

**IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK PADA KOTAK
SAMPAH OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI
WHATSAPP GATEWAY DI MTS SALAFIYAH SYAFIYAH
SUKOREJO**

SKRIPSI



Oleh :

HALILATUR RAFIA

NPM : 2021501033

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS IBRAHIMY
SITUBONDO**

2025



**IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK PADA KOTAK
SAMPAH OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI
WHATSAPP GATEWAY DI MTS SALAFIYAH SYAFIYAH
SUKOREJO**

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi Ibrahimi
Sukorejo Situbondo Jawa Timur



Oleh :
Halilatur Rafia
NPM : 2021501033

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS IBRAHIMI
SITUBONDO
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Halilatur Rafia
NPM : 2021501033
Program Studi : S-1 Ilmu Komputer
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa tugas akhir/skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sebagai sebagai sumber referensi dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir/skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Situbondo, 20 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,



Halilatur Rafia

PERSETUJUAN PEMBIMBING

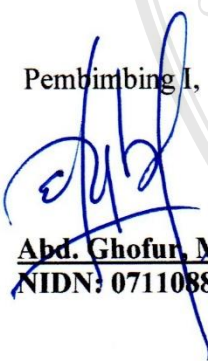
Nama : Halilatur Rafia

NPM/NIRM : 2021501033


Judul : Implementasi Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis
Berbasis IoT Dengan Notifikasi Whatsapp Gateway Di MTs
Salafiyah Syafiyah Sukorejo

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I,


Abd. Ghofur, M. Kom
NIDN: 0711088303

Pembimbing II,


Nur Azise, M.Kom
NIDN: 0730108802

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK PADA KOTAK
SAMPAH OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI
WHATSAPP GATEWAY DI MTS SALAFIYA SYAFIYAH
SUKOREJO**

HALILATUR RAFIA
2021501033

Telah dipertahankan didepan dewan penguji Sidang/Munaqasah Skripsi pada hari
Kamis tanggal 17 Juli 2025 sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
(S.Kom) pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimiy.

Tim Penguji,

Ketua sidang



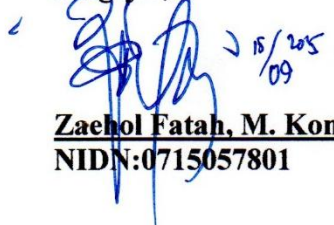
Abd. Ghofur, M. Kom
NIDN:0711088303

sekretaris sidang



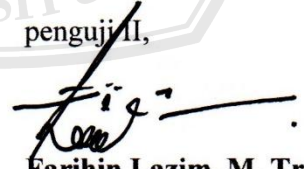
Abdus Samad, M. Kom
NIDN:

Penguji I,



Zaehol Fatah, M. Kom
NIDN:0715057801

penguji II,



Farihin Lazim, M. Tr. T
NIDN:0728089102

Mengetahui
Dekan,



Abd. Ghofur, M. Kom
NIDN, 0711088303

MOTTO

“Nyaris menyerah, tapi ingat: selesai lebih baik daripada berhenti di tengah jalan.”



PERSEMBAHAN

Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa doa, dukungan, dan bimbingan dari banyak pihak yang luar biasa. Maka dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa syukur, penulis mempersembahkan karya sederhana ini kepada:

1. Teruntuk ayah dan ibu tercinta, *Hamsani dan Sumina*, atas cinta, doa, dan dukungan yang tiada henti. Semangat dan ketulusan yang diberikan telah menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Teruntuk saudara-saudaraku tersayang, *Lilis Nur Indah Sari, Moh. Aqil Raihan Najib, dan Alza Nur Aira*, terima kasih atas doa, perhatian, serta semangat yang kalian berikan. Kehadiran kalian menjadi pengingat indah bahwa keluarga adalah rumah terbaik untuk kembali.
3. Untuk teman-teman seperjuangan *Angkatan 2021, Prodi Ilmu Komputer*, terima kasih telah berjalan bersama dalam tawa, tekanan, revisi, dan perjuangan yang tak terhitung jumlahnya. Terima kasih atas semangat yang tak pernah padam, canda yang mengusir lelah, dan bahu yang selalu tersedia saat hampir menyerah. Kita mungkin tak selalu sampai di tujuan yang sama, tapi kita pernah sama-sama bertahan di perjalanan yang luar biasa. Semoga ilmu dan kenangan yang kita bawa hari ini menjadi bekal terbaik untuk masa depan yang kita impikan.
4. Untuk diriku sendiri, *Halilatur Rafia* terima kasih telah memilih untuk tetap melangkah meski sering dihampiri ragu, lelah, dan keinginan untuk menyerah. Terima kasih telah bertahan sejauh ini, tetap belajar meski perlahan, dan percaya bahwa setiap proses layak diperjuangkan. Skripsi ini adalah bukti bahwa kamu mampu, dan bahwa segala yang kamu impikan, perlahan, bisa menjadi nyata.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya. Berkat pertolongan-Nya, tugas akhir/skripsi yang berjudul *“Implementasi Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis Berbasis IoT Dengan Notifikasi WhatsApp Gateway Di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo”* dapat direncanakan, dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat penyelesaian program diplomat/sarjana dapat dengan baik dan lancar.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. **KHR. Ach. Azaim Ibrahimi, S. Sy, M. HI** Selaku Pengasuh Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo Situbondo, atas doa dan restunya.
2. **KH. Ach. Fadlail, SH, M. H** Selaku Rektor Universitas Ibrahimi, atas segala arahan dan dukungan institusionalnya.
3. **Abd. Ghofur, M. Kom** Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimi, yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan kepada penulis.
4. **Farihin Lazim, M.Tr.T** Selaku Ketua Program Studi Ilmu komputer, atas arahnya selama proses studi.
5. **Abd. Ghofur, M. Kom** dan **Nur Azise, M. Kom** selaku pembimbing I dan II, yang dengan sabar membimbing dan memberikan masukan konstruktif sejak awal hingga akhir.
6. Kepada pihak Madrasah **MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo**, yang telah memberikan izin, informasi, serta dukungan selama proses observasi dan pengambilan data. Bantuan dan kerja samanya sangat berperan dalam kelancaran penelitian ini.

Situbondo, 20 Agustus 2025

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SEGMENT	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Metode Penelitian	5
1.7.1 Jenis Penelitian	6
1.7.2 Teknik Pengumpulan Data	7
1.7.3 Metode pengembangan sistem	8
1.8 Sistematika Pembahasan	10
BAB II	12
2.1 Penelitian Terdahulu	12
2.2 Landasan Teori	15
2.2.1 Sensor Ultrasonik	15

2.2.2 Tempat Sampah Otomatis	16
2.2.3 <i>Internet Of Things</i>	17
2.2.4 <i>Whatsapp Geteway</i>	18
2.3 Permodelan	19
2.4 Perangkat Lunak Pendukung	21
2.4.1 Perangkat Keras	21
2.4.2 Perangkat Lunak	23
BAB III	26
3.1 Gambar Umum Objek Penelitian	26
3.1.1 Objek Penelitian.....	26
3.1.2 Keadaan Sistem Yang Berjalan.....	27
3.1.3 Kelebihan Sistem.....	28
3.1.4 Kelemahan Sistem.....	28
3.2 Alur Sistem	28
3.2.1 Identifikasi dan Analisis Proses Bisnis	28
3.2.2 Identifikasi dan Analisis Kebutuhan.....	32
3.2.3 Identifikasi dan Analisis Alternatif Solusi.....	36
3.3 Desain Sistem	37
3.3.1 Diagram Blok Sistem.....	37
3.3.2 Desain Proses.....	38
3.3.3 Ilustrasi Desain.....	39
BAB IV	43
4.1 Konstruksi Sistem	43
4.1.1 Kebutuhan Sistem.....	43
4.1.2 Instalasi Sistem.....	44
4.1.3 Segmen Program.....	47
4.2 Skenario Pengujian	51
4.3 Pengujian	53
4.3.1 Cara Kerja Sistem	53
4.3.2 Hasil Pengujian	54
4.4 Maintenance	56
BAB V	58

5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
LAMPIRAN.....	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol-simbol Flowchart.....	20
Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	35
Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Keras.....	35
Tabel 3. 3 Identifikasi Alternatif Solusi	36
Tabel 3. 4 Kelayakan Alternatif Solusi	37
Tabel 4. 1 Skenario Pengujian Motor Servo.....	52
Tabel 4. 2 Skenario Pengujian Sensor Ultrasonik.....	52
Tabel 4. 3 Skenario Pengujian Notifikasi WhatsApp	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Metode Rapid Application Development (RAD)	8
Gambar 2. 1 Sensor Ultrasonik.....	16
Gambar 2. 2 Internet of Things	18
Gambar 2. 3 WhatsApp	19
Gambar 2. 4 NodeMCU	21
Gambar 2. 5 Sensor PIR.....	22
Gambar 2. 6 Motor Servo.....	22
Gambar 2. 7 Breadboard.....	23
Gambar 2. 8 Kabel Jumper.....	23
Gambar 2. 9 software Arduino IDE	24
Gambar 2. 10 Tampilan Arduino	24
Gambar 2. 11 Software Fritzing	25
Gambar 2. 12 Tampilan Panduan Fritzing.....	25
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem.....	37
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem	39
Gambar 3. 3 Deteksi Gerak dan Tutup Otomatis.....	40
Gambar 3. 4 Pemantauan Volume Sampah	41
Gambar 3. 5 Keseluruhan Alat Tempat Sampah Otomatis.....	42
Gambar 4. 1 Dowload Software Arduino ID	44
Gambar 4. 2 Instal Software Arduino IDE.....	45
Gambar 4. 3 Pilih Opsi	46
Gambar 4. 4 Pilih Folder Penyimpanan	46
Gambar 4. 5 Proses Instalasi.....	47
Gambar 4. 6 Implementasi Perangkat Keras	55
Gambar 4. 7 Implementasi Perangkat Lunak.....	56

DAFTAR SEGMENT

Segmen Program 4. 1 Library	47
Segmen Program 4. 2 Koneksi Wifi	48
Segmen Program 4. 3 Jarak Isi Sampah	49
Segmen Program 4. 4 Buka-Tutup Tempat Sampah	50
Segmen Program 4. 5 Notifikasi Ke WhatsApp	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Tugas Penelitian	62
Lampiran 2 Wawancara Sama Ka. Tata Usaha	63
Lampiran 3 Data Wawancara 1.....	64
Lampiran 4 Data Wawancara 2.....	65
Lampiran 5 LOA Naskah.....	66
Lampiran 6 Sertifikat Seminar Nasional.....	67
Lampiran 7 Kartu Bimbingan	67
Lampiran 8 Hasil Cek Plagiasi	69
Lampiran 9 Kesiediaan Publikasi Ilmiah	70



ABSTRAK

Halilatur Rafia 2021, **Implementasi Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis Berbasis IoT Dengan Notifikasi Whatsapp Gateway Di Mts Salafiya Syafiyah Sukorejo**, Skripsi, Program Study Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy. Pembimbing: (I) Abd. Ghofur, M. Kom, (II) Nur Azise, M. Kom

Masalah penumpukan sampah di area sekolah, khususnya di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo Situbondo, merupakan tantangan serius yang berdampak pada kebersihan dan kenyamanan siswa serta staf sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem tempat sampah otomatis yang berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan memanfaatkan *NodeMCU ESP8266* dan sensor ultrasonik, dan notifikasi langsung melalui *WhatsApp Gateway*. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi seberapa penuh tempat sampah dan memberikan informasi secara langsung kepada petugas kebersihan agar proses pengosongan berjalan lebih efisien. Metodologi yang diterapkan adalah penelitian tindakan dengan pendekatan *Rapid Application Development (RAD)* untuk pengembangan sistem. Diharapkan hasil penelitian ini dapat mengatasi masalah keterlambatan dalam pengosongan sampah, meningkatkan efisiensi kerja petugas kebersihan, serta membuat suasana sekolah yang lebih bersih dan nyaman. Inovasi ini menunjukkan kemampuan teknologi *IoT* dalam mendukung pengelolaan kebersihan lingkungan dengan cara yang efektif.

Kata Kunci : Kotak Sampah, Sensor Ultrasonik, *Internet Of Things (Iot)*.

ABSTRACT

Halilatur Rafia 2021, **Implementation of Ultrasonic Sensors on an IoT-Based Automatic Trash Bin with WhatsApp Gateway Notification at MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo**. Undergraduate Thesis, Computer Science Study Program, Faculty of Science and Technology, Ibrahimy University. Supervisors: (I) Abd. Ghofur, M. Kom, (II) Nur Azise, M. Kom

The problem of waste accumulation in school areas, particularly at MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo Situbondo, is a serious challenge that affects the cleanliness and comfort of both students and school staff. This study aims to design and implement an automatic trash bin system based on the *Internet of Things (IoT)* by utilizing a *NodeMCU ESP8266*, ultrasonic sensors, and direct notifications through a *WhatsApp Gateway*. The system is designed to detect the level of waste inside the bin and provide real-time information to cleaning staff so that the disposal process can be carried out more efficiently. The research methodology applied is action research with a *Rapid Application Development (RAD)* approach for system development. The results of this study are expected to overcome delays in waste disposal, improve the efficiency of cleaning staff, and create a cleaner and more comfortable school environment. This innovation demonstrates the potential of *IoT* technology in supporting environmental cleanliness management in an effective way.

Keywords: Trash Bin, Ultrasonic Sensor, *Internet of Things (IoT)*.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebersihan lingkungan merupakan sebuah hal yang perlu dilakukan oleh setiap orang untuk menjadikan sebuah lingkungan yang berada disekitarnya menjadi bersih, asri, indah dan juga terlihat lebih enak untuk dipandang. Kebersihan serta keindahan dari lingkungan sangat berpengaruh bagi keberlangsungan hidup manusia dan hal tersebut adalah salah satu dari bagian tanggung jawab manusia. Namun sampai sekarang masih banyak orang yang kurang peduli akan pentingnya menjaga lingkungan agar tetap bersih dan juga bebas dari sampah[1]. Sampah merupakan material sisa yang sudah tidak lagi digunakan dan berasal dari berbagai jenis benda. Sampah juga merupakan sarang penyakit dan berbagai macam bakteri, sehingga benda ini jangan dihiraukan sehingga terjadinya penumpukan sampah di tempat sampah yang sudah ada[2].

Pembuangan sampah yang tidak terkelola dengan baik menjadi permasalahan yang sering terjadi di berbagai lingkungan, termasuk di sekolah. Jika sampah tidak segera dibuang, hal ini dapat menyebabkan lingkungan menjadi kotor, menimbulkan bau tidak sedap, dan meningkatkan risiko penyebaran penyakit[3]. Seperti terjadi di MTs Salafiyah Syafiyah, tempat sampah yang penuh dan tidak segera dikosongkan sering kali mendorong siswa untuk membuang sampah sembarangan. Akibatnya, kebersihan lingkungan sekolah terganggu, yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan kenyamanan bagi siswa MTs Salafiyah

Syafiyah yang berlokasi di lingkungan Pondok Pesantren Salafiyah Syafiyah Sukorejo Situbondo.

