadap lingkungan masyarakat. Hasil dari penelitian yang dilakukan, seluruh komponen, sistem, modul pengirim dan penerima yang dibuat berfungsi dengan baik dan efektif.

Ketiga, Penelitian oleh [6] yang berjudul Rancang Bangun Alat Pembuka Dan Penutup Tong Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Arduino Program Studi Teknik Informatika S1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang, menjelaskan bahwa Kebersihan lingkungan adalah salah satu kegiatan untuk menciptakan lingkungan yang bersih, nyaman dan indah saat dipandang. Saat ini kesadaran akan kebersihan lingkungan sedang kurang optimal, buktinya masih banyak orang yang membuang sampah sembarangan, tempat sampah yang telah disediakan belum digunakan dengan baik. Masih ada masyarakat yang membuang sampah sembarangan karena takut kotor saat menyentuh tutup kotak sampah dan saat menginjak bagian kotak sampah untuk membuka tong sampah. Hal tersebut kurang praktis dan efisiensi untuk mewujudkan lingkungan yang bersih. Ada inovasi baru agar membuat kotak sampah lebih praktis namun tetap aman. Dengan memanfaatkan teknologi modern yaitu dengan membuat pembuka dan penutup kotak sampah otomatis dengan pengendalian otomatis dengan sensor jarak (ultrasonik), pengontrol untuk mengatur motor servo yang berfungsi untuk membuka dan menutup kotak sampah. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem kepada 10 responden, maka dapat mengambil kesimpulan dari alat yang dibuat yaitu alat yang dirancang dapat bekerja dengan baik dalam menangani proses sistem membuka dan menutup tong sampah secara otomatis dengan jarak respon jika seorang melewati kotak sampah 30 cm maka tutup kotak sampah akan terbuka otomatis, dan delay selama 5 detik. Dapat mengirimkan notifikasi pesan telegram dengan baik saat *buzzer* memberikan alarm jika kotak sampah sudah penuh.

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Tempat Sampah Otomatis

Tempat sampah otomatis merupakan manifestasi inovasi teknologi dalam pengelolaan limbah yang mengintegrasikan sensor dan mikroprosesor untuk kemudahan penggunaan. Alat ini dirancang dengan kemampuan mendeteksi keberadaan pengguna melalui sensor proximity tanpa memerlukan kontak fisik [7]. Menurut [8] dalam Jurnal Teknologi Lingkungan, tempat sampah otomatis telah diimplementasikan secara luas di berbagai fasilitas publik, rumah tangga, hingga institusi pendidikan dengan tingkat efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan kebersihan dan higienitas lingkungan.

Kemajuan terkini dalam desain tempat sampah otomatis meliputi integrasi sistem pemilahan sampah multi-kompartemen yang memungkinkan pemisahan sampah organik, anorganik, dan daur ulang secara efisien [9]. Aspek berkelanjutan ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) terkait pengelolaan limbah berkelanjutan dan sirkular ekonomi yang diadvokasi oleh badan-badan internasional.

Keunggulan utama tempat sampah otomatis adalah peningkatan higienitas melalui eliminasi kontak langsung dengan permukaan yang berpotensi terkontaminasi. Penelitian longitudinal oleh [10] menunjukkan bahwa implementasi tempat sampah otomatis di fasilitas kesehatan menurunkan tingkat kontaminasi bakteri patogen pada permukaan hingga 78% dibandingkan tempat sampah konvensional. Sistem pengendalian bau menggunakan filter karbon aktif juga terbukti mengurangi emisi senyawa organik volatil (VOCs) hingga 65% [10].

Tantangan dalam implementasi tempat sampah otomatis mencakup aspek ekonomi dan teknis. Studi komparasi oleh [11] yang diterbitkan dalam *International Journal of Environmental Engineering* menyimpulkan bahwa meskipun biaya investasi awal tempat sampah otomatis 2-3 kali lebih tinggi dibandingkan konvensional, analisis biaya siklus hidup menunjukkan titik impas tercapai dalam waktu 3,5 tahun dengan penghematan operasional jangka panjang sebesar 40%. Kebutuhan sumber daya listrik dan pemeliharaan berkala juga menjadi pertimbangan penting dalam penerapan skala luas.

Perkembangan pertukaran tempat sampah otomatis adalah integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan status pengisian secara *real-time* dan optimalisasi rute pengumpulan sampah [12]. Sistem ini telah terbukti meningkatkan efisiensi logistik pengelolaan sampah hingga 35% dan mengurangi biaya operasional sebesar 27% dalam studi implementasi di kota-kota besar [12].

Internet of Things menggunakan konsep komputasi yang terhubung melalui pemanfaatan jaringan internet serta mampu mengidentifikasi diri antar satu perangkat ke perangkat lainnya, sehingga terjadinya komunikasi jarak jauh tanpa kabel. Perkembangan *Internet of Things* banyak dilakukan dalam hal-hal seperti pengambilan dan perekaman data sehingga data dapat dengan mudah untuk dianalisis. Hal yang paling umum menggunakan teknologi *Internet of Things* adalah untuk kebutuhan sistem monitoring sehingga suatu perangkat yang hendak dipantau cukup dilakukan dengan mudah melalui smartphone atau laptop saja tanpa harus langsung ketempat yang ingin dipantau, dengan kemampuan *Internet of Things* ini maka proses transfer informasi/data dapat dengan cepat dilakukan[13].

2.2.2 Sistem Kontrol Otomatis

Sistem kontrol otomatis merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan pengendalian proses tanpa intervensi manual melalui integrasi sensor, aktuator, dan algoritma cerdas. Berdasarkan studi komprehensif oleh [14] dalam *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, sistem kontrol otomatis kontemporer mengimplementasikan algoritma adaptif dan teknik kecerdasan buatan untuk mengoptimalkan kinerja dan kelangsungan dalam menghadapi perubahan parameter operasional. Implementasi sistem ini mencakup spektrum luas aplikasi mulai dari presisi manufaktur hingga sumber manajemen daya lingkungan.

Nilai fundamental sistem kontrol otomatis terletak pada kapasitasnya untuk meminimalkan kesalahan manusia dan meningkatkan konsistensi proses. Namun, [15] dalam buku *Advanced Control Systems Theory and Applications* menyatakan bahwa walaupun potensi pengembalian investasi sistem kontrol otomatis signifikan, implementasi optimal memerlukan perencanaan strategi dan analisis kebutuhan yang komprehensif untuk mengakomodasi kompleksitas operasional dan karakteristik unik setiap sistem.

Tren terkini menunjukkan konvergensi antara sistem kontrol otomatis dengan teknologi *cloud computing* dan analitika data. Menurut penelitian [16] yang dipublikasikan dalam *Journal of Process Control*, mengintegrasikan pembelajaran mesin dengan sistem kontrol otomatis memungkinkan kapabilitas prediktif dan adaptif yang melampaui batasan sistem konvensional, dengan peningkatan akurasi kontrol hingga 42% pada aplikasi industri kompleks.

Sistem kontrol otomatis telah mengalami transformasi signifikan dengan penerapan pendekatan berbasis model dan mesin pembelajaran. [17] dalam *Automation Technology Journal* menyatakan bahwa sistem kontrol otomatis tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mentransformasi paradigma keselamatan kerja melalui minimalisasi paparan manusia terhadap lingkungan berisiko tinggi, dengan pengurangan insiden kecelakaan kerja mencapai 67% pada fasilitas manufaktur yang terautomatisasi.

Tantangan implementasi sistem kontrol otomatis meliputi kompleksitas arsitektur dan investasi infrastruktur. Menurut [18] dalam buku *Control Systems Engineering Principles and Practice*, implementasi sistem kontrol presisi tinggi memerlukan pemahaman mendalam terhadap dinamika sistem dan parameter lingkungan, dengan akurasi pemodelan sebagai determinan utama kinerja sistem. Studi oleh Morales-Valdez dkk dalam *International Journal of Automation Science and Engineering* mengkonfirmasi bahwa meskipun investasi awal untuk sistem kontrol canggih dapat mencapai 300% dibandingkan sistem konvensional, analisis komprehensif menunjukkan ROI positif dalam jangka menengah melalui efisiensi operasional dan pengurangan variabilitas produk.

Sistem kontrol otomatis merupakan salah satu implementasi teknologi yang sangat penting bagi kehidupan modern. Tanpa adanya sistem kontrol otomatis, berbagai aktivitas manusia tidak dapat berjalan dengan efisien dan praktis. Menurut [19] perancangan sistem kontrol otomatis harus dilakukan secara cermat melalui beberapa tahap yang meliputi penentuan komponen, pemrograman mikrokontroler, pengujian sistem, dan analisa kinerja sistem.