Proses pembuangan sampah di MTs Salafiyah Syafiyah masih terdapat kekurangan dalam pembuangan sampah, Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah keterlambatan dalam pengosongan tempat sampah. Di MTs Salafiyah Syafiyah, tempat sampah sering kali penuh tanpa disadari oleh petugas kebersihan, sehingga menyebabkan sampah meluber dan mencemari lingkungan sekitar. Hal ini terjadi karena belum adanya sistem yang dapat memberikan informasi secara langsung mengenai kondisi tempat sampah.

Dengan berkembangnya teknologi, penerapan (*IoT*) *Internet of Things* menawarkan solusi inovatif dalam pengelolaan pembuangan sampah. Salah satu cara penerapan teknologi ini adalah dengan menggunakan sensor ultrasonik pada tempat sampah untuk mendeteksi tingkat kepenuhan sampah[4]. Sensor ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara tutup tempat sampah pada sampah di dalamnya, lalu mengirimkan data tersebut melalui jaringan internet ke sistem pemantauan. Informasi ini memungkinkan petugas kebersihan mengetahui kapan tempat sampah sudah penuh dan perlu segera dikosongkan, sehingga proses pembuangan sampah menjadi lebih efisien[5]. Dengan adanya sistem ini, lingkungan sekolah dapat tetap bersih, nyaman, dan bebas dari masalah penumpukan sampah.

Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan *WhatsApp Gateway* untuk mengirimkan notifikasi secara *real-time* kepada petugas kebersihan saat tempat sampah telah mencapai kapasitas tertentu. *WhatsApp*, sebagai aplikasi komunikasi yang banyak digunakan, memastikan bahwa informasi diterima dengan cepat

sehingga petugas dapat segera mengambil tindakan untuk mengosongkan tempat sampah. Dengan adanya sistem ini, pembuangan sampah dapat dilakukan tepat waktu, mencegah akumulasi sampah yang berlebihan, serta membantu menciptakan lingkungan sekolah yang lebih sehat dan nyaman bagi semua warga sekolah.

Sistem ini juga dapat membantu meningkatkan efisiensi kerja petugas kebersihan, mengurangi beban kerja mereka, serta memastikan bahwa sumber daya digunakan dengan lebih optimal. Dengan pengelolaan pembuangan sampah yang lebih baik, sekolah dapat menciptakan lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan nyaman bagi seluruh siswa dan staf. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancang sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* yang dapat memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan melalui *WhatsApp Gateway*, sehingga pembuangan sampah di lingkungan sekolah menjadi lebih efisien dan efektif.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik dan fitur notifikasi melalui *WhatsApp Gateway*. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pembuangan sampah di lingkungan sekolah dapat berjalan lebih efektif dan efisien, mengurangi risiko pencemaran lingkungan, serta menciptakan kondisi sekolah yang lebih bersih, sehat dan nyaman bagi seluruh warga sekolah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan terdapat beberapa permasalahan yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah, yaitu:

- a. Tempat sampah di lingkungan MTs Salafiyah Syafiyah sering kali penuh tanpa pemantauan yang efektif, menyebabkan sampah meluber dan mencemari lingkungan sekitar.
- b. Belum tersedia sistem yang memberikan informasi secara langsung kepada petugas kebersihan saat tempat sampah penuh. Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam penanganan sampah karena informasi hanya diperoleh secara manual.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: "Bagaimana merancang dan mengimplementasikan tempat sampah otomatis berbasis *IOT* yang menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan sampah"

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan agar ruang lingkupnya lebih jelas dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Berikut adalah batasan-batasan dalam penelitian ini:

- a. Pada penelitian ini menerapkan Sistem tempat sampah otomatis berbasis *IOT* menggunakan alat *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler untuk menghubungkan sensor dengan jaringan internet.
- b. Alat ini di rancang berupa tempat sampah otomatis berbasis *IOT* dengan notifikasi *WhatsApp Gateway*. Tempat sampah ini memiliki tinggi sekitar 50-55 cm dan untuk mendeteksi tangan atau objek ke bagian atas tempat sampah memiliki jarak sekitar 10-15 cm.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun tempat sampah otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan sampah, serta mengintegrasikan sistem tersebut dengan *WhatsApp Gateway* sebagai media pengiriman notifikasi secara *real-time* kepada petugas kebersihan. Dengan sistem ini, diharapkan proses pemantauan dan pengosongan tempat sampah dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan tepat waktu, sehingga tercipta lingkungan sekolah yang bersih, sehat, dan nyaman.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Mampu memahami dan menerapkan teori yang telah dipelajari selama perkuliahan mengenai mikrokontroler, sensor, *Internet of Things*, serta penerapannya. Selain itu, juga melatih kemampuan dalam menyelesaikan masalah dan memperluas pengetahuan.
- b. Rancang bangun ini dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi pembuangan sampah di MTs Salafiyah Syafiyah, dengan memberikan notifikasi otomatis kepada petugas kebersihan, sehingga lingkungan sekolah dapat tetap bersih dan nyaman.

1.7 Metode Penelitian

Salah satu faktor penting dalam penelitian adalah penentuan metode penelitian. Metode penelitian merujuk pada serangkaian langkah yang diambil

oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi, yang kemudian diolah dan dianalisis untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

1.7.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian berfungsi untuk memahami dalam menggambarkan fakta, membuktikan, mengembangkan, dan menemukan pengetahuan. Adapun jenis penelitian yang kami terapkan adalah sebagai berikut:

a. *Library Research*

Penelitian kepustakaan (*library research*), merupakan metode penelitian di mana pengumpulan data dilakukan melalui analisis berbagai literatur. Sumber literatur yang digunakan tidak terbatas pada buku saja, melainkan juga mencakup dokumen, majalah, jurnal, dan surat kabar. Tujuan utama dari penelitian kepustakaan adalah untuk mengeksplorasi dan menggunakan berbagai teori, hukum, prinsip, pendapat, gagasan, dan lain sebagainya yang relevan dalam menganalisis dan memecahkan masalah yang sedang diteliti [6].

b. *Action Research*

Penelitian ini termasuk pada jenis penelitian kualitatif tindakan (*Action Research*), yang lebih memusatkan perhatian pada melakukan tindakan kecil di dunia nyata untuk menguji sesuatu sistem atau ide dengan harapan dapat meningkatkan kualitas sosial yang diteliti. Selain berpartisipasi aktif dibandingkan hanya mengamati, penelitian tindakan perlu membedakan dengan jelas antara kualitas tindakan dan penelitian. Penelitian tindakan selalu fokus pada pengambilan inisiatif untuk menghasilkan hasil yang bermanfaat dan menghasilkan wawasan baru [7].

1.7.2 Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang dapat dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. *Observasi* (Pengamatan)

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati secara langsung pada bagian yang terkait dengan sistem, dengan meninjau alur kerja yang dilakukan dalam proses penbuangan sampah pada petugas kebersihan di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo.

b. *Interview* (Wawancara)

Wawancara adalah bentuk komunikasi di mana dua pihak atau lebih bertemu secara langsung, di mana salah satu pihak bertindak sebagai pewawancara dan pihak lainnya sebagai responden. Tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan informasi pada petugas kebersihan tentang pembuangan sampah di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo.

c. Dokumentasi

Merupakan Teknik pengumpulan data yang dapat diambil dari dokumen atau catatan terkait objek penelitian. Teknik ini dapat di gunakan untuk mendapatkan data historis atau data yang tidak dapat di ukur langsung melalui obserfasi atau wawancara.

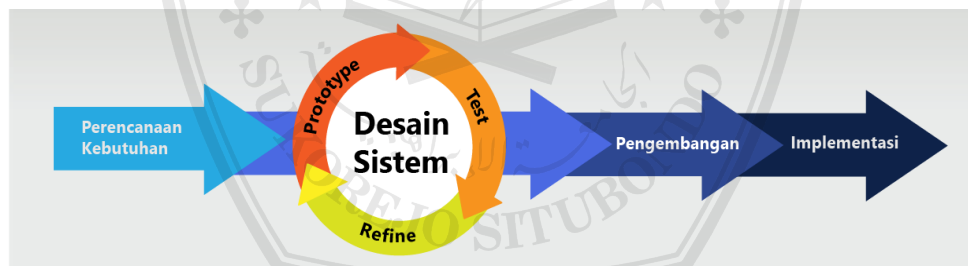
d. Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan mencari dan mengambil informasi dari buku maupun internet yang terkait dengan permasalahan tempat sampah otomatis berbasis *IOT*.

1.7.3 Metode pengembangan sistem

Metode pengembangan sistem adalah pendekatan atau cara yang digunakan untuk mengembangkan suatu sistem yang berkualitas. Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Rapid Application Development (RAD)*. Metode ini dipilih karena mampu mempercepat proses pembuatan sistem melalui pendekatan prototipe yang iteratif, sehingga memungkinkan pengguna terlibat langsung dalam proses pengembangan[8].

Pada metode pengembangan sistem penulis menggunakan metode *Rapid Application Development (RAD)* pada kotak sampah, yang dapat memudahkan pembuatan dan perakitan perangkat keras *mikrokontroler* dan perangkat lunak dengan dukungan *opensource* Arduino. metode *Rapid Application Development (RAD)* dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Metode *Rapid Application Development (RAD)*

Beberapa tahapan yang terdapat dalam metode pengembangan *Rapid Application Development (RAD)* [9]. adalah:

a. Perencanaan kebutuhan

Pada tahapan ini, yaitu proses pengumpulan data dan informasi dari pengguna sistem, yaitu petugas kebersihan serta pengelola lingkungan pondok pesantren. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara. Dari tahap ini diperoleh kebutuhan sistem seperti: kemampuan

mendeteksi kondisi sampah penuh, membuka dan menutup tutup secara otomatis, serta pengiriman notifikasi ke *WhatsApp*.

b. Perancangan pengguna

Tahap ini, dibuat rancangan awal sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, seperti blok diagram sistem, alur logika kerja, serta rancangan pengiriman notifikasi. Rancangan ini kemudian dikonsultasikan kepada pengguna untuk mendapatkan umpan balik sebelum dilanjutkan ke tahap pembangunan sistem.

c. Konstruksi sistem

Pada tahap ini dilakukan penyusunan rangkaian alat menggunakan *NodeMCU ESP8266*, sensor ultrasonik, sensor PIR, dan servo motor. Selain itu, dilakukan pemrograman mikrokontroler dan integrasi dengan *WhatsApp Gateway* agar sistem dapat mengirimkan notifikasi secara otomatis ketika tempat sampah terdeteksi dalam kondisi penuh.

d. Implementasi

Tahapan ini yaitu pengujian sistem di lingkungan pondok pesantren salah satunya MTs Salafiyah Syafiyah. Sistem dijalankan dan diamati apakah telah berfungsi sesuai dengan yang dirancang, mulai dari deteksi gerakan, pembukaan dan penutupan tutup otomatis, hingga pengiriman notifikasi *WhatsApp*. Pengguna juga diberi kesempatan untuk menggunakan sistem secara langsung guna memperoleh umpan balik untuk evaluasi.

1.8 Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini, penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, serta sistematika pembahasan yang akan digunakan dalam karya tulis ilmiah ini.

BAB 2: LANDASAN TEORI

Bab ini memaparkan landasan teori yang relevan sebagai dasar untuk mendukung penelitian. Berisi penjelasan mengenai konsep-konsep, teori-teori, dan referensi yang berkaitan dengan topik yang diangkat dalam laporan ini.

BAB 3: ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini mencakup analisis dan perancangan sistem yang diterapkan dalam penelitian. Meliputi penjelasan mengenai objek yang diteliti, alur proses sistem yang ada, desain *proses*, serta desain antarmuka (*interface*) yang digunakan.

BAB 4: IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini menjelaskan *proses* implementasi sistem, termasuk detail mengenai pembuatan sistem serta tampilan akhir dari sistem yang telah dikembangkan.

BAB 5: PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari aplikasi atau sistem yang dibahas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan acuan penting yang digunakan dalam mengembangkan penelitian baru, karena memberikan gambaran tentang metode, teknologi, dan hasil yang telah dicapai sebelumnya dalam bidang yang serupa. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* adalah sebagai berikut:

a. Implementasi Sensor Ultrasonik dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis IoT [10].

Penelitian ini dilakukan oleh Febry Purnomo Aji dan rekan-rekannya, yang dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah Informatika, Vol. 6 No. 2 Tahun 2021. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pemantauan tempat sampah berbasis teknologi *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi *volume* sampah serta menggunakan *mikrokontroler Arduino Uno* sebagai pusat kendali. Data dari sensor dikirimkan ke *platform Blynk* secara *real-time* sehingga petugas kebersihan dapat memantau kondisi tempat sampah tanpa harus memeriksa secara manual.

Sensor bekerja dengan mengukur jarak antara sensor dengan permukaan sampah, dan mikrokontroler akan memproses informasi tersebut untuk menentukan tingkat kepenuhan. Apabila tempat sampah telah mencapai kapasitas maksimum, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada petugas

kebersihan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengurangi frekuensi pemeriksaan manual, mempercepat respons pengosongan sampah, dan meningkatkan efisiensi kerja petugas kebersihan. Sistem ini sangat membantu dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan terpantau dengan baik secara otomatis.

b. Tempat Sampah Pintar dengan Notifikasi Berbasis IOT [11].

Penelitian ini dilakukan oleh Y. Bowo Widodo dkk. pada tahun 2019. Penelitian ini mengembangkan sistem tempat sampah pintar berbasis IoT yang memanfaatkan sensor ultrasonik dan mikrokontroler *WeMos D1 Mini*. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah secara otomatis, dan mengirimkan notifikasi berupa email kepada petugas kebersihan ketika sampah telah mencapai ambang batas 80%.

Sistem ini bekerja dengan mengukur jarak antara permukaan sampah dan sensor, kemudian mengolah data tersebut untuk memberikan peringatan dini. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem ini meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, mengurangi keterlambatan dalam pengosongan, dan mencegah penumpukan sampah yang berlebihan. Penggunaan email sebagai sarana pemberitahuan juga menjadi solusi praktis yang memungkinkan komunikasi cepat antara sistem dan pengguna, serta menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut ke sistem notifikasi berbasis aplikasi seperti *WhatsApp* atau *dashboard* monitoring.

c. Penerapan Sensor Ultrasonik pada Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno [12].

Penelitian ini mengembangkan sistem tempat sampah pintar yang tidak hanya mampu mendeteksi *volume* sampah, tetapi juga dapat membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis menggunakan motor servo yang dikendalikan oleh sensor ultrasonik. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino Uno*, dan sistem ini juga terintegrasi dengan *WhatsApp Gateway* untuk memberikan notifikasi secara *real-time* kepada petugas kebersihan saat tempat sampah telah penuh.

Sensor akan mendeteksi keberadaan pengguna di dekat tempat sampah dan mengaktifkan motor servo untuk membuka tutupnya secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu menyentuh permukaan tempat sampah. Selain itu, ketika volume sampah melebihi batas yang telah ditentukan, sistem akan segera mengirimkan pesan *WhatsApp* kepada petugas kebersihan agar tindakan pengosongan dapat segera dilakukan. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem otomatis berbasis *Arduino* dan *WhatsApp Gateway* sangat efektif dalam menjaga kebersihan lingkungan dan mempermudah tugas petugas melalui notifikasi yang cepat dan tepat waktu. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan fitur tambahan seperti pemilahan sampah otomatis, atau integrasi dengan peta lokasi titik-titik sampah.

Penelitian yang dilakukan oleh Febry Purnomo Aji dkk. dan Y. Bowo Widodo dkk. sama-sama mengembangkan sistem tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat

kepenuhan sampah secara otomatis. Sistem pada kedua penelitian tersebut dirancang untuk mengurangi pemeriksaan manual, mempercepat respons pengosongan sampah, serta meningkatkan efisiensi kerja petugas kebersihan Febry Purnomo Aji dkk. menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno* yang terhubung dengan platform Blynk untuk menampilkan data volume sampah secara *real-time*. Sementara itu, Y. Bowo Widodo dkk. menggunakan mikrokontroler *WeMos D1 Mini* dan mengirimkan notifikasi melalui email ketika sampah telah mencapai batas 80%.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik secara umum adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair, dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa[13].

Sensor ultrasonik adalah jenis sensor nonkontak yang dapat digunakan untuk mengukur jarak serta kecepatan suatu benda. Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan sifat-sifat gelombang suara dengan frekuensi lebih besar daripada rentang suara manusia. Dengan menggunakan gelombang suara, sensor ultrasonik dapat mengukur jarak suatu objek (mirip dengan *SONAR*). Sifat *doppler* dari gelombang suara dapat digunakan untuk mengukur kecepatan suatu objek[14]. Gambar sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Sensor Ultrasonik

2.2.2 Tempat Sampah Otomatis

Tempat sampah otomatis merupakan pengembangan dari sistem tempat sampah konvensional yang dirancang untuk bekerja secara cerdas dan efisien menggunakan teknologi sensor dan *mikrokontroler*. Sistem ini memanfaatkan berbagai perangkat elektronik, seperti sensor ultrasonik, sensor PIR (*Passive Infrared*), mikrokontroler, motor servo, dan modul komunikasi nirkabel, untuk memantau dan mengelola limbah secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. Secara umum, Tempat sampah otomatis adalah sebuah perangkat berbasis teknologi yang dirancang untuk mempermudah proses pembuangan sampah secara higienis dan efisien. Umumnya, tempat sampah otomatis

menggunakan sensor (seperti sensor ultrasonik atau *infrared*) untuk mendeteksi keberadaan tangan atau objek di dekat penutup tempat sampah, yang kemudian akan membuka tutup secara otomatis. Teknologi ini bertujuan untuk mengurangi kontak langsung dengan tempat sampah serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kebersihan dan kesehatan[15].

2.2.3 *Internet Of Things*

Internet of Things (IOT) menurut Rekomendasi *ITU-T Y.2060* didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial. Jika ditinjau dari standarisasi secara teknik, *IoT* dapat digambarkan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi baik secara fisik dan *virtual* berdasarkan pada yang telah ada dan perkembangan informasi serta teknologi komunikasi (*ICT*)[16].

Internet Of Things (IOT) merujuk pada jaringan perangkat fisik, kendaraan, gedung, dan objek lainnya yang terhubung melalui internet dan dapat mengumpulkan serta bertukar data. Perangkat ini dilengkapi sensor, perangkat komunikasi, dan teknologi pemrosesan data yang memungkinkan mereka untuk berinteraksi dan saling bertukar informasi tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung[17].

IOT adalah konsep yang muncul saat semua alat dan layanan terhubung satu sama lain dengan mengumpulkan, bertukar, dan memproses data untuk beradaptasi secara dinamis. *IOT* dapat digambarkan sebagai penghubung objek sehari-hari, seperti *smartphone*, TV, sensor, dan *aktuator* ke internet tempat perangkat

dihubungkan bersama memungkinkan bentuk komunikasi baru antara objek dan orang-orang, atau antara objek itu sendiri[4]. Gambar *Internet Of Things* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Internet of Things*

2.2.4 *Whatsapp Geteway*

Whatsapp adalah aplikasi berbasis internet yang memudahkan penggunaanya dalam berkomunikasi melalui berbagai fitur yang disediakan. Aplikasi ini merupakan salah satu media sosial paling populer, dengan 83% dari 171 juta pengguna internet di Indonesia tercatat sebagai pengguna *Whatsapp*. *Whatsapp* merupakan sarana komunikasi yang memungkinkan pengguna untuk saling bertukar informasi, baik berupa pesan teks, gambar, video, maupun telpon. Dengan demikian, peneliti menyimpulkan bahwa *Whatsapp* adalah aplikasi pesan instan berbasis internet yang menawarkan kemudahan bagi penggunaanya melalui fitur-fitur yang disediakan. *Whatsapp* juga menjadi alat komunikasi yang sangat populer di kalangan masyarakat karena kemudahan di dalam penggunaanya[18].

Gateway adalah perangkat jaringan atau perangkat lunak yang berfungsi sebagai titik akses untuk menghubungkan suatu jaringan dengan jaringan lainnya. Perangkat ini memungkinkan integrasi antara jaringan lokal (LAN), seperti yang ada di rumah, dengan jaringan eksternal, seperti intern. *Gateway* digunakan untuk

memfasilitasi komunikasi antara perangkat atau jaringan berbeda, terutama ketika terdapat perbedaan protokol atau skema pengalamatan yang menghalangi komunikasi langsung. Dengan demikian, *Gateway* dapat diartikan sebagai "gerbang" yang menghubungkan dua jaringan [19]. Gambar *WhatsApp* dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 *WhatsApp*

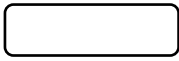





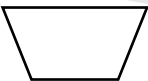
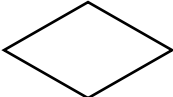
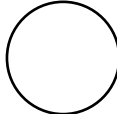
2.3 Permodelan

Secara umum, Secara umum, pemodelan adalah proses membuat objek atau relasi nyata menjadi lebih mudah dipahami oleh pihak yang berkepentingan, dengan menyajikannya dalam bentuk rangkaian persamaan matematika, visual, atau materi. Sebagian besar upaya teknologi bertujuan untuk mengubah model aplikasi menjadi sistem yang berfungsi, yang melibatkan pemodelan sistem. Pemodelan sistem harus memenuhi persyaratan yang komprehensif, mencakup gambaran setiap komponen yang akan diimplementasikan. Salah satu metode yang digunakan dalam pemodelan adalah flowchart.

Flowchart adalah cara penulisan algoritma menggunakan notasi bergambar. Flowchart menampilkan urutan atau langkah-langkah dari suatu program, hubungan antar proses, serta pernyataannya, yang digambarkan dengan simbol tertentu. Setiap simbol mewakili proses spesifik, sedangkan alur antar proses dihubungkan dengan garis penghubung, sehingga memudahkan pemahaman alur

kerja sistem secara keseluruhan[20]. Dengan menggunakan flowchart akan memudahkan untuk melakukan pengecekan bagian-bagian yang terlupakan dalam analisis masalah. Table 2.1 simbol-simbol *flowchart* dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 2. 1 Simbol-simbol *Flowchart*

No	Simbol	Keterangan
1.	Terminal 	Simbol untuk <i>start</i> atau <i>stop</i> dari suatu kegiatan
2.	Anak Panah 	Simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain
3.	Proses 	Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer
4.	<i>Input / Output</i> 	Simbol yang menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
5.	<i>Punch Card</i> 	Simbol yang menyatakan bahwa <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu
6.	Dokumen 	Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau <i>output</i> dicetak ke kertas
7.	<i>Manual operation</i> 	Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer
8.	Keputusan 	Simbol yang menunjukkan kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban yaitu ya dan tidak
9.	<i>Connector Symbol</i> 	Simbol untuk keluar masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang sama

2.4 Perangkat Lunak Pendukung

2.4.1 Perangkat Keras

Dalam sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT ini, berbagai komponen perangkat keras saling terhubung dan bekerja secara sinergis untuk menjalankan fungsinya. Berikut adalah relasi antar perangkat keras:

a. *NodeMCU*

NodeMCU adalah *platform IoT (Internet of Thing)* yang bersifat *open source*. *NodeMCU* merupakan *board* elektronik yang berbasis chip *ESP8266*. *NodeMCU* memiliki kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (*Wifi*). *NodeMCU* memiliki beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun *controlling* pada proyek *IoT*. *NodeMCU* juga bisa diprogram menggunakan *Arduino IDE*, *software* yang digunakan untuk memprogram *board Arduino*[21]. Gambar *NodeMCU* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *NodeMCU*

b. Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive Infrared*) adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan benda berdasarkan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia, hewan atau makhluk hidup lainnya. Prinsip kerja sensor PIR (*Passive Infrared*) didasarkan pada perubahan suhu yang dihasilkan oleh tubuh

manusia atau hewan saat bergerak atau makhluk hidup lainnya. Ketika tubuh bergerak, suhu tubuhnya akan berubah, dan sensor PIR akan mendeteksi perubahan ini sebagai *sinyal* Listrik[22]. Gambar sensor pir dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Sensor PIR

c. Motor Servo

Motor servo merupakan perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol *feedback loop* tertutup (*close loop*), sehingga dapat memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros *output* motor. Daya yang dimiliki motor servo bervariasi, mulai beberapa *watt* sampai ratusan *watt*. Motor servo berfungsi sebagai motor penggerak untuk membuka dan menutup tempat sampah[23]. Gambar motor servo dapat dilihat pada gambar 2.6 di bawah ini.

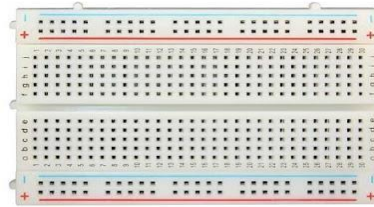


Gambar 2. 6 Motor Servo

d. Breadboard

Breadboard adalah *board* yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik tanpa harus merepotkan pengguna untuk menyolder. Biasanya

papan *breadboard* ini digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sementara untuk tujuan uji coba atau *prototype*[24]. Gambar *breadboard* dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2. 7 Breadboard

e. Kabel *Jumper*

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan *Arduino* tanpa memerlukan solder. Kabel *jumper* digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Kabel *jumper* biasanya digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya supaya lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. *Konektor* yang terdapat pada ujung kabel terdiri dari *konektor jantan (male connector)* dan *konektor betina (female connector)*[25]. Gambar kabel jumper dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2. 8 Kabel Jumper

2.4.2 Perangkat Lunak

Untuk mengimplementasikan sistem IoT pada tempat sampah pintar, digunakan beberapa komponen perangkat lunak:

a. arduino ide

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah aplikasi lintas platform yang digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino yang kompatibel. Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat *Sketct* pemrograman atau dengan kata lain *arduino IDE* sebagai media untuk pemograman pada *board* yang ingin deprogram[26]. Gambar *Software Arduinu IDE* dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini



Gambar 2. 9 software Arduino IDE

Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, mengupload ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu. *Arduino IDE* dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library C/C++(wiring)*, yang membuat *operasi input/output* lebih mudah[26]. Tampilan Arduino dapat dilihat pada gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2. 10 Tampilan Arduino

b. Fritzing

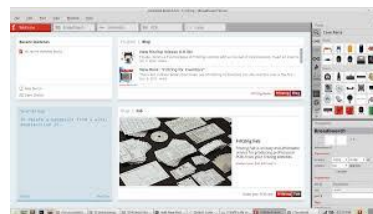
Fritzing adalah alat yang sangat berguna untuk merancang, mendokumentasikan, dan memvisualisasikan proyek elektronik. Dengan fitur untuk membuat *layout breadboard*, skematik, dan desain *PCB*, *Fritzing* membantu mempercepat proses pengembangan *prototype* dan memastikan dokumentasi yang rapi dan jelas[27]. Gambar 2.11 *software fritzing* dapat dilihat di bawah ini



Gambar 2. 11 *Software Fritzing*

Berikut adalah gambar 2.12 tampilan panduan *fritzing*, langkah demi langkah untuk membuat skematik menggunakan *fritzing*:

1. Instalasi *fritzing*
2. Memulai proyek baru
3. Menambahkan komponen
4. Merancang skematik
5. Hubungan komponen



Gambar 2. 12 Tampilan Panduan *Fritzing*

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Gambar Umum Objek Penelitian

3.1.1 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sistem pengelolaan sampah yang diterapkan di lingkungan MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo, Situbondo, Madrasah Tsanawiyah Salafiyah Syafi'iyah Putri merupakan salah satu lembaga pendidikan formal di bawah naungan Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo yang memiliki posisi sangat penting dan strategis dalam rangka ikut serta menyiapkan kader bangsa dan agama yang berkualitas dunia akhirat. Lembaga ini mulai berdiri pada tahun 1943 dengan kepala madrasah pertama Ustadz Abdus Syukur, BA. Beliau menjabat kepala madrasah atas intruksi KHR. As'ad Syamsul Arifin selaku pendiri dan pengasuh Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo. Setelah selama lima tahun menjabat kepala madrasah, selanjutnya kepemimpinan diteruskan oleh:

1. Nyai Hj. Zainiyah As'ad
2. Nyai Hj. Dra. Uswatun Hasanah Dhafir
3. Nyai Hj. Mas'udah Mu'is, BA
4. Dra. Kustutik Fatawi, M.Pd.I
5. Dra. Hasanah Thahir, M.Pd.I
6. Dra. Mu'ani
7. Dr. Rif'ah, M.Pd.I

Madrasah Tsanawiyah Salafiyah Syafi'iyah mempunyai dua program yakni program diniyah murni dan program umum/nasional. Dengan pertimbangan efektif dan efisien oleh pengurus yayasan, Madrasah Tsanawiyah Sal-Syaf Putri yang pada awalnya bergabung dengan putra (khusus program umum/nasional), semasa kepemimpinan Ustadzah Dra. Kustutik, M.Pd.I mulai dipisah putra dan putri secara legal dan formal yang dibuktikan dengan surat dari Departemen Agama Kanwil Jawa Timur Nomor: KW.13.4/4/PP.03.2/796/2005 tentang Penyerahan Piagam Pendidikan Madrasah dan Keputusan Kepala Kantor Wilayah Departemen Agama Provinsi Jawa Timur Nomor: KW.13.4/4/PP.03.2/976/SKP/2005 tentang Persetujuan Pendirian Madrasah Tsanawiyah Swasta di lingkungan Kantor Wilayah Departemen Agama Provinsi Jawa Timur.

Penelitian ini memfokuskan pada objek sistem tempat sampah otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dirancang menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, sensor PIR, sensor ultrasonik, serta motor servo dan notifikasi otomatis melalui *WhatsApp Gateway*. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan *efektivitas* pengelolaan sampah dengan memberikan informasi secara *real-time* kepada petugas kebersihan saat tempat sampah sudah penuh, sehingga dapat segera dilakukan pengosongan dan kebersihan lingkungan sekolah tetap terjaga.