2.2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip kecil yang berfungsi sebagai otak dari berbagai perangkat elektronik. Mikrokontroler mengintegrasikan unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan perangkat input/output (I/O) dalam satu paket. Hal ini memungkinkan mikrokontroler untuk menjalankan program yang dirancang untuk mengontrol perangkat atau sistem tertentu. Mikrokontroler banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari perangkat rumah tangga, sistem otomasi industri, hingga perangkat medis dan kendaraan.

Salah satu keunggulan mikrokontroler adalah kemampuannya untuk melakukan tugas-tugas spesifik dengan efisiensi tinggi. Dengan ukuran yang kecil dan konsumsi daya yang rendah, mikrokontroler sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengendalian otomatis. Sebagaimana dinyatakan dalam buku *Microcontroller Theory and Applications*, Mikrokontroler memungkinkan pengembangan sistem embedded yang efisien dan fleksibel, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi tertentu.

Mikrokontroler juga dilengkapi dengan berbagai fitur, seperti *timer*, pengubah analog ke digital (ADC), dan komunikasi serial, yang memungkinkan interaksi dengan perangkat lain. Fitur-fitur ini membuat mikrokontroler sangat berguna dalam proyek-proyek yang memerlukan pengolahan data dan kontrol yang kompleks. Dalam artikel yang diterbitkan di *Journal of Embedded Systems*, penulis menyatakan bahwa Penggunaan mikrokontroler dalam sistem *embedded* telah merevolusi cara kita merancang dan mengimplementasikan solusi teknologi [20].

Adapun tantangan yang harus diperhatikan dalam penggunaan mikrokontroler ini yaitu adanya keterbatasan dalam hal kapasitas pemrosesan dan memori, yang dapat membatasi kompleksitas aplikasi yang dapat dijalankan. Selain itu, pemrograman mikrokontroler memerlukan pemahaman yang baik tentang bahasa pemrograman dan arsitektur perangkat keras. Dalam buku *Programming Embedded Systems*, disebutkan bahwa keberhasilan dalam pengembangan aplikasi berbasis mikrokontroler sangat bergantung pada pemahaman yang mendalam tentang perangkat keras dan perangkat lunak.

2.3 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem tempat sampah otomatis ini adalah sebagai berikut :

2.3.1 Laptop atau Komputer

Teknologi komputer merupakan salah satu teknologi yang sangat berkembang pesat pada saat ini salah satunya *hardware* dan *software* [21]. Di Indonesia tingkat penggunaan gadget sebagai pengganti personal computer dan laptop semakin tinggi, namun sampai saat ini komputer dan laptop masih menjadi sebuah kebutuhan tersendiri bagi sebagian orang, terutama para pelajar, mahasiswa, guru, dosen ataupun pegawai [21].

Dalam penelitian ini, laptop berperan sebagai perangkat keras utama yang digunakan untuk berbagai tahapan penting, mulai dari perancangan sistem, pemrograman mikrokontroler, hingga pengujian dan dokumentasi hasil penelitian.



Gambar 2. 1 Perangkat Laptop

2.3.2 Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya [22].



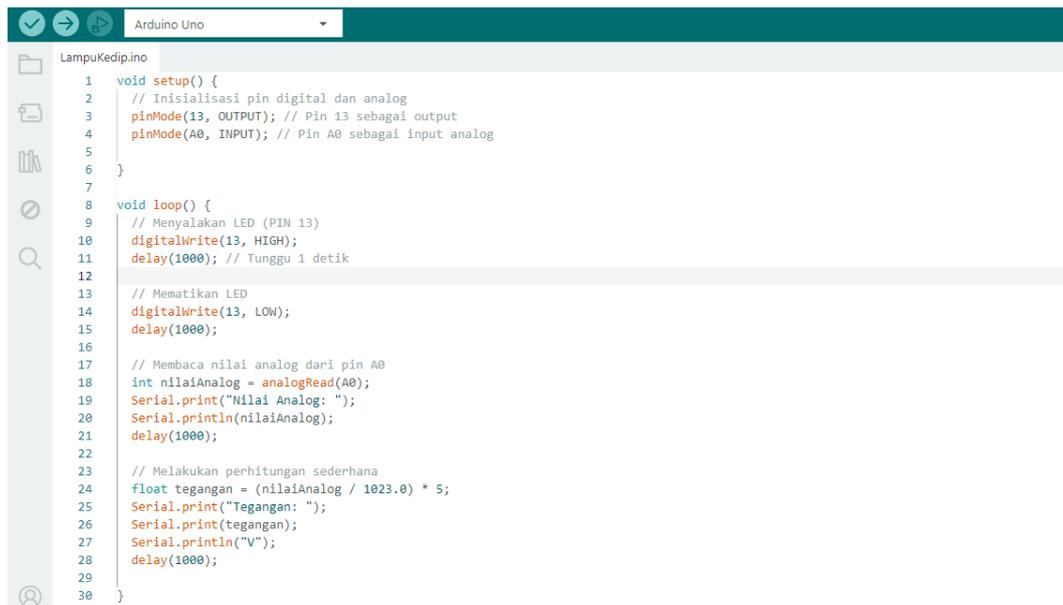
Gambar 2. 2 Arduino Uno R3

Arduino adalah platform mikrokontroler yang bekerja dengan konsep input-proses-output. Arduino menerima input dari sensor atau perangkat lain berupa sinyal analog atau digital, memproses data tersebut berdasarkan program C/C++ yang telah diunggah melalui Arduino IDE, kemudian menghasilkan output seperti menyalakan LED atau menggerakkan motor sesuai proses program.

Arduino berkomunikasi dengan komputer melalui USB untuk mengupload program dan memantau data, dapat diberi daya melalui USB atau adaptor eksternal, serta memiliki pin digital dan analog yang dapat dikonfigurasi sebagai input atau output. Arduino IDE berfungsi sebagai perangkat lunak untuk menulis, mengkompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler.

2.3.3 Contoh Program Arduino Uno R3

Program untuk Arduino Uno R3 ditulis dalam bahasa pemrograman Arduino, yang merupakan turunan dari C++. IDE (Integrated Development Environment) Arduino digunakan untuk menulis, mengkompilasi, dan mengunggah program ke papan. Dua fungsi utama dalam program Arduino adalah `setup()` yang dijalankan sekali saat pertama kali program dimulai, dan `loop()` yang dijalankan secara berulang.



```

1 void setup() {
2   // Inisialisasi pin digital dan analog
3   pinMode(13, OUTPUT); // Pin 13 sebagai output
4   pinMode(A0, INPUT); // Pin A0 sebagai input analog
5
6 }
7
8 void loop() {
9   // Menyalakan LED (PIN 13)
10  digitalWrite(13, HIGH);
11  delay(1000); // Tunggu 1 detik
12
13  // Mematikan LED
14  digitalWrite(13, LOW);
15  delay(1000);
16
17  // Membaca nilai analog dari pin A0
18  int nilaiAnalog = analogRead(A0);
19  Serial.print("Nilai Analog: ");
20  Serial.println(nilaiAnalog);
21  delay(1000);
22
23  // Melakukan perhitungan sederhana
24  float tegangan = (nilaiAnalog / 1023.0) * 5;
25  Serial.print("Tegangan: ");
26  Serial.print(tegangan);
27  Serial.println("V");
28  delay(1000);
29
30 }

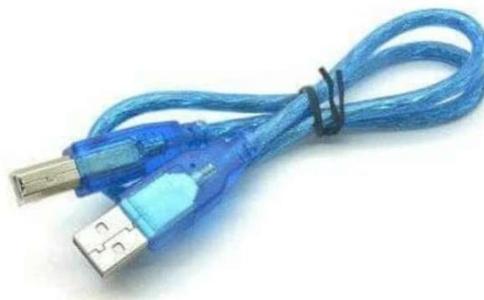
```

Gambar 2. 3 Contoh Program Arduino Uno R3

Perhitungan pada Arduino Uno R3 mencakup berbagai aspek, termasuk nilai digital, nilai analog, dan perhitungan matematika. Dengan pemahaman yang baik tentang pin dan fungsi bawaan, pengguna dapat melakukan perhitungan dan mengontrol perangkat elektronik dengan Arduino Uno R3.

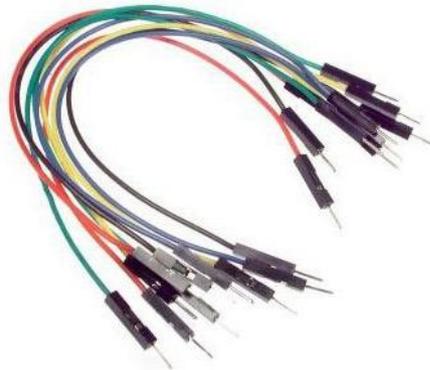
2.3.4 Kabel USB Arduino Uno R3

Universal Serial Bus atau yang disebut dengan istilah USB merupakan suatu koneksi penghubung yang berfungsi untuk menghubungkan berbagai ragam alat yang sifatnya eksternal [23].



Gambar 2. 4 Kabel USB Arduino Uno R3

2.3.5 Kabel Jumper



Gambar 2. 5 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah istilah kecil untuk kabel pengukur tunggal yang digunakan dalam dunia elektronik untuk menghubungkan dua titik atau lebih dan juga dapat digunakan untuk menghubungkan dua komponen elektronik. Kabel digunakan sebagai koneksi antar komponen perangkat prototipe. Kabel jumper dapat dihubungkan ke pengontrol seperti Arduino Uno R3 melalui papan tempat memotong roti. Kabel bus dihubungkan ke pin GPIO (General Purpose Input/Output) Arduino Uno R3 [24].

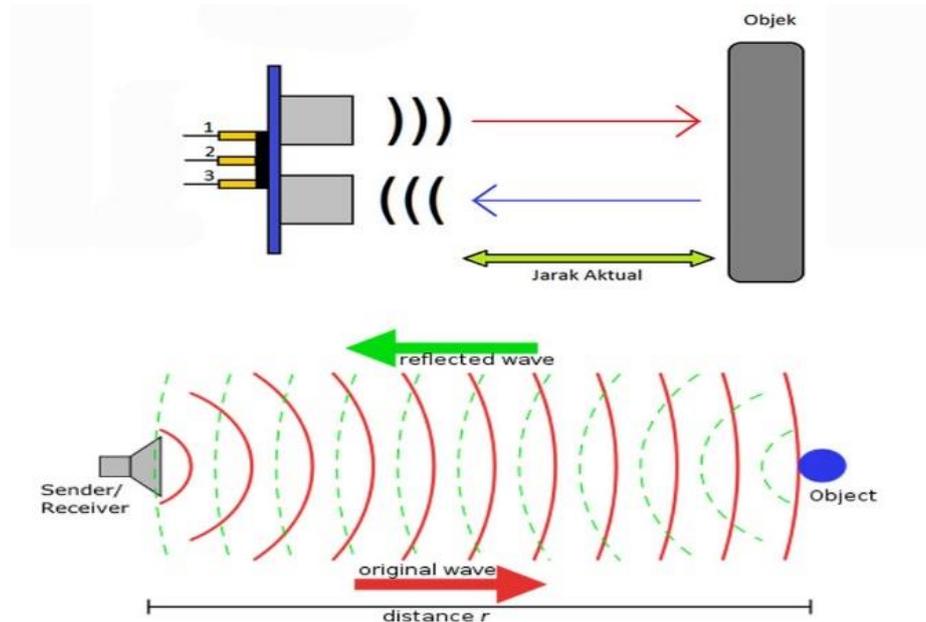
2.3.6 Sensor Ultrasonik



Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan komponen penting dalam sistem pendeteksi jarak pada tempat sampah otomatis. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang suara dan mampu mengukur jarak dengan tingkat presisi yang baik. [25] menjelaskan bahwa sensor ultrasonik HCSR04 dapat mendeteksi objek dalam rentang 2-400 cm dengan akurasi hingga 3 mm.

[26] dalam penelitiannya menemukan bahwa sensor ultrasonik memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam kondisi lingkungan normal. Namun, performa sensor dapat menurun dalam kondisi lingkungan dengan kelembaban tinggi atau ketika mendeteksi objek dengan permukaan yang tidak rata.



Gambar 2. 7 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20 kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40 kHz.

Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.

Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

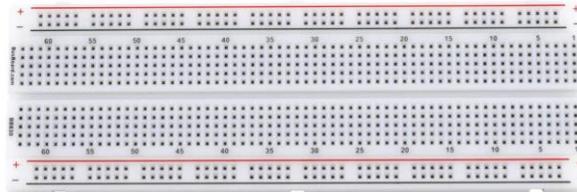
$$S = 340.t/2$$

Dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*.

2.3.7 Breadboard

Breadboard adalah perangkat yang digunakan untuk merakit sementara dan menguji rangkaian elektronika. Biasanya berbentuk persegi panjang dengan lubang-lubang kecil yang tersusun dalam pola grid, *breadboard* menyediakan tempat untuk memasukkan komponen elektronika dan membuat koneksi sementara antara komponen-komponen tersebut.

Breadboard memiliki jalur konduktor logam di bawah permukaan lubang-lubangnya, yang terhubung dalam pola tertentu. Jalur-jalur ini memungkinkan aliran listrik antara komponen yang ditempatkan di *breadboard*, sehingga pengguna dapat membuat rangkaian elektronika tanpa perlu soldering atau koneksi permanen [27].



Gambar 2. 8 Breadboard

2.3.8 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah piranti atau aktuator yang dapat berputar (motor) dan dapat bekerja secara dua arah yang sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan cara memberikan pengaturan duty cycle sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Sistem Kontrol yang digunakan pada motor servo adalah sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo) [28].

Prinsip kerja motor servo didasarkan pada prinsip Gaya Lorentz dimana jika suatu konduktor dililitkan dengan kawat berarus maka akan dibangkitkan medan magnet berputar. Kontribusi dari setiap putaran akan merubah intensitas medan magnet yang ada dalam bidang yang tertutup oleh kumparan. Dengan cara inilah medan magnet dapat berbentuk.



Gambar 2. 9 Motor Servo

2.3.9 Buzzer

Buzzer adalah sebuah elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya cara kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat [29].



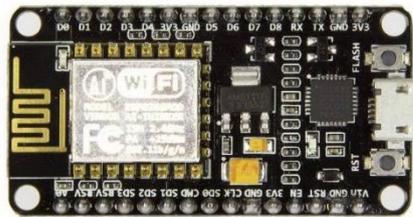
Gambar 2. 10 Buzzer

2.3.10 Modul ESP8266 NodeMCU

ESP8266 NodeMCU merupakan modul WiFi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan WiFi dan membuat TCP/IP [30]. Modul ini membutuhkan daya

sekitar 3.3V dengan memiliki tiga mode WiFi yaitu station, acces point dan keduanya. Modul ini dilengkapi dengan prosesor, memory dan GPIO dimana jumlah pin tergantung jenis ESP8266 yang digunakan. Node MCU berukuran Panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram.

Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan AT command, selain itu ada beberapa firmware SDK yang digunakan oleh perangkat ini berbasis open source seperti Node MCU, Micro phyton, AT Command. Selain itu ESP8266 Node MCU bisa memprogram perangkat ini dengan Arduino IDE. Dengan menambah fitur library ESP 8266 pada board manager .



Gambar 2. 11 Modul ESP8266 NodeMCU

2.4 Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

2.4.1 Sistem Operasi Windows

Sistem operasi ini merupakan sistem operasi yang umum digunakan pada sebuah perangkat komputer atau laptop, serta mendukung penggunaan software Arduino Uno IDE. Sehingga penulis dapat membuat program arduino uno di perangkat laptop yang berbasis sistem operasi Windows [31].



Gambar 2. 12 Sistem Operasi Windows

2.4.2 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak sumber terbuka yang utamanya digunakan untuk menulis dan mengkompilasi kode ke dalam Modul Arduino. Ini adalah perangkat lunak resmi Arduino, membuat kompilasi kode menjadi sangat mudah sehingga bahkan orang awam tanpa pengetahuan teknis sebelumnya dapat memulai proses belajar.

Arduino IDE tersedia dengan mudah untuk sistem operasi seperti MAC, Windows, Linux dan berjalan pada Platform Java yang dilengkapi dengan fungsi dan perintah bawaan yang memainkan peran penting untuk debugging, editing, dan mengkompilasi kode dalam lingkungan. Berbagai modul Arduino tersedia, termasuk Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Micro, dan banyak lagi. Masing-masing dari mereka memiliki mikrokontroler di papan yang sebenarnya diprogram dan menerima informasi dalam bentuk kode.

Kode utama, juga dikenal sebagai sketsa, yang dibuat di platform IDE akan menghasilkan File Hex yang kemudian ditransfer dan diunggah ke kontroler di papan. Lingkungan IDE terutama terdiri dari dua bagian dasar: Editor dan Compiler, di mana yang pertama digunakan untuk menulis kode yang diperlukan dan yang kedua digunakan untuk mengkompilasi dan mengunggah kode ke Modul Arduino yang diberikan. Selain itu, lingkungan ini mendukung bahasa C dan C++.



Gambar 2. 13 Arduino IDE

2.4.3 Fritzing

Fritzing adalah perangkat lunak yang digunakan untuk merancang alat elektronik. *Software* ini dirancang agar mudah digunakan, oleh orang-orang yang tidak terlalu paham simbol-simbol komponen elektronik. *Fritzing* sudah menyediakan berbagai skema siap pakai untuk mikrokontroler Arduino dan shieldnya. *Software* ini dibuat khusus untuk membantu merancang dan mendokumentasikan proyek kreatif yang menggunakan Arduino [32].