3.1.2 Keadaan Sistem Yang Berjalan

Berdasarkan hasil wawancara yang diperoleh di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo dapat dilihat pada lampiran 3 dan 4, sistem pengelolaan sampah yang saat ini diterapkan di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo masih bersifat manual dan

belum menggunakan teknologi otomatisasi. Setiap kelas dan area umum di lingkungan sekolah telah disediakan tempat sampah sebagai sarana pembuangan limbah oleh siswa dan guru. Namun, proses pemantauan dan pengosongan tempat sampah masih dilakukan secara konvensional, di mana petugas kebersihan harus melakukan pengecekan secara langsung dan berkala terhadap setiap tempat sampah untuk mengetahui apakah sudah penuh atau belum. Ketika tempat sampah sudah penuh, barulah sampah dikumpulkan menggunakan gerobak sampah dan dibawa ke tempat pembuangan akhir di lingkungan sekolah.

3.1.3 Kelebihan Sistem

Sistem pengelolaan sampah memiliki beberapa kelebihan, antara lain mudah dilakukan tanpa memerlukan teknologi tambahan, sehingga prosesnya sederhana dan dapat langsung diterapkan oleh petugas kebersihan. Selain itu, biaya operasionalnya juga relatif rendah karena tidak memerlukan perangkat keras khusus atau sistem elektronik yang kompleks.

3.1.4 Kelemahan Sistem.

Sistem pengelolaan sampah memiliki beberapa kekurangan, di antaranya kurang efisien karena memerlukan pengecekan manual oleh petugas kebersihan, sering terjadi keterlambatan dalam pengosongan tempat sampah, serta tidak adanya sistem peringatan otomatis saat sampah sudah penuh, yang dapat menyebabkan penumpukan dan pencemaran lingkungan.

3.2 Alur Sistem

3.2.1 Identifikasi dan Analisis Proses Bisnis

Dalam rangka memperoleh data yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan

system, peneliti melakukan wawancara serta observasi langsung ke Lokasi penelitian yaitu MTs Salafiyah Syafiyah yang terletak di Kabupaten Situbondo. Kegiatan ini bertujuan untuk memahami kondisi di lapangan, mengidentifikasi permasalahan terkait pengelolaan sampah, serta mengumpulkan informasi penting yang dapat dijadikan dasar dalam perancangan sistem. Hasil dari kegiatan ini menjadi landasan dalam melakukan identifikasi dan analisis proses bisnis yang berkaitan dengan sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT*. Berikut adalah identifikasi dan analisis proses bisnis terkait:

a. Identifikasi proses bisnis

Mengidentifikasi proses kegiatan yang berkaitan dengan sistem tempat sampah otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dirancang pada penelitian ini terdiri dari tiga proses utama, yaitu:

1. Deteksi Tingkat kepenuhan sampah.
2. Membuka dan menutup tutup tempat sampah otomatis.
3. Mengirim notifikasi ke whatsapp petugas.

b. Analisis proses bisnis

Analisis sistem atau proses bisnis adalah langkah untuk memahami dan menguraikan sistem yang ada menjadi bagian-bagian yang lebih jelas. Tujuan utamanya adalah untuk mengetahui masalah, hambatan, peluang, dan kebutuhan dalam sistem yang sedang berjalan. Dengan analisis ini, dapat ditemukan solusi yang lebih tepat dan efisien. Pada penelitian ini, fokus analisis proses bisnis adalah pada sistem pengelolaan sampah di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo, sebagai dasar perancangan sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan

notifikasi *WhatsApp Gateway*. Berikut adalah hasil analisis proses bisnisnya:

1. Deteksi tingkat kepenuhan sampah.

Sensor ultrasonik yang dipasang secara horizontal pada bagian atas dalam tempat sampah memiliki fungsi utama sebagai pendeteksi tingkat kepenuhan sampah secara otomatis tanpa intervensi manusia. Sensor ini bekerja dengan cara mengirimkan gelombang ultrasonik ke arah permukaan sampah, kemudian menangkap kembali gelombang pantul yang diterima untuk mengukur jarak antara sensor dan sampah yang ada di dalam wadah. Proses pengukuran ini berlangsung secara berkala dan berulang untuk memastikan bahwa data yang diperoleh akurat dan *real-time*. Data jarak yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan ke mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, yang telah diprogram dengan ambang batas tertentu sebagai parameter kepenuhan, misalnya jika tinggi tempat sampah adalah 50 cm, maka sistem akan menganggap penuh jika sampah hanya menyisakan ruang 10 cm dari tutup. Dengan kata lain, jika hasil pengukuran sensor menunjukkan jarak antara permukaan sampah dengan sensor kurang dari atau sama dengan 10 cm, maka *NodeMCU* akan secara otomatis menandai kondisi tempat sampah sebagai “penuh” dan memicu tindakan selanjutnya dalam sistem. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis, efisien, dan tepat waktu guna membantu proses pengelolaan sampah agar dapat dilakukan lebih akurat dan *responsif*, sekaligus meminimalisir keterlambatan pengosongan tempat sampah oleh petugas kebersihan.

2. Membuka dan menutup tutup tempat sampah otomatis.

Sensor *PIR (Passive Infrared)* dalam sistem ini berfungsi sebagai alat pendeteksi keberadaan atau gerakan tangan pengguna di sekitar area atas tempat sampah, khususnya ketika seseorang hendak membuang sampah. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan suhu akibat kehadiran objek hidup, seperti tangan manusia, yang berada dalam jangkauan deteksinya. Ketika sensor *PIR* menangkap adanya pergerakan atau kehadiran tangan dalam jarak tertentu, sensor akan segera mengirimkan sinyal ke mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengaktifkan motor servo, yaitu aktuator yang berfungsi untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Gerakan motor servo ini dirancang agar tutup tempat sampah membuka ke atas dengan sudut tertentu yang memungkinkan pengguna membuang sampah tanpa harus menyentuh permukaan tempat sampah secara langsung, sehingga lebih higienis dan praktis. Setelah jeda waktu yang telah ditentukan dalam pemrograman sistem biasanya antara 3 hingga 5 detik motor servo akan kembali bergerak untuk menutup tutup secara otomatis, memastikan bahwa tempat sampah tetap tertutup rapat untuk menghindari bau tidak sedap atau gangguan serangga. Seluruh proses ini berlangsung cepat, *responsif*, dan tanpa perlu adanya sentuhan fisik dari pengguna, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mendukung pola hidup bersih dan sehat di lingkungan sekolah.

3. Mengirim notifikasi ke whatsapp petugas.

Jika sensor ultrasonik mendeteksi bahwa *volume* sampah di dalam tempat sampah telah mencapai ambang batas yang ditentukan misalnya jarak antara

tutup dan permukaan sampah tersisa 10 cm atau kurang maka sistem akan secara otomatis mengaktifkan proses pengiriman notifikasi melalui *WhatsApp Gateway* ke nomor telepon petugas kebersihan yang telah didaftarkan sebelumnya. Proses pengiriman notifikasi ini difasilitasi oleh mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* yang terhubung ke jaringan internet, dan telah diprogram untuk melakukan komunikasi dengan *API* dari layanan *WhatsApp Gateway* secara *real-time*. Pesan yang dikirimkan tidak hanya berisi informasi umum, tetapi juga mencakup data penting seperti lokasi tempat sampah, waktu terdeteksinya kondisi penuh, serta peringatan agar segera dilakukan pengosongan. Dengan adanya notifikasi otomatis ini, petugas tidak perlu melakukan pengecekan fisik ke setiap titik secara manual, sehingga dapat menghemat waktu, tenaga, dan memastikan penanganan sampah dilakukan tepat waktu sebelum sampah meluber atau menyebabkan pencemaran lingkungan.

3.2.2 Identifikasi dan Analisis Kebutuhan

Setelah dilakukan identifikasi dan analisis proses bisnis, langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi serta analisis kebutuhan sistem. Tahapan ini bertujuan untuk merinci kebutuhan-kebutuhan penting yang diperlukan dalam perancangan sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT*, baik dari sisi kebutuhan fungsional maupun non-fungsional. Analisis ini dilakukan agar sistem dapat berjalan secara optimal, sesuai dengan tujuan utama dari pengembangan alat, yaitu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan memberikan notifikasi otomatis melalui *WhatsApp* kepada petugas kebersihan.

a. Identifikasi dan kebutuhan fungsional

Identifikasi dan kebutuhan fungsional merupakan tahap penting dalam proses perancangan sistem, yang bertujuan untuk merinci berbagai fungsi atau kapabilitas yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan awal pengembangan. Berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, wawancara dengan petugas kebersihan, serta analisis terhadap sistem eksisting yang masih bersifat manual, maka ditentukan bahwa sistem tempat sampah otomatis ini harus memiliki beberapa kemampuan utama.

1. Deteksi kepenuhan sampah

Sistem ini mampu melakukan pemantauan tingkat kepenuhan sampah secara otomatis dan *real-time*, di mana sensor ultrasonik berperan dalam mengukur jarak antara tutup tempat sampah dengan permukaan sampah secara berkala. Jika sensor mendeteksi bahwa sampah hampir penuh, maka sistem harus secara otomatis menandai kondisi tersebut dan siap untuk memicu proses pemberitahuan.

2. Membuka dan menutup tutup tempat sampah otomatis

Sistem ini juga dapat menjalankan fungsi pembukaan dan penutupan tutup tempat sampah secara otomatis. Fungsi ini dijalankan melalui deteksi gerakan menggunakan sensor *PIR* yang mendeteksi keberadaan tangan di atas tutup tempat sampah. Ketika ada gerakan terdeteksi, sistem akan mengaktifkan motor servo untuk membuka tutup selama beberapa detik dan kemudian menutupnya kembali, sehingga pengguna dapat membuang sampah tanpa menyentuh tempat sampah secara langsung.

3. Mengirim notifikasi *whatsapp* ke petugas

Sistem ini memiliki kemampuan untuk mengirimkan notifikasi otomatis kepada petugas kebersihan melalui *WhatsApp Gateway*, ketika *volume* sampah sudah melebihi ambang batas tertentu. Notifikasi ini harus dikirim secara *real-time* dan berisi informasi yang lengkap, seperti lokasi tempat sampah, waktu terdeteksi penuh, dan himbauan untuk segera melakukan pengosongan. Selain itu, sistem juga sebaiknya menyediakan fitur akses pemantauan data melalui *dashboard*, agar pengguna atau pengelola dapat melihat histori pengosongan atau status terkini dari seluruh tempat sampah yang terpasang sistem serupa. Dengan terpenuhinya kebutuhan fungsional tersebut, sistem ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan sampah yang lebih cerdas, *efisien*, hemat tenaga, serta mendukung terciptanya lingkungan sekolah yang bersih, sehat, dan modern.

b. Analisis kebutuhan fungsional

Analisis kebutuhan fungsional bertujuan untuk merinci fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat beroperasi sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Kebutuhan ini diidentifikasi berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan petugas kebersihan, serta analisis permasalahan pada sistem pengelolaan sampah yang masih manual di MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo, Sebagaimana Tabel 3.1 berikut menyajikan daftar kebutuhan fungsional.

Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Gambar	Perangkat lunak	Keterangan
1		Arduino IDE	IDE utama yang digunakan untuk mengembangkan dan mengunggah kode ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266
2		Fritzing	<i>Software EDA open-source</i> untuk membuat diagram breadboard, skema rangkaian, dan layout <i>PCB</i> . Cocok untuk dokumentasi <i>prototipe</i>
3	 WhatsApp	Whatsapp Gateway API	Layanan atau <i>API</i> (seperti <i>WhatsApp Business API / Cloud API</i>) yang memungkinkan sistem mengirim notifikasi otomatis ke <i>WhatsApp</i> petugas kebersihan



c. Analisis kebutuhan non fungsional

Kebutuhan non fungsional adalah perangkat pendukung dengan spesifikasi minimal yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini. Berikut adalah perangkat-perangkat yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian tentang implementasi sensor ultrasonik pada katak sampah otomatis berbasis *iot* dengan notifikasi *WhatsApp gateway*, sebagaimana tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Gambar	Perangkat Keras	Keterangan
1		<i>NudeMCU</i>	Mikrokontroler utama yang mengotrol seluruh alur kerja sistem dan mengirim notifikasi ke <i>WhatsApp</i>
2		Sensor Ultrasonik	Untuk mendeteksi Tingkat kepenuhan sampah

Tabel 3.2 (Lanjutan)

3		Sensor <i>PIR</i>	Mendeteksi apakah ada pergerakan manusia
4		Motor Servo	Penggerak unruk membuka dan menutup tempat sampah

3.2.3 Identifikasi dan Analisis Alternatif Solusi

a. Identifikasi Alternatif Solusi

Pada bagian ini menjelaskan identifikasi dan analisis alternatif solusi yaitu menjelaskan tentang kebutuhan sistem operasi, bahasa program serta aplikasi yang di gunakan

Tabel 3. 3 Identifikasi Alternatif Solusi

Komponen	Alternatif I	Alternatif II	Keterangan
Mikrokontroler	NodeMCU eps8266	ESP32	ESP32 memiliki performa lebih tinggi dan konektivitas Wi-Fi lebih stabil
Sensor ultrasonik		JSN-SR04T	Tipe JSN-SR04T tahan air, cocok untuk penggunaan di luar ruangan
Aktuator servo motor		Motor Servo MG996R	Memiliki torsi besar, mampu mengangkat tutup tempat sampah
Sistem notifikasi	Blynk	Whatsapp gateway	<i>WhatsApp Gateway</i> lebih cepat dan langsung diterima petugas

b. Analisis Kelayakan Alternatif Solusi

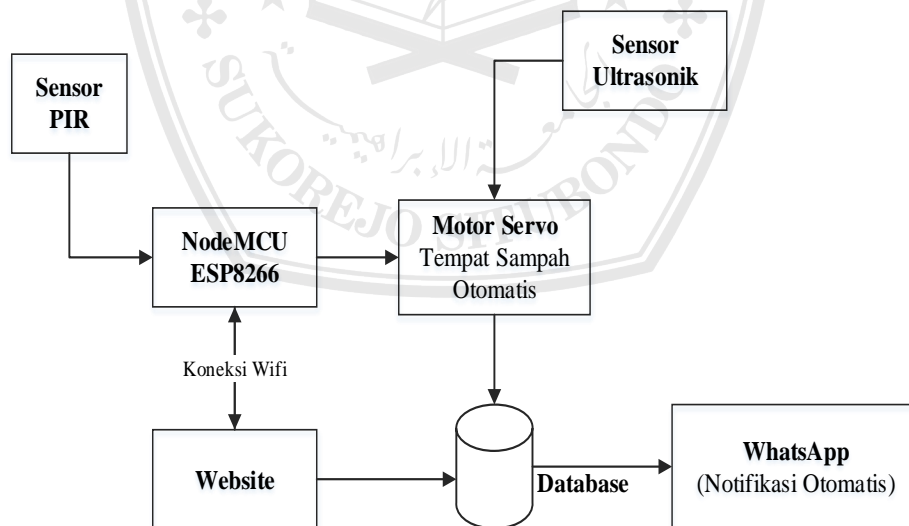
Pada bagian ini menjelaskan kelayakan alternatif solusi, yaitu berfungsi untuk menganalisa sistem informasi yang akan dibuat dari dokumen-dokumen yang telah di peroleh dari tempat penelitian.