Gambar 2. 14 Fritzing

2.4.4 Aplikasi Blynk

Menurut [33] Blynk adalah platform untuk IOS atau ANDROID yang digunakan untuk mengendalikan module arduino, Rasbery Pi, Wemos dan module sejenisnya melalui internet. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet [33].



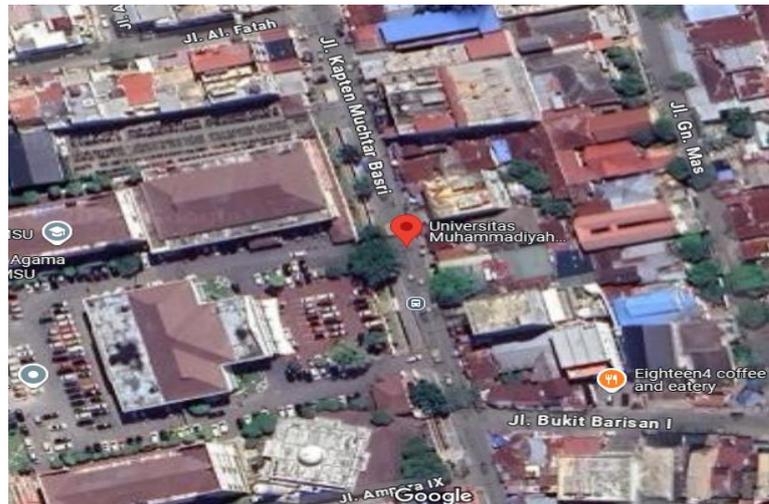
Gambar 2. 15 Aplikasi Blynk

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kampus Umsu Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20238.



Gambar 3. 1 Kampus UMSU Jl Kapten Muchtar Basri

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan dalam waktu selama 6 bulan terhitung dari tanggal 22 maret 2025, berikut adalah tabel rencana penjadwalan penelitian.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No.	Uraian	Bulan Ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Kajian Literatur						
2	Penyusunan Proposal Penelitian						
3	Penulisan BAB I – BAB III						
4	Seminar Proposal Penelitian						
5	Perancangan dan Pembuatan Alat						
6	Seminar hasil Penelitian						
7	Sidang Akhir						

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan dan peralatan sebagai penunjang pembuatan alat dan pengambilan data. Bahan dan peralatan yang di gunakan sebagai berikut:

3.2.1 Bahan Penelitian

Tabel 3. 2 Bahan Penelitian

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan	Fungsi
1.	Arduino Uno r3	1	Buah	Sebagai pengendali sistem kontrol
2.	Motor Servo	1	Buah	Untuk mengatur pergerakan buka tutup tempat sampah
3.	Sensor Ultrasonik	2	Buah	Untuk mendeteksi jarak objek pada tempat sampah
4.	Breadboard	2	Buah	Sebagai terminal vcc dan grounding pada rangkaian kontrol
5.	Baterai Alkaline 9 Volt	1	Buah	Sebagai sumber energi listrik pada rangkaian kontrol
6.	Modul ESP8266 NodeMCU	1	Buah	Sebagai Penghubung perangkat ke jaringan Wifi untuk mengirim dan menerima data
7.	Holder Baterai	1	Buah	Sebagai terminal baterai

8.	Tempat Sampah	1	Buah	Sebagai prototipe atau model uji
9.	Bahan Penyangga	1	Buah	Sebagai penyangga antara tutup sampah dan motor servo
10.	Saklar	1	Buah	Sebagai alat penghubung atau pemutus aliran listrik
11.	Kabel Jumper	1	Set	Sebagai penghubung rangkaian listrik
13.	Laptop	1	Buah	Sebagai media dalam memprogram sistem kontrol
14.	<i>Buzzer</i>	1	Buah	Untuk menghasilkan suara yang dihasilkan secara elektronik

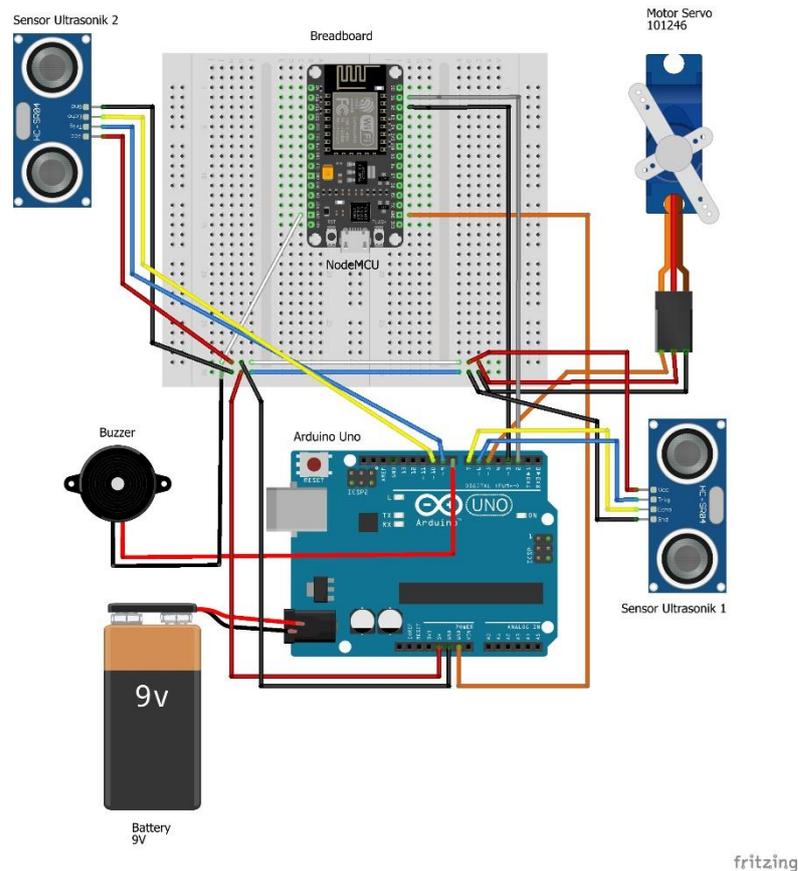
3.2.2 Alat Penelitian

Tabel 3. 3 Alat Penelitian

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan	Fungsi
1.	Gunting	1	Buah	Sebagai pemotong sebuah benda
2.	Solder	1	Buah	Sebagai alat pemanas untuk melelehkan timah agar dapat menyambungkan kabel dan komponen lainnya
3.	Pisau Cutter	1	Buah	Sebagai pemotong sebuah benda

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Gambar Rangkaian



Gambar 3. 2 Gambar Rangkaian

Pada gambar diatas merupakan sebuah rangkaian kontrol tempat sampah otomatis. Berikut adalah penjelasannya:

1. Komponen yang Terhubung ke Arduino Uno

Motor Servo berfungsi untuk membuka dan menutup penutup tempat sampah.

- a. Kabel merah (VCC) terhubung ke pin 5V Arduino. Pin ini menyediakan daya 5 volt yang dibutuhkan servo.
- b. Kabel hitam (GND) terhubung ke pin GND Arduino. Pin ini adalah titik referensi negatif (ground) untuk semua komponen.
- c. Kabel oranye (Sinyal) terhubung ke pin digital 9 Arduino. Pin ini mengirimkan sinyal kontrol PWM (Pulse Width Modulation) yang menentukan posisi sudut servo.

Sensor Ultrasonik 1 (HC-SR04) berfungsi untuk mendeteksi objek di depan tempat sampah (misalnya, tangan pengguna).

- a. Pin VCC terhubung ke pin 5V Arduino.
- b. Pin GND terhubung ke pin GND Arduino.
- c. Pin Trig (Trigger) terhubung ke pin digital 10. Pin ini mengirimkan pulsa untuk memicu sensor.
- d. Pin Echo terhubung ke pin digital 11. Pin ini menerima pulsa gema yang dipantulkan kembali.

Buzzer berfungsi sebagai pemberi sinyal suara misalnya peringatan.

- a. Pin positif (+) terhubung ke pin digital 8 Arduino. Ketika pin ini diberi sinyal HIGH, buzzer akan berbunyi.
- b. Pin negatif (-) terhubung ke pin GND Arduino.

Power dari Baterai:

- a. Kabel merah dari baterai 9V terhubung ke pin VIN Arduino. Pin ini adalah input daya, dan Arduino akan menurunkannya menjadi 5V yang stabil untuk seluruh rangkaian.
- b. Kabel hitam dari baterai 9V terhubung ke pin GND Arduino.

2. Komponen yang terhubung ke NodeMCU

NodeMCU (ESP8266) digunakan untuk mendeteksi level sampah dan menghubungkan data ke internet.

Sensor Ultrasonik 2 (HC-SR04) berfungsi untuk mengukur level sampah di dalam tempat sampah.

- a. Pin VCC terhubung ke pin 3.3V NodeMCU. Ini adalah tegangan operasi yang dibutuhkan sensor.
- b. Pin GND: Terhubung ke pin GND NodeMCU.
- c. Pin Trig: Terhubung ke pin digital D1 (GPIO5) NodeMCU.
- d. Pin Echo: Terhubung ke pin digital D2 (GPIO4) NodeMCU.

Koneksi Daya dari Arduino ke NodeMCU:

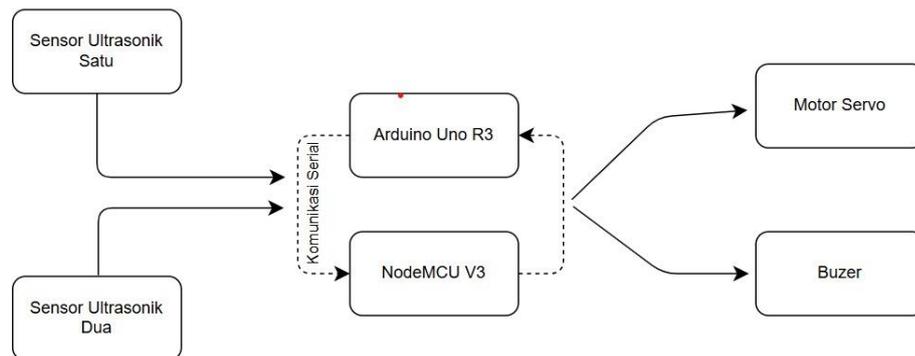
- NodeMCU mendapat daya dari Arduino. Kabel merah dari pin 3.3V Arduino terhubung ke pin 3.3V NodeMCU. Ini memastikan keduanya memiliki tegangan yang sesuai.
- Kabel hitam dari pin GND Arduino terhubung ke pin GND NodeMCU. Menghubungkan semua ground (GND) bersama-sama sangat penting untuk memastikan rangkaian berfungsi dengan benar.

3.3.2 Program (Codingan) Rangkaian

```

Kodingan_Bylnk_NodeMCU_ACC2.ino
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL67xyHH1H1"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Otomatic Trash Bin"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "9To97eno13qw3nzVVKFh45rSdeM890bF"
4
5 #define BLYNK_PRINT Serial
6
7 #include <ESP8266WiFi.h>
8 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
9 #include <SoftwareSerial.h>
10
11 char ssid[] = "V2029";
12 char pass[] = "mahiritawarnate";
13
14 SoftwareSerial NodeMCU(02, D1); // RX, TX
15
16 int manualBuzzer = 0;
17 int disableAuto = 0;
18
19 void setup() {
20   Serial.begin(9600);
21   NodeMCU.begin(4800);
22
23   Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
24 }
25
26 BLYNK_WRITE(V0) {
27   manualBuzzer = param.asInt();
28 }
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
25
```

3.3.3 Diagram Blok Sistem



Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem

Blok diagram yang disajikan merupakan representasi visual dari sebuah sistem elektronik yang terintegrasi, yang mana setiap komponennya saling berinteraksi untuk mencapai fungsi tertentu. Sistem ini memiliki otak utama berupa Arduino Uno, sebuah mikrokontroler yang berperan sebagai pusat kendali untuk memproses semua input dan mengelola output.

1. Bagian Input Sensor Ultrasonik

Sebagai bagian input, sistem ini menggunakan dua Sensor Ultrasonik satu dan dua. Kedua sensor ini berfungsi layaknya mata yang mendeteksi jarak objek. Prinsip kerjanya adalah dengan memancarkan gelombang suara ultrasonik dan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk kembali setelah memantul dari objek. Dalam konteks proyek tempat sampah otomatis, sensor ini ditempatkan di dekat penutup untuk mendeteksi keberadaan objek, seperti tangan, yang akan membuang sampah. Data jarak yang terukur kemudian akan dikirimkan sebagai sinyal input kepada Arduino Uno.

2. Bagian Output: Motor Servo, Buzzer, dan ESP8266

Arduino Uno memproses data dari sensor dan mengendalikan tiga komponen output utama:

- a. Motor Servo adalah aktuator utama yang secara fisik membuka dan menutup penutup tempat sampah. Berdasarkan sinyal yang diterima dari

Arduino, motor servo akan berputar pada sudut yang telah ditentukan untuk mengangkat atau menurunkan penutup.

- b. Buzzer ini adalah komponen yang berfungsi sebagai indikator suara. Arduino dapat mengaktifkan buzzer untuk menghasilkan bunyi sebagai respons, misalnya suara peringatan saat penutup terbuka atau sebagai notifikasi lain yang relevan.
- c. ESP8266 NodeMCU Ini adalah mikrokontroler lain yang berperan sebagai modul komunikasi nirkabel. ESP8266 terhubung dengan Arduino Uno untuk memungkinkan sistem ini terhubung ke jaringan internet melalui koneksi WiFi. Tujuannya adalah untuk mengirimkan data dari Arduino, seperti status tempat sampah (terbuka/tertutup), ke platform berbasis *Internet of Things* (IoT) seperti Blynk. Sebaliknya, ESP8266 juga dapat menerima perintah dari internet untuk mengendalikan sistem dari jarak jauh.

3. Alur Kerja Sistem Secara Keseluruhan

Secara terintegrasi, alur kerja sistem ini dimulai ketika salah satu atau kedua sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan objek dalam jarak tertentu. Sinyal dari sensor tersebut diteruskan ke Arduino Uno untuk diproses. Berdasarkan jarak yang terukur, Arduino Uno akan memproses sinyal dan memutuskan untuk menggerakkan motor servo untuk membuka penutup atau mengaktifkan buzzer sebagai notifikasi. Selain itu, Arduino Uno juga berkomunikasi dengan ESP8266 untuk mengirimkan status sistem secara *real-time* ke aplikasi *smartphone* atau menerima perintah dari aplikasi tersebut melalui koneksi internet. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi secara otomatis, tetapi juga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh.

3.3.4 Tabel Kebenaran Sistem

Tabel 3. 4 Tabel Kebenaran Sistem

A (Objek)	B (Penuh)	X (Servo)	Y (Buzzer)	Kondisi
0	0	0	0	Normal
0	1	0	1	Sampah Penuh
1	0	1	0	Objek Terdeteksi
1	1	1	1	Objek dan Penuh

Pada tabel kebenaran tersebut menggambarkan hubungan antara masukan (input) dan keluaran (output) dari sistem tempat sampah otomatis. Penjelasan sebagai berikut :

1. Variabel Masukan (Input)

A (Objek): Mewakili sensor pendeteksi objek di depan tempat sampah.

- a. 0: Tidak ada objek terdeteksi.
- b. 1: Ada objek terdeteksi.

B (Penuh): Mewakili sensor pendeteksi volume sampah.

- a. 0: Tempat sampah tidak penuh.
- b. 1: Tempat sampah penuh.

2. Variabel Keluaran (Output)

X (Servo): Mewakili motor servo yang berfungsi untuk membuka atau menutup tutup tempat sampah.

- a. 0: Tutup tempat sampah tertutup.
- b. 1: Tutup tempat sampah terbuka.

Y (Buzzer): Mewakili buzzer atau alarm.

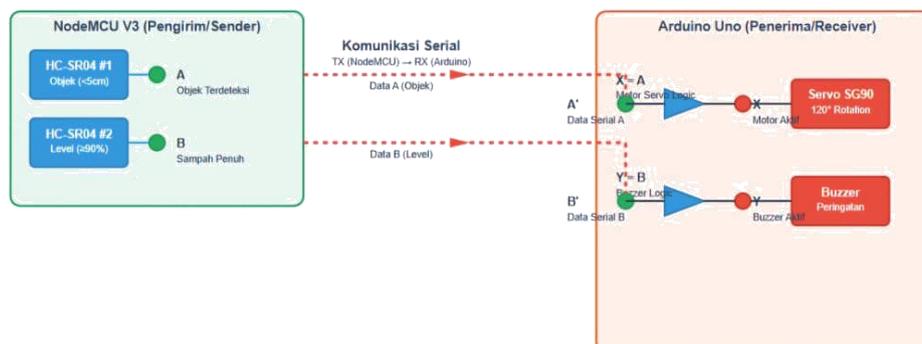
- a. 0: Buzzer tidak berbunyi.
- b. 1: Buzzer berbunyi.