Tabel 3. 4 Kelayakan Alternatif Solusi

Kreteria kelayakan	Bobot (%)	Alternatif I	Alternatif II
Fungsionalitas sistem	30%	Deteksi dan notifikasi dasar (melalui email/Blynk	Lengkap: deteksi, buka tutup otomatis, notifikasi WA
Kemudahan implementasi	25%	Lebih mudah dipasang dan diprogram	Perlu skill lebih pada integrasi API WhatsApp
Efisiensi biaya	20%	Biaya rendah komponen dasar dan umum	Biaya lebih tinggi karena komponen berkualitas
Kemudahan perawatan	15%	Cukup modular	Sangat modular dan siap untuk multi-perangkat
Ketahanan lingkungan	10%	Kurang tahan cuaca	Tahan terhadap cuaca luar, air, dan debu

3.3 Desain Sistem

3.3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

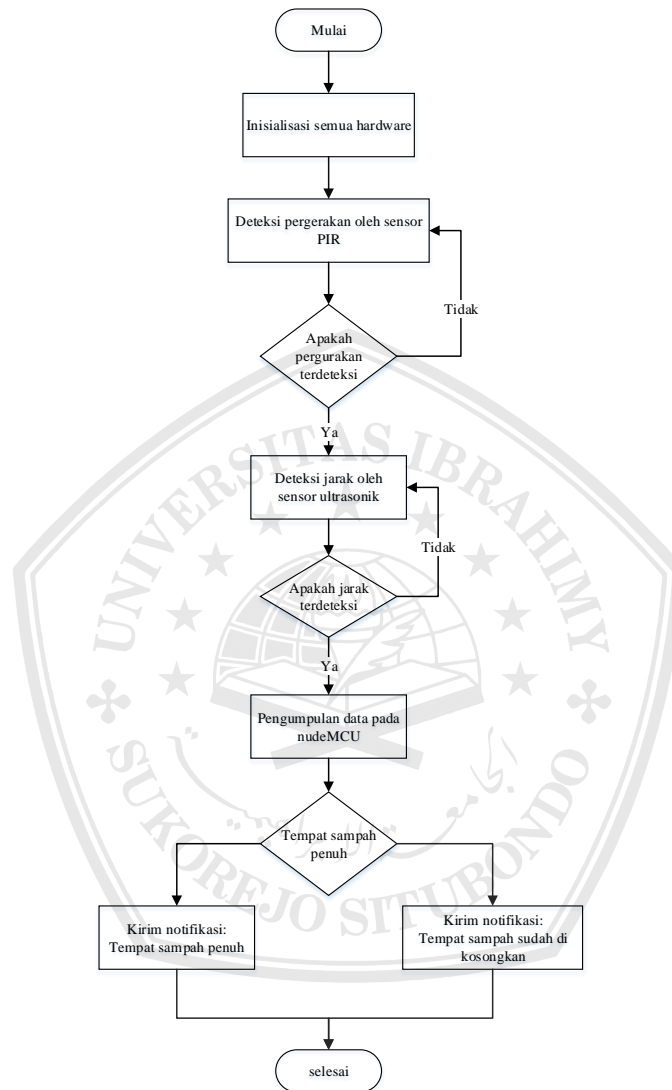
Pada Gambar 3.1 ditampilkan diagram blok sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan notifikasi *WhatsApp*. Sistem ini bekerja menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan tangan pengguna. Saat gerakan terdeteksi, sinyal

dikirim ke mikrokontroler *ESP32*, yang kemudian memerintahkan motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Beberapa saat setelah itu, tutup akan menutup kembali secara otomatis. Selain itu, sistem juga dilengkapi sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian sampah. Jika ketinggian sampah telah mencapai batas penuh, *ESP32* akan mengirimkan notifikasi melalui *WhatsApp Gateway* ke petugas kebersihan. Dengan alur kerja ini, sistem mampu membantu pengelolaan sampah secara otomatis, efisien, dan responsif.

3.3.2 Desain Proses

Flowchart pada Gambar 3.2 menjelaskan alur kerja sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT dengan notifikasi *WhatsApp Gateway*, dimulai dari mengaktifkan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian melakukan inisialisasi semua hardware seperti *NodeMCU*, sensor *PIR*, sensor ultrasonik, motor servo, dan modul *WhatsApp Gateway* agar siap digunakan. Selanjutnya, sensor *PIR* mendeteksi adanya pergerakan tangan atau objek di dekat tempat sampah, di mana jika tidak terdeteksi pergerakan sistem akan kembali menunggu, sedangkan jika terdeteksi, motor servo akan membuka tutup tempat sampah. Setelah itu, sensor ultrasonik mengukur jarak antara tutup dan permukaan sampah untuk mengetahui tingkat kepenuhan; jika tidak penuh maka tutup akan kembali menutup dan sistem kembali ke mode siaga, namun jika penuh, data hasil deteksi dikirim ke *NodeMCU* untuk diproses. *NodeMCU* kemudian mengidentifikasi kondisi penuh tersebut dan mengirimkan notifikasi melalui *WhatsApp Gateway* kepada petugas kebersihan yang berisi informasi lokasi serta

waktu terdeteksi penuh. Setelah pengiriman pesan, proses dinyatakan selesai dan sistem kembali ke kondisi siaga untuk memantau pergerakan berikutnya.



Gambar 3.2 Flowchart Sistem

3.3.3 Ilustrasi Desain

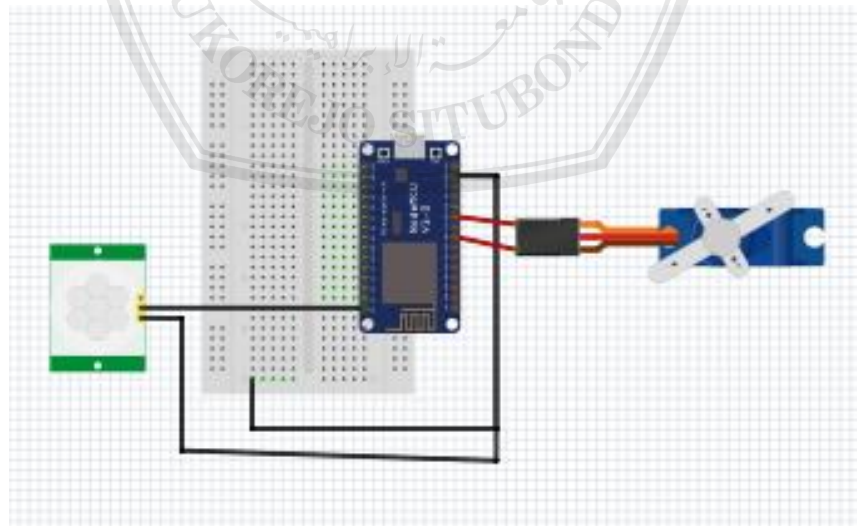
a. Ilustrasi Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras adalah tahapan penting dalam membangun sistem otomatisasi. Dalam perancangan ini, sistem tempat sampah otomatis dibagi ke dalam tiga bagian utama: ilustrasi deteksi gerakan dan buka tutup

otomatis, ilustrasi pemantauan *volume* sampah, serta ilustrasi keseluruhan sistem perangkat keras.

1. Deteksi Gerakan dan Tutup Otomatis

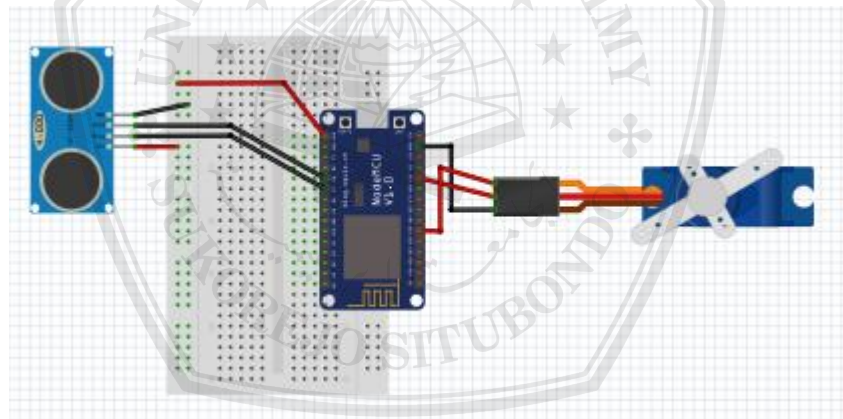
Skema alat pada Gambar 3.3 menunjukkan perancangan sistem deteksi gerakan tangan dan mekanisme buka-tutup otomatis pada tempat sampah. Sistem ini menggunakan sensor *PIR* untuk mendeteksi gerakan tangan ketika pengguna mendekat. Sinyal dari sensor *PIR* dikirim ke mikrokontroler *ESP32*, yang selanjutnya memerintahkan motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Setelah jeda beberapa detik, tutup akan kembali tertutup. Motor servo digunakan karena mampu menggerakkan penutup dengan torsi yang cukup kuat. Rangkaian ini memungkinkan proses pembuangan sampah dilakukan tanpa kontak langsung, sehingga lebih higienis dan modern.



Gambar 3. 3 Deteksi Gerak dan Tutup Otomatis

2. Pemantauan Volume Sampah

Skema pada Gambar 3.4 merupakan bagian dari sistem yang digunakan untuk memantau tingkat kepenuhan sampah dalam wadah. Sensor ultrasonik yang tahan air dipasang di bagian atas tutup menghadap ke dalam, berfungsi mengukur jarak antara sensor dan permukaan sampah. Nilai jarak ini diolah oleh *ESP32* untuk mengetahui apakah tempat sampah sudah penuh atau belum. Jika terdeteksi penuh, data akan diproses dan notifikasi dikirim melalui *WhatsApp Gateway API*. Sistem ini membantu petugas kebersihan mengetahui kapan tempat sampah harus segera dikosongkan tanpa perlu mengecek secara manual.

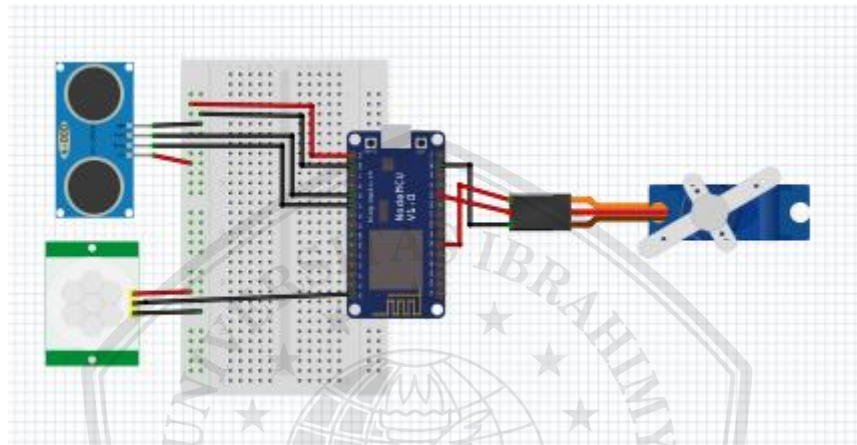


Gambar 3. 4 Pemantauan Volume Sampah

3. Keseluruhan Alat

Desain pada Gambar 3.5 adalah ilustrasi lengkap dari sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan notifikasi *WhatsApp*. Desain mencakup seluruh komponen mulai dari *ESP32*, sensor *PIR*, sensor ultrasonik, hingga motor servo yang semuanya terintegrasi dalam satu sistem. Mikrokontroler *ESP32* juga berfungsi sebagai penghubung ke jaringan internet melalui Wi-Fi, yang

memfasilitasi pengiriman notifikasi ke *WhatsApp* petugas kebersihan. Seluruh sistem dirancang secara modular dan ringkas, serta diimplementasikan pada *prototipe* berskala 1:2. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan kebersihan di area sekolah dengan pengelolaan sampah yang lebih cerdas dan responsif.



Gambar 3. 5 Keseluruhan Alat Tempat Sampah Otomatis

BAB IV

IMPLEMENTASI SISTEM

4.1 Konstruksi Sistem

4.1.1 Kebutuhan Sistem

Untuk menunjang kebutuhan sistem yang dirancang, dibutuhkan beberapa komponen yang sangat berperan terhadap kebutuhan sistem. Berikut ini beberapa komponen yang dibutuhkan sistem agar dapat beroperasi dengan baik:

a. *Hardware*

Komponen *hardware* ini merupakan komponen yang sangat diperlukan dalam mewujudkan sistem. Dalam hal ini spesifikasi *hardware* yang dibutuhkan adalah sebagaimana berikut:

1. *Eps32*
2. Sensor ultrasonic
3. Sensor pir
4. Motor servo
5. kabel USB untuk menghubungkan *Eps32*
6. Tempat sampah

b. *Software*

Selain itu juga diperlukan komponen *software* dalam pembuatan sistem.