3. Analisis Setiap Kondisi

Tabel ini terdiri dari empat baris, di mana setiap baris menunjukkan skenario yang berbeda:

1. Baris 1 (A=0, B=0): Kondisi Normal. Tidak ada objek di depan tempat sampah (A=0) dan tempat sampah tidak penuh (B=0). Oleh karena itu, tutup tempat sampah tetap tertutup (X=0) dan buzzer tidak berbunyi (Y=0). Sistem berada dalam keadaan siaga.
2. Baris 2 (A=0, B=1): Kondisi Sampah Penuh. Tidak ada objek di depan (A=0), tetapi tempat sampah penuh (B=1). Tutup tempat sampah tetap tertutup (X=0), dan buzzer akan berbunyi (Y=1) sebagai sinyal peringatan bahwa tempat sampah perlu dikosongkan.
3. Baris 3 (A=1, B=0): Kondisi Objek Terdeteksi. Ada objek di depan (A=1), dan tempat sampah tidak penuh (B=0). Dalam kondisi ini, motor servo akan bekerja untuk membuka tutup tempat sampah (X=1) agar pengguna bisa membuang sampah. Buzzer tidak berbunyi (Y=0) karena tidak ada masalah.
4. Baris 4 (A=1, B=1): Kondisi Objek dan Penuh. Ada objek di depan (A=1) dan tempat sampah juga penuh (B=1). Ini adalah kondisi gabungan. Tutup tempat sampah akan tetap terbuka (X=1) untuk memungkinkan pengguna meletakkan sampah, dan buzzer akan berbunyi (Y=1) untuk memberi tahu pengguna bahwa tempat sampah sudah penuh.

3.3.5 Diagram Gerbang Logika



Gambar 3. 5 Diagram Gerbang Logika

Dari gambar diagram gerbang logika diatas, penjelasannya sebagai berikut :

1. Pembagian Tugas Mikrokontroler
 - a. NodeMCU V3 (Pengirim) berperan sebagai "otak" komunikasi sistem. Tugas utamanya adalah membaca data dari dua sensor ultrasonik dan mengirimkan data tersebut ke Arduino Uno melalui komunikasi serial (UART). Pembagian

peran ini memungkinkan NodeMCU fokus pada koneksi Wi-Fi ke platform Blynk dan pengiriman data, tanpa harus secara langsung mengendalikan aktuator.

- b. Arduino Uno (Penerima): Arduino Uno berfungsi sebagai "otak" eksekusi perintah. Ia bertugas menerima data dari NodeMCU dan langsung menggerakkan aktuator, yaitu motor servo dan buzzer.

2. Mekanisme Kerja Sensor dan Komunikasi

Sistem Anda beroperasi berdasarkan dua input utama dari sensor:

- a. Sensor HC-SR04 1 (Objek): Sensor ini mendeteksi keberadaan objek di depan tempat sampah. Jika objek terdeteksi, ia menghasilkan sinyal A.
- b. Sensor HC-SR04 2 (Level): Sensor ini mengukur tingkat kepenuhan sampah. Jika level sampah mencapai ambang batas yang ditentukan, ia menghasilkan sinyal B.

Sinyal A dan B ini kemudian dikirim dari NodeMCU ke Arduino Uno melalui komunikasi serial. Pada diagram, sinyal yang diterima oleh Arduino dilambangkan sebagai A' dan B'.

3. Gerbang Logika dan Fungsinya

Di dalam Arduino Uno, sinyal A' dan B' diproses melalui gerbang logika sederhana yang secara fungsional termasuk jenis gerbang buffer.

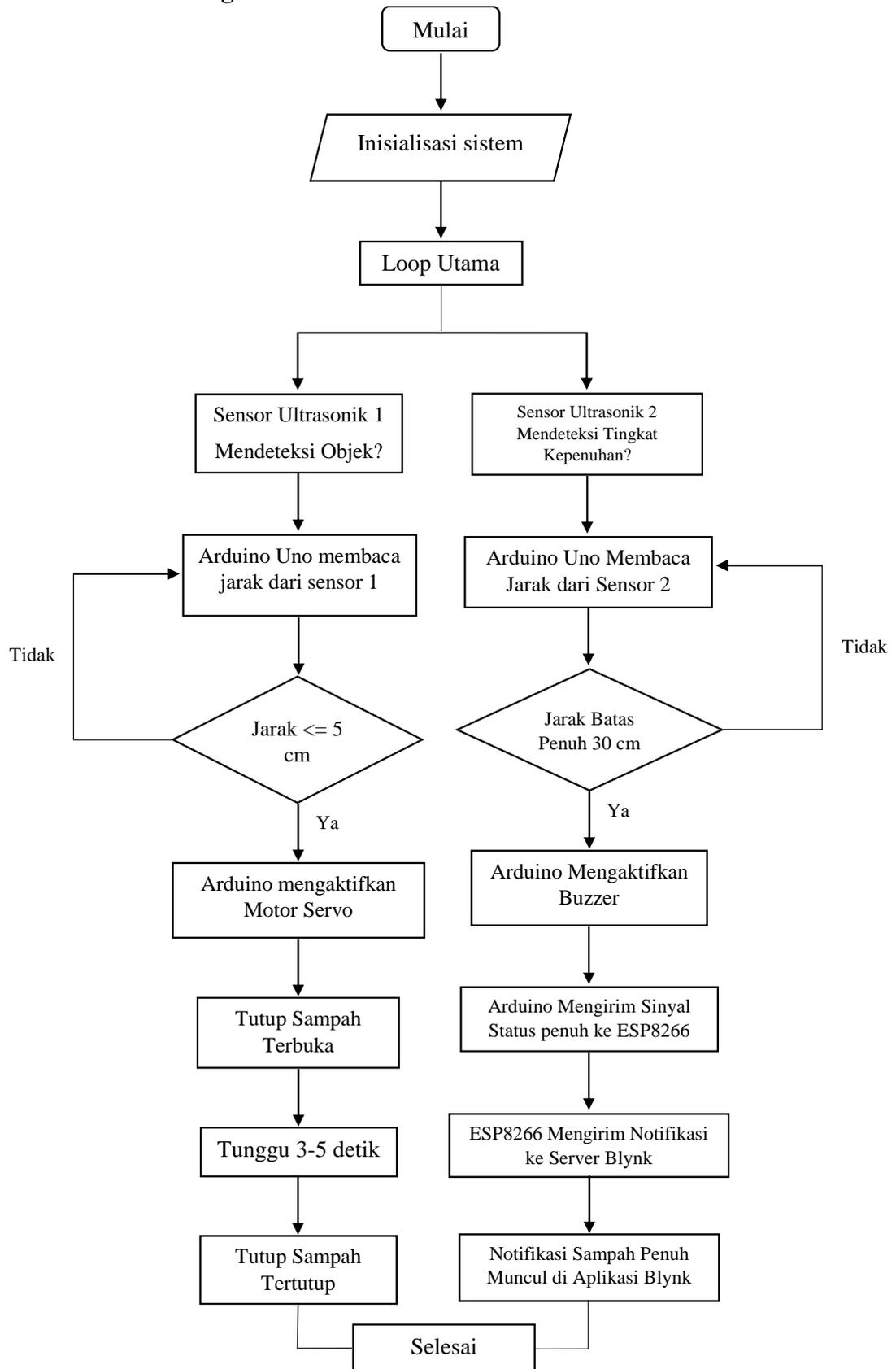
Penjelasan Gerbang Buffer:

Gerbang buffer adalah jenis gerbang logika yang memiliki satu masukan dan satu keluaran, di mana nilai keluaran selalu identik dengan nilai masukan. Simbolnya adalah segitiga tanpa lingkaran di ujungnya. Fungsinya bukan untuk memproses logika (seperti AND atau OR), tetapi untuk memastikan sinyal diteruskan dengan kuat dan stabil dari satu bagian sirkuit ke bagian lain.

1. Gerbang Logika Motor Servo ($X' = A'$): Sinyal A' (dari sensor objek) langsung dimasukkan ke dalam gerbang buffer. Logika yang terjadi adalah $X' = A'$.
 - a. Jika $A' = 1$ (objek terdeteksi), maka keluaran X' juga akan menjadi 1, yang akan mengaktifkan motor servo untuk membuka tutup.
 - b. Jika $A' = 0$ (tidak ada objek), maka keluaran X' akan menjadi 0, yang akan menjaga tutup tetap tertutup.

2. Gerbang Logika Buzzer ($Y' = B'$): Sinyal B' (dari sensor level) dimasukkan ke dalam gerbang buffer. Logika yang terjadi adalah $Y' = B'$.
- a. Jika $B' = 1$ (tempat sampah penuh), maka keluaran Y' juga akan menjadi 1, yang akan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan.
 - b. Jika $B' = 0$ (tidak penuh), maka keluaran Y' akan menjadi 0, yang akan menjaga buzzer tetap mati.

3.3.6 Flowchart Rangkaian Kontrol



Gambar 3. 6 Flowchart Rangkaian Kontrol

Penjelasan Flowchart:

1. Mulai, Titik awal program.
2. Inisialisasi Sistem, Menginisialisasi pin-pin pada Arduino Uno yang terhubung ke sensor ultrasonik 1 dan sensor ultrasonik 2, motor servo, dan buzzer.
3. Loop Utama setelah inisialisasi, sistem masuk ke dalam siklus kerja berulang tanpa henti (main loop). Dalam siklus ini, sistem akan terus-menerus memantau kedua sensor secara bersamaan.
4. Sensor Ultrasonik 1 Mendeteksi Objek? Ini adalah bagian pertama dari sistem yang berfungsi untuk membuka tutup tempat sampah.
 - a. Proses Sensor ultrasonik 1 akan terus-menerus mengukur jarak antara sensor dengan objek di depannya.
 - b. Ya, jika ada objek terdeteksi, program akan membaca nilai jarak dari sensor.
 - c. Tidak, jika tidak ada objek, program akan kembali ke awal *loop* utama untuk terus memantau.
5. Arduino Uno Membaca Jarak dari Sensor 1 Jika objek terdeteksi, Arduino akan membaca data jarak yang dikirim oleh sensor ultrasonik 1. Nilai ini akan digunakan untuk menentukan apakah jaraknya cukup dekat untuk membuka tutup tempat sampah.
6. $Jarak \leq 5 \text{ cm}$? Ini adalah kondisi kritis untuk mengaktifkan motor servo.
 - a. Proses program akan membandingkan jarak yang dibaca dengan ambang batas yang ditetapkan, yaitu 5 cm.
 - b. Ya, jika jarak kurang dari atau sama dengan 5 cm, program akan melanjutkan ke langkah berikutnya untuk membuka tutup.
 - c. Tidak, jika jarak lebih dari 5 cm, program menganggap objek belum cukup dekat, sehingga tidak ada tindakan yang diambil. Program akan kembali ke awal *loop* utama.
7. Arduino Mengaktifkan Motor Servo Jika kondisi jarak terpenuhi ($\leq 5 \text{ cm}$), Arduino akan mengirimkan sinyal ke motor servo. Motor akan berputar ke posisi yang telah ditentukan untuk membuka tutup tempat sampah.
8. Tutup Sampah Terbuka Ini adalah hasil dari pengaktifan motor servo, di mana tutup tempat sampah secara fisik terbuka.

9. Tunggu 3-5 Detik Setelah tutup terbuka, sistem akan menunggu selama 3 hingga 5 detik. Penundaan ini memberi waktu bagi pengguna untuk membuang sampah.
10. Tutup Sampah Tertutup Setelah waktu tunggu selesai, Arduino akan mengirimkan sinyal lagi ke motor servo untuk menggerakannya kembali ke posisi awal, sehingga tutup tempat sampah tertutup.
11. Sensor Ultrasonik 2 Mendeteksi Tingkat Kepenuhan? Ini adalah bagian kedua dari sistem yang berfungsi untuk mendeteksi apakah tempat sampah sudah penuh.
 - a. Proses sensor ultrasonik 2 diposisikan di dalam tempat sampah untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan sampah di bawahnya.
 - b. Ya, sensor akan terus membaca nilai jarak.
 - c. Tidak, program akan kembali ke awal *loop* utama untuk terus memantau.
12. Arduino Uno Membaca Jarak dari Sensor 2 Arduino membaca data jarak yang dikirim oleh sensor ultrasonik 2. Nilai ini mewakili seberapa dekat permukaan sampah ke sensor.
13. Jarak Batas Penuh 30 cm? Ini adalah kondisi kritis untuk mengindikasikan tempat sampah penuh.
 - a. Proses program membandingkan jarak yang dibaca dengan ambang batas yang ditetapkan, yaitu 30 cm.
 - b. Ya, jika jarak kurang dari atau sama dengan 30 cm, artinya sampah sudah sangat dekat dengan sensor dan tempat sampah dianggap penuh. Program akan melanjutkan ke langkah berikutnya.
 - c. Tidak, jika jarak lebih dari 30 cm, artinya tempat sampah masih belum penuh. Program kembali ke awal *loop utama*.
14. Arduino Mengaktifkan Buzzer Jika kondisi penuh terpenuhi ($\text{jarak} \leq 30 \text{ cm}$), Arduino akan mengirimkan sinyal ke buzzer untuk menghasilkan suara sebagai peringatan.
15. Arduino Mengirim Sinyal Status Penuh ke ESP8266 bersamaan dengan mengaktifkan buzzer, Arduino juga mengirimkan data status penuh ke modul ESP8266. Modul ini berfungsi sebagai jembatan untuk koneksi Wi-Fi.
16. ESP8266 Mengirim Notifikasi ke Server Blynk Modul ESP8266 akan mengirimkan data status penuh ke server Blynk melalui jaringan Wi-Fi.

17. Notifikasi Sampah Penuh Muncul di Aplikasi Blynk Server Blynk akan memproses data tersebut dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Blynk yang terpasang di *smartphone* pengguna.
18. Selesai Ini menandakan akhir dari satu siklus kerja. Namun, karena ini adalah sebuah *loop* utama, sistem akan segera kembali ke awal untuk terus memantau kedua sensor secara bersama

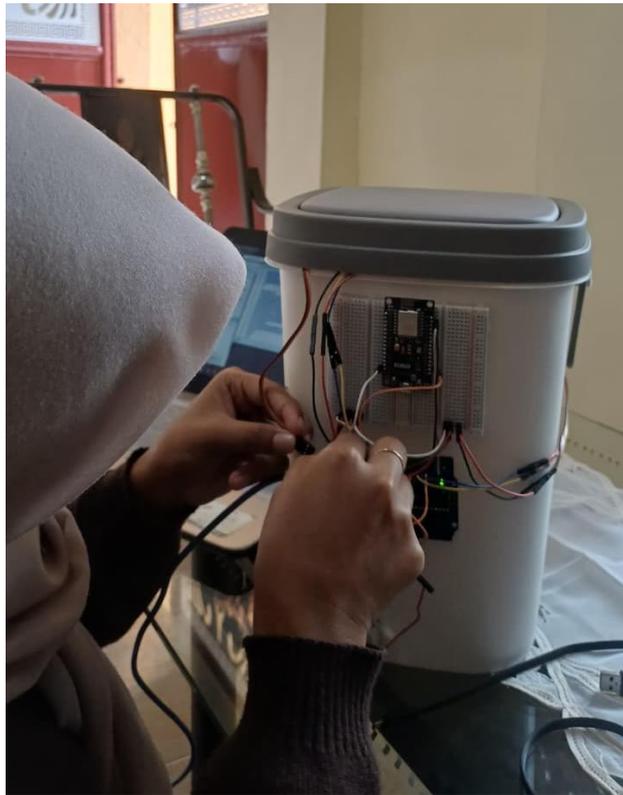
DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Yanie, I. C. T. Siahaan, P. S. Marbun, and M. Asyraf, "Pemberian Tempat Sampah Berbasis Arduino ke Kantor Perhubungan Jalan Pinang Baris Medan," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 04, no. September, pp. 7–12, 2022.
- [2] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, "Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9559.
- [3] I. Hudati, D. Y. Kusuma, N. B. Permatasari, and R. R. Pebriani, "Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno pada Sistem Pengukuran Jarak," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 14–19, 2021, doi: 10.22146/juliet.v2i2.71146.
- [4] J. P. Perdana and W. Theophilus, "Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol Untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik," *J. Penerapan Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 02, no. 02, pp. 104–117, 2023.
- [5] B. A. Nugroho and Y. M. Djaksana, "Implementasi Mikrokontroler Arduino Uno dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah," *J. Sains, Teknol. dan Masy.*, vol. 2, no. 4, pp. 70–77, 2022.
- [6] Bere, Stevania, M. Ali, and P. S. Agung, "Rancang bangun alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis menggunakan sensor jarak berbasis Arduino," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 5, pp. 357–363, 2021.
- [7] L. Zhang, Y. Wang, and J. Chen, "Sensor jarak dalam pengelolaan limbah otomatis : Tinjauan teknologi dan skenario aplikasi," *Sens. dan Aktuator A Fis.*, p. 340, 2022.
- [8] F. Ramadhan and D. Purnomo, "Implementasi tempat sampah otomatis di ruang publik: Studi kasus di lima kota metropolitan Indonesia," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 2, no. 24, pp. 145–159, 2023.
- [9] S. Widodo, L. Nurhayati, and G. Prayitno, "Perancangan dan penerapan sistem pemilahan sampah otomatis multikompartemen untuk masyarakat perkotaan," *Environ. Technol. Innov.*, no. 29, 2023.
- [10] A. Nurwati, B. Pratama, and H. Santoso, "Pengurangan kontaminasi mikroba melalui tempat pembuangan limbah otomatis di fasilitas kesehatan: Sebuah studi longitudinal," *J. Infeksi Rumah Sakit*, no. 131, pp. 45–57, 2022.
- [11] M. Hassan and K. Mahmud, "Analisis ekonomi sistem pengelolaan limbah otomatis: Penilaian siklus hidup komparatif," *J. Int. Tek. Lingkung.*, vol. 2, no. 15, pp. 178–196, 2023.
- [12] M. Alvarez-Campana, G. López, and D. Vázquez, "Pengelolaan limbah pintar berbasis IoT: Arsitektur sistem dan metrik kinerja," *J. IEEE Internet Things*, vol. 5, no. 10, pp. 4183–4197, 2023.