Berikut ini beberapa *software* yang diperlukan:

1. Arduino *IDE*
2. *Fritzing*
3. *WhatsApp Gateway*

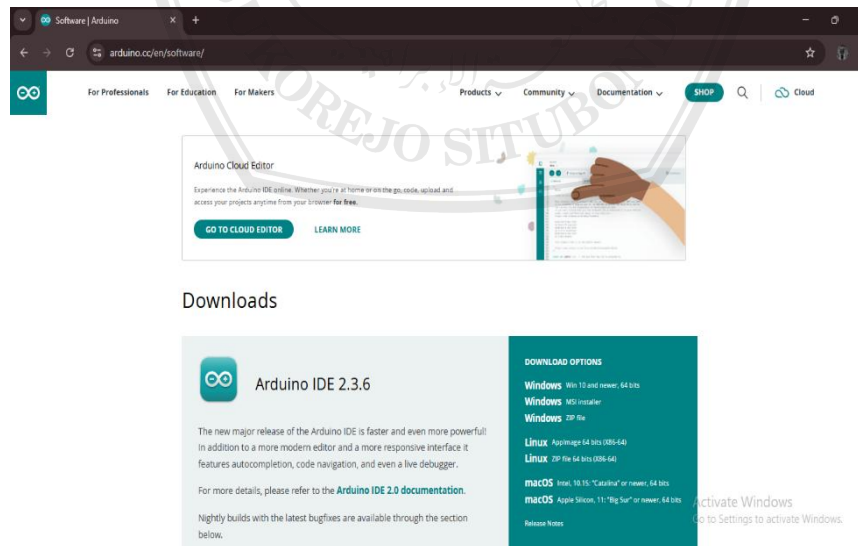
4.1.2 Instalasi Sistem

Instalasi sistem adalah proses mengatur dan memasang perangkat lunak atau sistem operasi pada perangkat keras komputer atau server. Dalam tempat sampah otomatis berbasis *IoT*, instalasi dimulai dengan mengunduh dan memasang *Arduino IDE* sebagai perangkat lunak pemrograman utama. Berikut ini beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melakukan instalasi pada sistem keamanan pintu ruang server.

a. Instalasi software

1. Download File Software Arduino IDE Untuk Windows

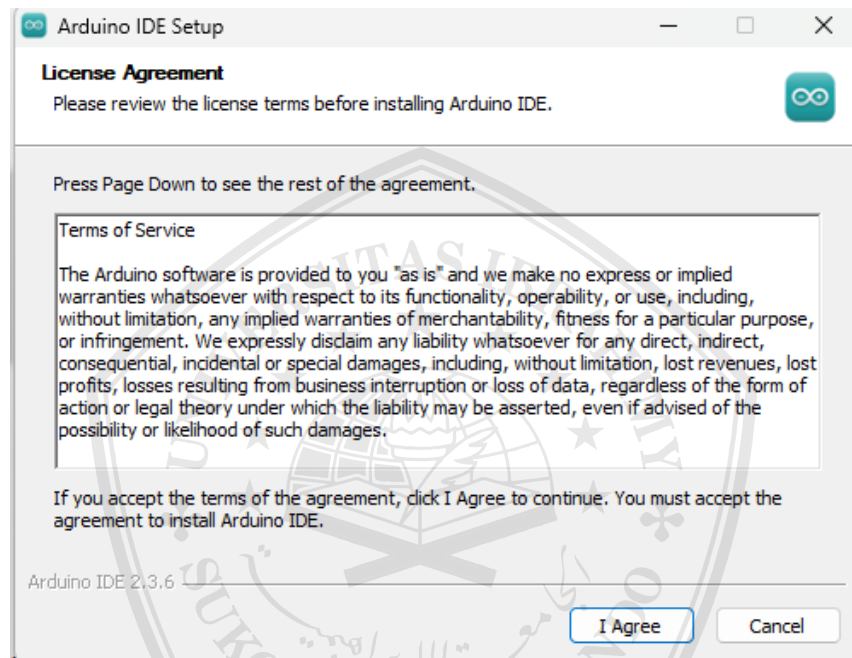
Pada laman download *software* IDE Arduino, pilih **Windows Installer**. Kemudian akan tampil pilihan *download*. Klik **Just Download** atau **Contribute** dan **Download** untuk donasi. Laman *download software* seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Dowload Software Arduino ID

2. Instal Software Ide Arduino

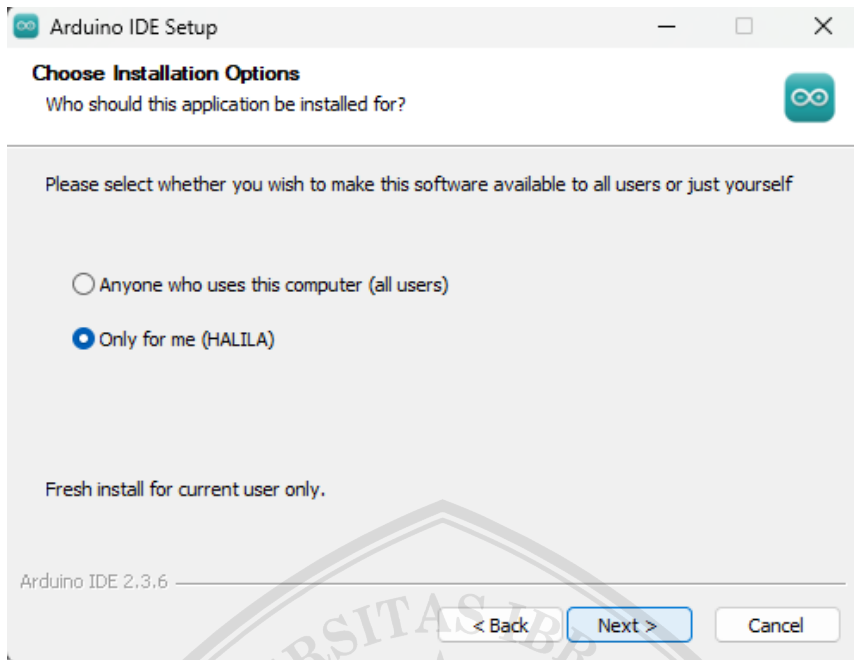
Setelah selesai *download*, buka *file* kemudian akan muncul **License Agreement** atau Persetujuan Instalasi, klik **I Agree** untuk memulai penginstalan. Persetujuan instalasi *Software* IDE Arduino seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.2 Instal Software Arduino IDE

3. Pilihan Opsi Instalasi

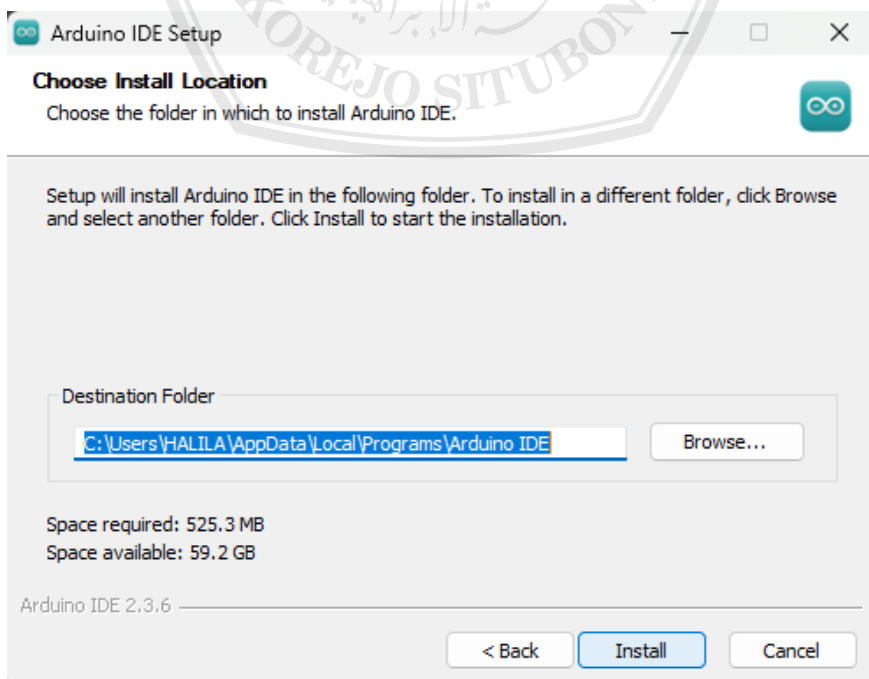
Untuk *installation options* pilih pilihan opsi instalasi seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4. 3 Pilih Opsi

4. Pilih Folder

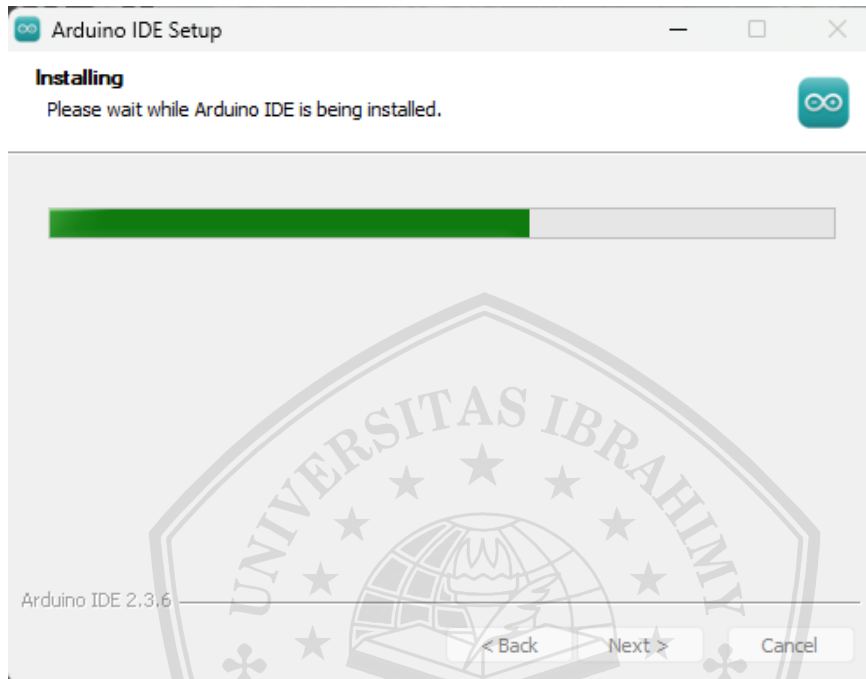
*Instalasi folder untuk memilih folder tempat penyimpanan program Arduino lalu klik tombol install untuk memulai proses instalasi *software* seperti gambar di bawah ini.*



Gambar 4. 4 Pilih Folder Penyimpanan

5. Proses Instalasi Selesai

Setelah selesai silahkan klik finish seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 5 Proses Instalasi

4.1.3 Segmen Program

setelah melakukan *instalasi software* Arduino IDE, maka langkah selanjutnya adalah mengunggah (*upload*) program atau kode ke perangkat mikrokontroler. Proses ini dilakukan agar sistem dapat bekerja sesuai fungsi yang telah dirancang. Beberapa langkah yang dilakukan untuk proses *upload* program ke dalam *board* mikrokontroler adalah sebagai berikut:

a. Menambahkan *Library*

Segmen Program 4. 1 *Library*

1	<code>#include <WiFi.h></code>
2	<code>#include <HTTPClient.h></code>
3	<code>#include <ESP32Servo.h></code>

Segmen program 4.1 (Lanjutan)

```

4
5 #define TRIG1 5
6 #define ECHO1 18
7 #define TRIG2 19
8 #define ECHO2 21
9 #define SERVO_PIN 23

```

Pada segmen awal program ini dilakukan *import* beberapa *library* penting dan pendefinisian pin-pin yang akan digunakan dalam sistem tempat sampah otomatis berbasis ESP32. *Library WiFi.h* digunakan agar mikrokontroler dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi sebagai dasar untuk mengirimkan notifikasi melalui *WhatsApp Gateway*. *Library HTTPClient.h* memungkinkan ESP32 melakukan komunikasi HTTP dengan server API. Sementara itu, *ESP32Servo.h* berfungsi untuk mengontrol motor servo pada sistem buka tutup otomatis. Setelah itu, dilakukan pendefinisian pin menggunakan perintah *#define*, seperti *TRIG1* dan *ECHO1* untuk sensor ultrasonik pertama yang digunakan mendeteksi tangan pengguna, *TRIG2* dan *ECHO2* untuk sensor ultrasonik kedua yang memantau *volume* sampah dalam wadah, serta *SERVO_PIN* untuk pin output menuju motor servo. Pendefinisian ini memudahkan pengaturan logika sistem berdasarkan input dari sensor serta aksi yang dikendalikan oleh mikrokontroler secara otomatis.

b. Pengaturan Koneksi Wi-Fi dan Token *WhatsApp Gateway***Segmen Program 4. 2 Koneksi Wifi**

```

1 const char* ssid = "What is your Wi-Fi name"; // nama wifi
2 const char* password = "your wifi password"; //password
3
4 // Token Wablas
5 String token =
6 "MZzDekiLNV39iCUgyprxZrgFkACFpIf57fv4rhzrvypDR6ECIqh9RSA";
7 String secret = "vOuj15J4"; // gunakan secret key jika perlu
8 String nomorTujuan = "00000000000000"; // nomor tujuan WA

```

Pada bagian ini dilakukan pendefinisian parameter koneksi jaringan Wi-Fi dan autentikasi *WhatsApp Gateway API*. Baris *const char ssid* dan *const char password* digunakan untuk menyimpan nama jaringan Wi-Fi dan kata sandi yang akan digunakan oleh *ESP32* untuk terhubung ke internet. Data ini bersifat sensitif dan biasanya disesuaikan sesuai dengan jaringan lokal tempat alat dijalankan. Selanjutnya, *String token* menyimpan token *API* yang diperoleh dari layanan *WhatsApp Gateway* (misalnya *Wablas*), yang digunakan untuk proses autentikasi saat mengirimkan pesan melalui server. Jika diperlukan pengamanan tambahan, disediakan juga variabel *String secret* sebagai *secret key*. Terakhir, *String nomorTujuan* digunakan untuk menentukan nomor *WhatsApp* tujuan yang akan menerima notifikasi ketika *volume* sampah sudah penuh. Seluruh parameter ini akan digunakan dalam proses komunikasi *HTTP* yang dilakukan *ESP32* untuk menjalankan fungsi notifikasi secara otomatis.

c. Mengukur Apakah Tempat Sampah Sudah Penuh Atau Belum

Segmen Program 4. 3 Jarak Isi Sampah

```

1 void loop() {
2   float jarakDepan = bacaJarak(TRIG1, ECHO1);
3   float jarakIsi = bacaJarak(TRIG2, ECHO2);
4
5   Serial.println("📏 Jarak depan: " + String(jarakDepan));
6   Serial.println("🗑️ Isi sampah : " + String(jarakIsi));

```

Pada bagian fungsi *loop()*, sistem secara kontinu melakukan pembacaan dua buah sensor ultrasonik. Pertama, variabel *jarakDepan* menyimpan hasil pembacaan dari sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan tangan pengguna di depan tempat sampah. Kedua, perintah *float jarakIsi = bacaJarak(TRIG2, ECHO2);* digunakan untuk membaca jarak antara sensor ultrasonik dan permukaan sampah di dalam tempat sampah. Nilai jarak ini akan

menjadi indikator apakah tempat sampah sudah penuh atau belum. Sensor ini diletakkan di bagian dalam tutup tempat sampah dan diarahkan ke bawah. Nilai-nilai hasil pembacaan ditampilkan pada Serial Monitor dengan format yang memudahkan debugging dan pemantauan proses secara langsung.

d. Buka-Tutup Tutup Tempat Sampah Otomatis

Segmen Program 4. 4 Buka-Tutup Tempat Sampah

```

1  if (jarakDepan < 20) {
2    tutup.write(65); // buka
3    delay(3000);
4    tutup.write(5); // tutup
5  }

```

Kode di atas merupakan logika utama untuk mengontrol mekanisme buka-tutup tutup tempat sampah otomatis. Sistem menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan tangan pengguna di depan tempat sampah. Ketika jarak antara objek (tangan) dan sensor kurang dari 20 cm ($\text{jarakDepan} < 20$), sistem menganggap bahwa pengguna ingin membuang sampah. Sebagai respons, motor servo diperintahkan untuk membuka tutup dengan perintah `tutup.write(65);`, yang akan menggerakkan tutup ke posisi terbuka. Setelah terbuka selama 3 detik (`delay(3000);`), servo akan menggerakkan kembali ke posisi semula untuk menutup dengan perintah `tutup.write(5);`. Nilai sudut ini dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan fisik alat. Dengan sistem ini, tempat sampah dapat digunakan tanpa sentuhan langsung, sehingga lebih higienis.

e. Notifikasi WhatsApp

Segmen Program 4. 5 Notifikasi Ke WhatsApp

```

1  if (jarakIsi < 10 && !sudahDikirim) {
2    kirimPesanWA("👉 Tempat sampah sudah penuh.");
3    sudahDikirim = true;
4  }

```

Fitur ini memungkinkan sistem mengirimkan pesan otomatis ke *WhatsApp* petugas kebersihan saat tempat sampah telah penuh. Sistem akan membaca jarak antara sensor ultrasonik dan permukaan sampah. Jika nilai jarakIsi lebih kecil dari batas ambang (misalnya <10 cm), maka sistem akan memicu fungsi kirimPesanWA() yang berisi pesan “🗑️ Tempat sampah sudah penuh”. Fungsi kirimPesanWA() menggunakan protokol HTTP untuk terhubung ke API layanan Wablas, yang menyediakan fitur *WhatsApp Gateway*. Dengan menggunakan HTTPClient, sistem mengirimkan data seperti nomor tujuan dan isi pesan dalam format POST ke endpoint <https://sby.wablas.com/api/send-message>. Pesan dikirim hanya satu kali setiap kali tempat sampah penuh, dan akan di-reset (sudahDikirim = false) jika kondisi tempat sampah kembali kosong.