- [13] M. Z. Haq, M. Putri, and A. Ramadhan, "Implementasi Internet Of Things Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 152–157, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9565.
- [14] J. Rodriguez-Andina, M. Valdés, and M. Moure, "Evolusi algoritma kontrol adaptif dalam aplikasi industri: Sebuah tinjauan," *Transaksi IEEE pada Elektron. Ind.*, vol. 7, no. 69, pp. 6853–6864, 2022.
- [15] C. García-Martínez and R. López-Valcarce, *Sistem Kontrol Lanjutan: Teori dan Aplikasi*. 2023.
- [16] T. Nakamura, S. Yamamoto, and L. Peterson, "Integrasi pembelajaran mesin dalam kontrol proses: Metrik kinerja dan aplikasi industri," *J. Kontrol Proses*, vol. 124, pp. 89–105, 2023.
- [17] S. Ibrahim and J. Keller, "Implikasi keselamatan sistem kontrol otomatis di lingkungan industri berisiko tinggi," *J. Teknol. Otomasi*, vol. 47, no. 3, pp. 312–327, 2023.
- [18] R. Venkatesh and K. Williams, *Teknik Sistem Kontrol: Prinsip dan Praktik (edisi ke-5)*. 2023.
- [19] A. Setiawan, M. Joni, and Nurchim, "Penerapan Kendali Sistem Otomatis Pada Lampu Halaman Asrama Menggunakan Arduino Pada Pondok Pesantren Al- Ma'Rifah," *INFOTECHjournal*, vol. 8, no. 1, pp. 645–652, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8422.
- [20] J. Zhang and Z. Chen, "Menjelajahi Transformasi Digital Manajemen Sumber Daya Manusia di Era Digital," *J. Ekon. Pengetah.*, vol. 15, pp. 1482–1498, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01214-y>
- [21] H. Surya Pratama, M. Putri, M. Roby, and S. H. Tusakdiyah, "Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop Atau Komputer Menggunakan Metode Forward Chaining," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–23, 2022, doi: 10.58794/jekin.v2i1.100.
- [22] G. A. Wicaksono *et al.*, "RANCANG BANGUN BUKA TUTUP TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO (INFRARED BARRIER SENSOR) DAN ULTRASONIK UNTUK MENDETEKSI SAMPAH YANG SUDAH," *J. Tek. Ind. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 24–31, 2024.
- [23] S. U. K. M. Siregar, R. Adawiyah, E. R. Sibuea, and S. Pada, "Sosialisasi Dampak Pengisian Baterai Handphone Antar USB Laptop Dan Charger Terhadap Tingkat Daya Ketahanan Baterai HP," *J. NAULI - J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 38–43, 2022, doi: 10.1234/jurnal.
- [24] A. Hardiwiguna and A. R. Nugraha, "PENENTUAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DENGAN CAPACITIVE SOIL MOISTURE SENSOR DAN ARDUINO UNO R3," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, pp. 4607–4615, 2024.

- [25] A. Rahman, S. Wijaya, and A. Suherman, "Perancangan Sistem Pendeteksi Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik pada tempat sampah otomatis," *J. Elektron. dan Telekomun.*, vol. 20, no. 1, pp. 15–26, 2020.
- [26] A. Nugroho, "Evaluasi Kinerja Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dalam Aplikasi Tempat Sampah Otomatis," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 67–79, 2020.
- [27] N. Mahdi Wardana, "Rancang Bangun Sistem Radar Menggunakan Mikrokontroler untuk Pendeteksi Objek Otomatis," *J. Ilmu Tek. dan Teknol. Marit.*, vol. 3, no. 2, pp. 48–62, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.58192/ocean.v3i2.2180>
- [28] Yuga Heru Septiawan, D. Alia, and Hendro Purnomo, "Desain Solar Tracker Pada Solar Cell Berbasis Arduino," *J. 7 Samudra*, vol. 7, no. 2, pp. 17–26, 2022, doi: 10.54992/7samudra.v7i2.121.
- [29] H. Al Fani, S. Sumarno, J. Jalaluddin, D. Hartama, and I. Gunawan, "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruang Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 144, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1750.
- [30] E. Supriyadi and S. Dinaryati, "Rancang Bangun System Monitoring dan Kendali Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP8266 NodeMCU," *Sinusoida*, vol. 22, no. 4, pp. 13–23, 2020, doi: 10.37277/s.v22i4.865.
- [31] M. YEDARSON, "TEMPAT SAMPAH OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," 2020.
- [32] H. Adi, Z. Putra, S. A. Sukarno, and P. M. Bandung, "PENDETEKSIAN DAN PERINGATAN GEMPA BUMI BERBASIS SW-420," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 2, pp. 82–90, 2025.
- [33] M. Artiyasa, A. N. Rostini, Edwinanto, and A. P. Junfithrana, "Aplikasi smart home node mcu iot untuk blynk," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2020.

LAMPIRAN



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENULIS

Nama Lengkap : Azzahra Natasya
Nomor Pokok Mahasiswa : 2107220007
Tempat Tanggal Lahir : Singkil, 11 Juni 2003
Alamat : Jl. Bahari, Desa Pulo Sarok, Kec. Singkil, Kab. Aceh Singkil, 24785.
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
No. Telp : 082278332671
Email : azzahranatasya744@gmail.com

ORANG TUA

Nama Ayah : Musfar
Agama : Islam
Nama Ibu : Erisna Dewi
Agama : Islam
Alamat : Jl. Bahari, Desa Pulo Sarok, Kec. Singkil, Kab. Aceh Singkil, 24785.

RIWAYAT PENDIDIKAN

2009-2015 : SD Negeri 4 Singkil.
2015-2018 : MTsN 1 Aceh Singkil.
2018-2021 : SMK Negeri Penerbangan Aceh.
2021-2025 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).



UMSU

Unggul | Berprestasi | Berpercaaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUKAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1740/KBAN-PT/IAA-Pg/PT/10/2024
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Beari No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 8822400 - 88224887 Fax. (061) 8823474 - 8821003
@ http://fatek.umsu.ac.id ✉ fatek@umsu.ac.id 📧 umaumedan 📧 umaumedan 📧 umaumedan 📧 umaumedan

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHJUKAN

DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 560/IL.3AU/UMSU-07/P/2025

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 8 Maret 2025 dengan ini Menetapkan :

Nama : AZZAHRA NATASYA
Npm : 2107220007
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Semester : 8 (Delapan)
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO DAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK TEMPAT SAMPAH.

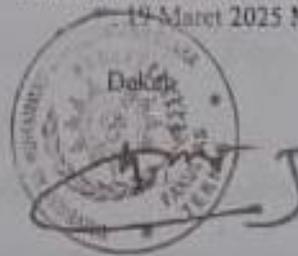
Pembimbing : MUHAMMAD ADAM ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

- 5. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
- 6. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 19 Ramadhan 1446 H
19 Maret 2025 M



Munawar Alfansury Siregar, ST,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN

NAMA : AZAHRA NATASYA
 NPM : 2107220007
 JUDUL : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO DAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK TEMPAT SAMPAH

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	31/5/25	Tulis sesuai format penulisan dgn lupa referensi penulisan stkn to abis	
2.	2/6/25	Penjelasan perhitungan penggunaan modul stkn core korgo Arduino	
3.	5/6/25	Cari referensi core korgo Arduino dan Perhitungannya	
4.	10/6/25	Buat rancangan implementasi sistem secara detail	
5.	12/6/25	Perbaiki Proses Kerja Programnya	
6.	19/6/25	Lengkapi Daftar Isi, tabel Pengantar daftar Pustaka	
7.	24/6/25	Acc untuk skripsi kemudian dgn Prodi	

dgn Prodi

Dekan Pembimbing

Muhammad Adam ST., MT

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN

NAMA : AZZAHRA NATASYA
 NPM : 2107220007
 JUDUL : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM KONTROL TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN SENSOR ULTRASONIK

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	10/Jul 2025	Pertemuan yg jadi belakngan minggu	/
2	15/Jul 2025	Alat dan perancangan sistem listrik	/
3	18/Jul 2025	Uji coba alat	/
4	22/Jul 2025	Pertemuan Program module perpus	/
5	02/Agu 2025	Review setruikan sensor perpus	/
6	05/Agu 2025	Mengin alokasi fitur	/
7	2/Agu 2025	Acc to sensor, terdistribusi dan kepradi	/

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam S. T. M. T



LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN

NAMA : AZZAHRA NATASYA
NPM : 2107220007
JUDUL : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT)
PADA SISTEM KONTROL TEMPAT SAMPAH OTOMATIS
MENGUNAKAN ARDUINO UNO DAN SENSOR ULTRASONIK

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	9/9/2025	Perbaiki yg menjadi Kelempungan Skripsi.	
2.	9/9/2025	Acc. to. Orisinal Laporan dgn Prod.	

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam S. T. M. T