4.2 Skenario Pengujian

Skenario pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengujian yang disesuaikan dengan spesifikasi sistem yang telah ditetapkan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi teknis serta memenuhi kebutuhan yang telah dirancang sebelumnya. Melalui pengujian ini, setiap fungsi utama sistem, mulai dari deteksi pergerakan, pembukaan dan penutupan tutup otomatis, pengukuran tingkat kepenuhan sampah, hingga pengiriman notifikasi *WhatsApp*, diuji secara menyeluruh untuk memverifikasi kinerja dan keandalan sistem sebelum diterapkan di lingkungan MTs Salafiyah Syafiyah.

a. Pengujian Motor Servo

Berikut ini adalah skenario pengujian pada perangkat motor servo saat sistem mulai dijalankan pada tempat sampah otomatis seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4. 1 Skenario Pengujian Motor Servo

Komponen Uji	Motor Servo
Input	Sensor PIR mendeteksi pergerakan
Output yang diharapkan	Servo membuka tutup tempat sampah
Hasil aktual	Tutup tempat sampah terbuka setelah sensor PIR mendeteksi pergerakan
Status	Berhasil

b. Pengujian Sensor Ultrasonik

Berikut ini adalah skenario pengujian pada perangkat sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4. 2 Skenario Pengujian Sensor Ultrasonik

Komponen Uji	Sensor Ultrasonik
Input	Objek (sampah) mendekati ambang batas jarak
Output yang diharapkan	Sistem mengenali kondisi penuh
Hasil aktual	Sistem berhasil mendeteksi ketika jarak ≤ 10 cm dan mengubah status menjadi "penuh"
Status	Berhasil

c. Pengujian Notifikasi *WhatsApp*

Berikut ini adalah skenario pengujian pada modul notifikasi *WhatsApp* saat tempat sampah terdeteksi penuh seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4. 3 Skenario Pengujian Notifikasi *WhatsApp*

Komponen Uji	Whatsapp Gateway
Input	Status “penuh” dari sensor ultrasonik
Output yang diharapkan	Pesan notifikasi terkirim ke WhatsApp petugas kebersihan
Hasil aktual	Pesan notifikasi terkirim sesuai format dan diterima oleh nomor tujuan
Status	Berhasil

4.3 Pengujian

Setelah seluruh tahap perakitan komponen dan pemrograman sistem selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menerapkan pengujian sistem secara menyeluruh. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen perangkat keras dan perangkat lunak dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Tahap ini juga berperan penting untuk mengidentifikasi adanya kesalahan atau kekurangan pada sistem, sehingga dapat dilakukan perbaikan maupun penyempurnaan sebelum sistem benar-benar diterapkan di lingkungan operasional.

4.3.1 Cara Kerja Sistem

Sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan notifikasi *WhatsApp Gateway* ini bekerja dengan menggunakan sensor *PIR* sebagai pendeteksi pergerakan dan *NodeMCU ESP8266* sebagai pengendali utama. Saat sistem dinyalakan, *NodeMCU* akan menginisialisasi semua komponen seperti sensor *PIR*, sensor ultrasonik, motor servo, serta modul *WhatsApp Gateway*. Ketika tangan atau objek berada di dekat sensor *PIR*, sistem akan membaca sinyal deteksi dari sensor tersebut. Sinyal ini kemudian diproses dan dibandingkan dengan kondisi yang telah

diprogram sebelumnya. Jika pergerakan terdeteksi, *NodeMCU* akan mengaktifkan motor servo sehingga tutup tempat sampah terbuka, disertai proses pengukuran oleh sensor ultrasonik untuk mengetahui tingkat kepenuhan sampah. Jika hasil pengukuran menunjukkan kondisi penuh, sistem akan mengirimkan notifikasi otomatis melalui *WhatsApp Gateway* kepada petugas kebersihan. Sebaliknya, jika hasil pengukuran menunjukkan sampah belum penuh, sistem akan menutup kembali tutup tempat sampah tanpa mengirimkan notifikasi. Proses ini berlangsung terus-menerus untuk memastikan tempat sampah beroperasi sesuai fungsi yang ditetapkan dan mempermudah pengelolaan sampah secara efisien.

4.3.2 Hasil Pengujian

a. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras sensor ultrasonic pada kotak sampah otomatis berbasis iot dengan notifikasi *WhatsApp Gateway*. Sistem ini dirakit menggunakan triplek sebagai wadah tempat sampah sebagai media utama yang dilengkapi dengan sensor *PIR* untuk mendeteksi adanya pergerakan di sekitar tempat sampah dan sensor ultrasonik *HC-SR04* yang dipasang di bagian dalam untuk mengukur ketinggian sampah. Penempatan sensor ultrasonik yang bertujuan agar sistem dapat mengetahui tingkat kepenuhan tempat sampah secara akurat berdasarkan jarak antara sensor dengan permukaan sampah. Rangkaian elektronika yang terhubung dengan *ESP32* sebagai mikrokontroler utama. *ESP32* berfungsi untuk memproses data dari sensor dan mengendalikan *aktuator* berupa motor servo yang dipasang pada bagian tutup tempat sampah agar dapat membuka dan menutup secara otomatis ketika ada pergerakan

terdeteksi. Menghubungkan seluruh komponen menggunakan kabel jumper dengan suplai daya yang berasal dari *adaptor*. Pada Gambar 4.6 terlihat *prototype* sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan notifikasi *WhatsApp Gateway* yang telah dibuat.



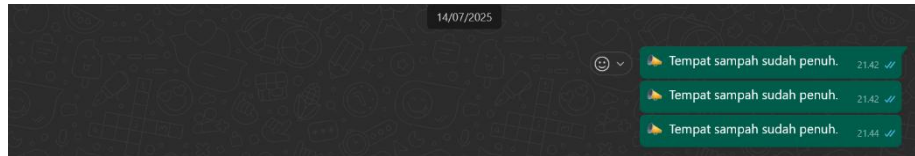
Gambar 4. 6 Implementasi Perangkat Keras

b. Implementasi Perangkat Lunak

Selain mengendalikan perangkat keras, sistem ini juga dilengkapi dengan perangkat lunak yang memungkinkan pengiriman notifikasi otomatis melalui *WhatsApp Gateway*. Sistem bekerja dengan membaca data dari sensor *PIR* untuk mendeteksi adanya pergerakan di sekitar tempat sampah, serta sensor ultrasonik untuk mengukur jarak kepenuhan sampah.

Data tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler *ESP32*, dan apabila kondisi tempat sampah terdeteksi penuh (jarak tertentu yang telah ditentukan), sistem akan mengirimkan pesan notifikasi ke *WhatsApp* petugas kebersihan melalui *WhatsApp Gateway*. Pesan yang dikirim berisi informasi status tempat sampah serta waktu terdeteksinya kondisi penuh. Adapun hasil implementasi perangkat lunak pada sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan

notifikasi *WhatsApp Gateway* dapat dilihat pada Gambar 4.7. Perangkat lunak ini dirancang untuk mendukung kinerja perangkat keras dengan memproses data dari sensor dan mengirimkan notifikasi otomatis ke *WhatsApp* petugas.



Gambar 4. 7 Implementasi Perangkat Lunak

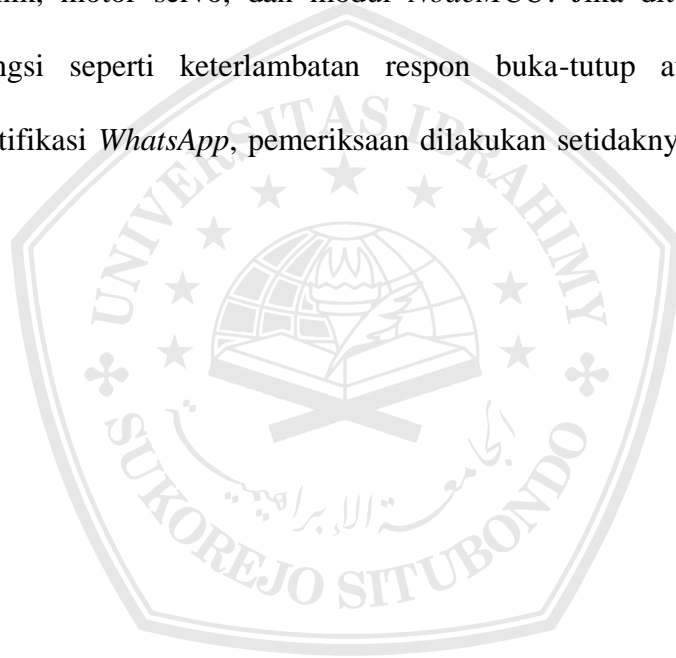
Keseluruhan *prototype* dirakit sedemikian rupa agar menyerupai kondisi nyata penggunaan tempat sampah di lingkungan madrasah. Dengan sistem ini, proses pembuangan sampah dapat dilakukan lebih higienis karena tutup dapat terbuka otomatis, sekaligus memudahkan petugas kebersihan dalam memantau kondisi tempat sampah melalui notifikasi *WhatsApp* secara *real-time*. Dengan adanya notifikasi otomatis ini, petugas kebersihan dapat mengetahui kondisi tempat sampah tanpa harus melakukan pengecekan manual, sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih efisien dan tepat waktu

4.4 Maintenance

Pemeliharaan adalah serangkaian tindakan yang dilakukan untuk menjaga kinerja dan konsistensi sistem agar berfungsi secara optimal sesuai dengan desain dan kebutuhan. Kegiatan perawatan sangat penting dalam sistem tempat sampah otomatis berbasis *IoT* dengan notifikasi *WhatsApp Gateway* karena berkaitan langsung dengan efektivitas deteksi sampah penuh dan ketepatan pengiriman notifikasi kepada petugas kebersihan. Setelah sistem tempat sampah otomatis berbasis *NodeMCU ESP8266*, sensor *PIR*, sensor ultrasonik, motor servo, dan *WhatsApp Gateway* ini dibangun serta diuji dengan baik, sangat penting untuk

melakukan pemeliharaan rutin agar sistem tetap berfungsi dengan baik dalam jangka panjang.

Pemeliharaan ini bertujuan untuk mencegah kerusakan, menjaga stabilitas kinerja, dan memperpanjang usia perangkat keras yang digunakan, untuk memastikan tidak terjadi kerusakan mekanis atau gangguan koneksi. Kegiatan pemeliharaan meliputi inspeksi fisik komponen seperti kabel koneksi, sensor *PIR*, sensor ultrasonik, motor servo, dan modul *NodeMCU*. Jika ditemukan gejala kegagalan fungsi seperti keterlambatan respon buka-tutup atau kegagalan pengiriman notifikasi *WhatsApp*, pemeriksaan dilakukan setidaknya sekali dalam sebulan.



BAB V PENUTUP

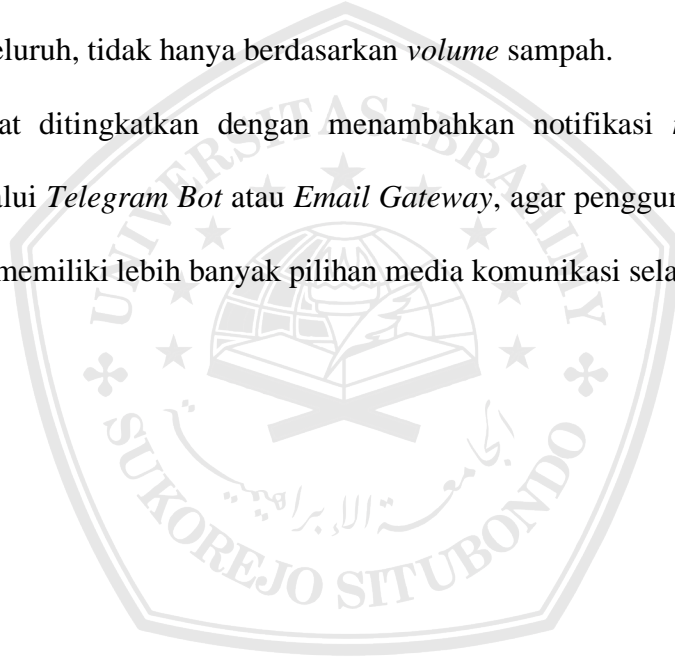
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian terhadap sistem tempat sampah otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang telah dirancang dan diterapkan di lingkungan MTs Salafiyah Syafiyah Sukorejo, dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu memberikan solusi efektif dalam pengelolaan sampah. Sistem ini mengubah proses yang sebelumnya dilakukan secara manual menjadi lebih otomatis, efisien, dan mudah dipantau melalui notifikasi *WhatsApp Gateway*, sehingga mempermudah petugas kebersihan dalam melakukan pengawasan dan penanganan sampah tepat waktu. Sistem mampu mendeteksi kepenuhan sampah secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik, serta mendeteksi keberadaan objek dengan sensor *PIR* untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis melalui motor servo. Mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* berfungsi secara optimal sebagai pusat pengendali yang menghubungkan sensor dengan sistem pengiriman pesan *WhatsApp*. Ketika tempat sampah telah mencapai batas penuh, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan melalui *WhatsApp Gateway*, sehingga proses pengosongan dapat dilakukan secara tepat waktu tanpa harus melakukan pengecekan manual. Dengan penerapan sistem ini, pengelolaan sampah di lingkungan madrasah menjadi lebih *efisien, responsif*, dan ramah teknologi, serta mendukung terciptanya lingkungan yang bersih, sehat, dan nyaman bagi seluruh warga di MTs Salafiyah Syafiyah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ada, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan sistem ke depannya sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan sistem selanjutnya, disarankan menambahkan sensor suhu atau sensor gas guna mendeteksi kemungkinan pembusukan atau bau tidak sedap dari sampah, sehingga sistem dapat memberikan informasi lingkungan secara lebih menyeluruh, tidak hanya berdasarkan *volume* sampah.
2. Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan notifikasi *multi-platform*, seperti melalui *Telegram Bot* atau *Email Gateway*, agar pengguna atau petugas kebersihan memiliki lebih banyak pilihan media komunikasi selain *WhatsApp*



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khozin, S. Winardi, M. N. Arifin, and A. Nugroho, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet Of Things Pada Smkn 1 Dlanggu Kabupaten Mojokerto," 2022.
- [2] R. A. Ma'arif, F. Fauziah, and N. Hayati, "Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT," *Jurnal Infomedia*, vol. 4, no. 2, p. 69, Jan. 2020, doi: 10.30811/jim.v4i2.1571.
- [3] Mulyati, "Dampak Sampah Terhadap Kesehatan Lingkungan Dan Manusia."
- [4] A. dkk Muhammad Nasir, *Internet Of Things Aplikasi dan Penerapan Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: CV Andi Offset, 2023.
- [5] S. Halmah, T. Nafisah, W. Siftiani, and U. Hasanah, "Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Tempat Sampah Pintar," vol. 02, no. 02, 2024.
- [6] M. Sari, "Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA."
- [7] V. A. dan KH. M. Z. M. Askari Zakariah, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Action Research Research and Development (R and D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka, 2021.
- [8] A. Azriansah Yasin, A. Septi Wijaya, and H. Prasetyo, "BIIKMA : Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia Perancangan Aplikasi Inventory Berbasis Web Untuk Meningkatkan Efektivitas Pengelolaan Barang Di CV Sinar Rezeki Motor Menggunakan Metode RAD", [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/biikma>
- [9] S. Informasi, P. Jasa, P. Berbasis, W. Pada, P. Karya, and S. Jaya, "Penerapan Metode RAD Dalam Pengembangan," *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 8, no. 3, 2024, doi: 10.33395/remik.v8i3.13944.
- [10] Febry Purnomo Aji, A. Solehudin, and C. Rozikin, "Implementasi Sensor Ultrasonik Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 117–126, Dec. 2021, doi: 10.35316/jimi.v6i2.1306.
- [11] Y. Bowo Widodo, T. Sutabri, and L. Faturahman, "Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Berbasis Iot," 2019.
- [12] P. S. Ultrasonik... *et al.*, "Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno," *JTII*, vol. 6, no. 02, 2021.
- [13] S. T. M. H. S. T. M. T. dkk Musfirah Putri Lukan, *Mikrokontroler dan Internet Of Things*. Makassar: PT.Nas Media Indonesia, 2024.

- [14] Drs. Daryanto, *Teori Umum Teknik Elektronika*. Jawa Timur: PT Bumi Aksara, 2023.
- [15] Nur Latifah, *Sistem Pengelolaan Sampah Berbasis Android Melalui Partisipasi Masyarakat*. Makassar: Alphiandi, 2016.
- [16] S. K. M. K. A. A. S. K. M. C. Yudho Yudhanto, *Pengantar Teknologi Internet Of Things*. Surakarta, Jawa Tengah: UNS Press, 2019.
- [17] S. K. M. K. A. C. A. S. T. M. P. dkk Deosa Putra Caniago, *Internet Of Things (IOT) Inovasi, Implementasi, Dan Masa Depan*. Sumatera Barat: Yayasan Tri Edukasi Ilmiah, 2024.
- [18] R. E. R. U. M. Hj. Inani, *Penggunaan whatsapp dalam pembelajaran masa pandemi Covid-19*. Cipedes Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022.
- [19] Nadya Anjani, "Mengenal Apa Itu Gateway, Cara Kerja, dan Fungsinya dalam Jaringan," Feb. 2024.
- [20] M. Bonnie Soeherman, *Designing Information System*. Elex Media Komputindo, 2013.
- [21] S. S. M. T. Rachmad Andri Atmoko, *Dasar Implementasi Protokol MQTT Menggunakan Python Dan Nodemcu*. Mokosoft Media, 2019.
- [22] Miftachul Ulum Adi; Kurniawan Saputro; Deni Tri Laksono, *Sensor dan Aktuator Menggunakan Arduino*. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- [23] S. Kom. , M. T. ; H. B. S. T. , M. T. ; Ach. D. A. Md. Faikul Umam, *Motor Listrik*. Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2021.
- [24] L. F. W. I Gede Suputra Widharma, *Mikrokontroler dan Aplikasi*, Nur Wahid. Jawa Tengah: wawasan Ilmu, 2022.
- [25] A. H. I. E. F. G. E. G. N. M. K. O. B. E. W. N. Johaness Arya Pramesta Nugraha, *Menguasai Arduino: Inspirasi Proyek-Proyek Arduino bagi Pemula*. SIEGA Publisher, 2024.
- [26] S. T, M. T. Rahmat Fauzi Siregar, *Sistem Mikrokontroler I*, Panji Purnama, S.T. medan: umsu Press, 2024.
- [27] Dr. Muhammad Kusban, *Eksplorasi Iot dengan Python dari Konsep hingga Implementasi*. Muhammadiyah University Press.

LAMPIRAN

1. Surat Tugas Penelitian



**PANITIA TUGAS AKHIR DAN SKRIPSI
UNIVERSITAS IBRAHIMY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

JL. KHR. Syamsul Arifin No. 1-2 PO. Box 2 Phone (0852-3333-7581)
Fax. (0338) 453068 Situbondo 68374 website: www.ibrahimiy.ac.id e-mail : unib2018@ibrahimiy.ac.id
SUMBEREJO BANYUPUTIH SITUBONDO JAWA TIMUR

Nomor : 0828/380.211/071.095/M.3/VII/2025
Prihal : Permohonan Izin Penelitian

2 Juli 2025

Kepada
Yth. Kepala MTs Salafiyah Syafi'iyah Putri
Di Tempat

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Disampaikan dengan hormat, dalam rangka pelaksanaan penelitian guna penyusunan Skripsi. Judul "**implementasi sensor ultrasonik pada kotak sampah otomatis berbasis iot**" dengan ini kami bermaksud mengajukan permohonan izin penelitian bagi mahasiswa kami :

Nama : HALILATUR RAFIA
NIM : 2021501033
Program Studi : S1 Ilmu Komputer
Waktu : 3 – 9 Juli 2025

Untuk melakukan penelitian di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin. Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan :

1. Proposal Skripsi
2. Fotocopy Kartu Tanda Mahasiswa

Demikian permohonan kami, atas berkenannya kami sampaikan *Jazakumullahu khairan.*

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Ketua Panitia,



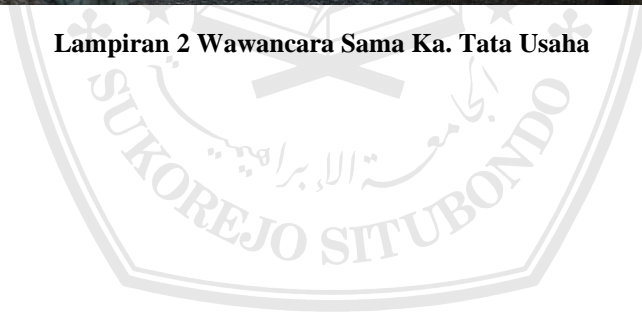
Dr. Ach. Khumaidi, M.P

Lampiran 1 Surat Tugas Penelitian

2. Wawancara



Lampiran 2 Wawancara Sama Ka. Tata Usaha



Wawancara Penelitian

Hari, Tanggal : Minggu, 06 Juli 2025

Nama : St.Shofiyah, M.Pd.I

Jabatan : Ka.Tata Usaha

Tempat : Kantor MTs Putri

1. Bagaimana sistem pengelolaan sampah yang berjalan di mts saat ini?
Sistem pengelolaan sampah saat ini masih dilakukan secara manual, saya akan memeriksa apakah sampah sudah penuh atau belum, kemudian diangkut sama gerobak sampah.
2. Apakah ustazah mendapatkan kesulitan dalam mengetahui kapan tempat sampah sudah penuh?
Ya, sering kali kami baru menyadari tempat sampah sudah penuh setelah terlihat dari luar
3. Bagaimana cara ustazah mengetahui bahwa tempat sampah harus segera dikosongkan?
biasanya kami mengetahuinya dengan melihat secara langsung ke lokasi atau ketika ada laporan dari ustazah atau santri bahwa tempat sampah sudah penuh
4. Apa dampak yang terjadi jika tempat sampah tidak segera dikosongkan?
Dampaknya bisa menimbulkan bau yang tidak sedap, membuat lingkungan menjadi kotor.
5. Apa kendala atau kesulitan yang sering ustazah alami saat menangani sampah?
kendala utamanya adalah saya tidak selalu bisa mengawasi semua titik tempat sampah secara bersamaan. Selain itu, kadang *volume* sampah meningkat drastis saat ada kegiatan tertentu seperti kegiatan iksass dan pohon yang ditebang
6. Menurut ustazah, apakah akan membantu jika ada sistem otomatis yang bisa memberi tahu lewat *WhatsApp* saat tempat sampah penuh?
Sangat membantu. Jika ada sistem yang bisa langsung mengirim pemberitahuan melalui *WhatsApp*, saya bisa langsung tahu dan segera menindaklanjuti tanpa harus memeriksa satu per satu.

Lampiran 3 Data Wawancara 1

7. Jika tempat sampah dilengkapi dengan sensor yang mendeteksi penuh dan bisa memberi peringatan, apakah menurut ustazah itu bermanfaat?

Tentu saja bermanfaat. Ini akan membuat proses pemantauan lebih cepat, mengurangi keterlambatan pengosongan, dan membantu menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat.

8. Apakah ustazah pernah mengalami keterlambatan dalam mengosongkan tempat sampah karena tidak menyadari kondisinya?

Ya, itu sering terjadi seperti hari sabtu dan selasa, Selain itu, kadang *volume* sampah meningkat drastis saat ada kegiatan tertentu seperti kegiatan iksas dan pohon yang ditebang.

9. Apa harapan ustazah terhadap sistem tempat sampah yang lebih canggih di masa depan?

Harapan saya terhadap sistem tempat sampah yang lebih canggih di masa depan adalah agar sistem ini tidak hanya diterapkan di lingkungan MTs saja, tetapi dapat digunakan secara menyeluruh di seluruh area pondok pesantren.

08 juni 2025
St. Shofiyah, M.Pd.I

Lampiran 4 Data Wawancara 2

3. LOA Seminar Nasional



SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN TREN
TEKNOLOGI (SINATTI)
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang



Semarang, 29 Juli 2025

Hal : Surat Penerimaan Naskah Publikasi Seminar Nasional

Lampiran : -

Kepada Yth. Bapak/Ibu/Saudara/i
Halilatur Rafia, Abd. Ghofur, Nur Azise
Di Tempat

Dengan hormat,

Terima kasih telah mengirimkan artikel untuk diterbitkan pada Seminar Nasional Inovasi dan Tren Teknologi Informasi (SINATTI) dengan judul:

**"IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK PADA KOTAK SAMPAH
OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP
GATEWAY"**

Berdasarkan hasil REVIEW, artikel Anda dengan ID : 1232 dinyatakan **"DITERIMA"** untuk dipresentasikan secara daring pada Hari Rabu Tanggal 30 Juli 2025.

Demikian informasi ini disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Semarang, 29 Juli 2025

Ketua Panitia

SINATTI
2025

(Whisnumurti Adhiwibowo, S.T., M.Kom.)
NIDN. 0612117602

SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN TREN TEKNOLOGI (SINATTI) 2025

Lampiran 5 LOA Naskah

4. Sertifikat Pemakalah



Lampiran 6 Sertifikat Seminar Nasional

5. Kartu Bimbingan

Pembimbing I : Abd. Ghofar, M. Kom				Pembimbing II : Nor Adise, M. Kom			
NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF	NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF
1		Judul	[Signature]	1	30/07/25	Bab I, II	[Signature]
2	21/07/25	Revisi bab 1,2	[Signature]	2	30/07/25	Acc 1, II	[Signature]
3	11/07/25	Revisi, bab 1,2,3	[Signature]	3	13/08/25	Bab III, IV dan V	[Signature]
4	15/07/25	Acc bab 1,2,3 Revisi bab 1,2,3	[Signature]	4	19/07/25	Revisi IV dan V	[Signature]
5	27/08/25	Acc 1,2,3 Revisi bab 1,2,3	[Signature]	5	25/08/25	Acc IV dan V	[Signature]

Lampiran 7 Kartu Bimbingan



HALILATUR RAFIA

SANTRI AKTIF

TENTANG SAYA

TEMPAT/TANGGAL LAHIR : SUMENEP, 15 AGUSTUS 2003

ALAMAT : Bilis-Bilis, Arjasa, Sumenep

STATUS : Santri Aktif

AYAH : HAMSANI

IBU : SUMINA

KONTAK

☎ 082 229 149 239

✉ lelileli19191919@gmail.com

🌐 @mbakie

HOBI

- Nonton
- Membaca
- traveling

PENDIDIKAN

- 2021-2025
UNIVERSITAS IBRAHIMI
S1 SAINS AND TEKNOLOGI
- 2018-2021
SMK ARJASA
TKJ (Teknik Komputer dan Jaringan)
- 2015-2018
MTS AL-HIDAYAH

PENGALAMAN

“Memiliki pengalaman teknis di bidang perangkat keras, seperti benerin printer yang rusak dan perbaikan perangkat elektronik sederhana.”



PONDOK PESANTREN SALAFIYAH SYAFI'YAH SUKOREJO
UNIVERSITAS IBRAHIMY
PERPUSTAKAAN IBRAHIMY
 N P P . 3 5 1 2 1 4 2 F 2 0 0 6 5 6 7
 Jl. KHR. Syamsul Arifin No. 1-2 PO. Box. 2 Kode Pos. 68374 Phone (0338) 452666 Fax. (0338) 453068
 SUMBEREJO BANYUPUTIH SITUBONDO JAWA TIMUR



**SURAT KETERANGAN
HASIL PEMERIKSAAN PLAGIASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Muhammad Ali Ridla, M.Kom.
 Jabatan : Kepala Perpustakaan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

NIM : 2021501033
 Nama : HALILATUR RAFIA
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Ilmu Komputer
 Kecamatan : ARJASA
 Kabupaten : SUMENEP
 Provinsi :
 Judul Skripsi : Implementasi Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis Berbasis Iot Dengan Notifikasi Whatsapp Gateway Di Mts Salafiya Syafiyah Sukorejo

Dengan dosen Pembimbing :

1. Abd. Ghofur, M.Kom.
 2. Nur Azise, M.Kom.

Telah dilakukan cek plagiasi di Perpustakaan Universitas Ibrahimi dengan persentase plagiasi terakhir sebesar **18%**.


Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sukorejo, 23 Agustus 2025
Kepala Perpustakaan,



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik.

Muhammad Ali Ridla, M.Kom.

 UU ITE No.11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1
"Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah."

© www.lib.ibrahimiy.ac.id | library@ibrahimiy.ac.id | [Perpustakaan Ibrahimi](#) | [@ibrahimiy_lib](#)

Lampiran 8 Hasil Cek Plagiasi

LEMBAR PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **HALILATUR RAFIA**
NIM/NPM : 2021501033
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) kepada Perpustakaan Universitas Ibrahimi atas karya ilmiah saya berupa Skripsi yang berjudul:

“IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK PADA KOTAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP GATEWAY DI MTS SALAFIYAH SYAFIYAH SUKOREJO”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Pusat Perpustakaan Universitas Ibrahimi berhak menyimpan, alih media/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Situbondo, 04 September 2025
Yang Menyatakan



HALILATUR RAFIA

Lampiran 9 Kesiediaan Publikasi Ilmiah