

**PERANCANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS IOT
PADA RUMAH SAKIT UMUM SUNGAILIAT**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan

Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Muhammad Ega Rivanda :1052218

M. Faqih T. H :1052219

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Oleh :

Muhammad Ega Rivanda

: 1052218

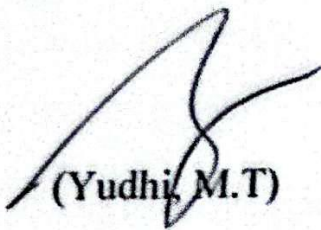
M. Faqih T.H

: 1052219

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

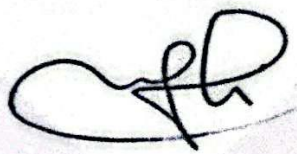
Menyetujui,

Pembimbing 1



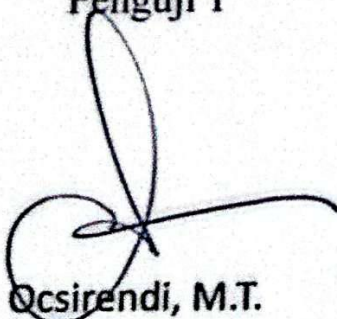
(Yudhi, M.T)

Pembimbing 2



(Dr. Parulian Silalahi, M.Pd)

Penguji 1



Ocsirendi, M.T.

Penguji 2



Sirlus Andranto Jasman Duli, M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Muhammad Ega Rivanda NIM : 1052218

Nama Mahasiswa 2 : M. Faqih T.H NIM : 1052219

Dengan Judul : *Perancangan Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT Pada Rumah Sakit Umum Sungailiat*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Muhammad Ega Rivanda

2. M. Faqih T.Q

ABSTRAK

Tempat sampah otomatis yang dirancang khusus untuk lingkungan rumah sakit, mengakomodasi tiga jenis sampah utama: organik, non-organik, dan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Pengelolaan sampah yang efektif di rumah sakit merupakan aspek krusial untuk menjaga higiene, mencegah penyebaran infeksi, dan mematuhi regulasi lingkungan. Sistem tempat sampah otomatis ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses pemilahan sampah di sumbernya, mengurangi risiko kontaminasi silang, dan meningkatkan efisiensi operasional. Perangkat ini diimplementasikan dengan memanfaatkan sensor untuk identifikasi jenis sampah, sistem aktuator untuk membuka kompartemen yang sesuai secara otomatis, dan antarmuka pengguna untuk pemantauan dan kontrol. Desain sistem mempertimbangkan aspek keamanan, kemudahan penggunaan, dan keandalan operasional dalam lingkungan medis yang sibuk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mampu memilah sampah dengan akurasi tinggi, serta memberikan notifikasi saat kapasitas tempat sampah mencapai batas. Diharapkan inovasi ini dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan standar pengelolaan limbah medis di rumah sakit, berkontribusi pada lingkungan yang lebih bersih dan aman bagi pasien, staf medis, serta masyarakat.

Kata Kunci: Tempat sampah otomatis, limbah rumah sakit, sampah organik, sampah non-organik, sampah B3.

ABSTRACT

Automatic waste bin specifically designed for hospital environments, accommodating the separation of three main types of waste: organic, non-organic, and Hazardous and Toxic Materials (B3/HazMat). Effective waste management in hospitals is a crucial aspect for maintaining hygiene, preventing the spread of infections, and complying with environmental regulations. This automatic waste bin system aims to optimize the waste sorting process at the source, reduce the risk of cross-contamination, and improve operational efficiency. The device is implemented using sensors for waste type identification, an actuator system to automatically open the appropriate compartment, and a user interface for monitoring and control. The system's design considers aspects of safety, ease of use, and operational reliability within a busy medical environment. Testing results indicate that the prototype can sort waste with high accuracy and provide notifications when the waste capacity reaches its limit. It is hoped that this innovation can serve as an effective solution to enhance the standards of medical waste management in hospitals, contributing to a cleaner and safer environment for patients, medical staff, and the community.

Keywords: Automatic waste bin, hospital waste, organic waste, non-organic waste, hazardous waste (B3/HazMat).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat, hikmat, dan limpahan Karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini yang berjudul “*Perancangan Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT Pada Rumah Sakit Umum Sungailiat*”. Shalawat bersampaikan salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW serta para keluarga, sahabat, dan pengikutnya sampai akhir zaman, semoga kita mendapatkan syafaat beliau. Adapun tujuan penulis dalam membuat laporan proyek ahir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Pendidikan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan dibuatnya alat ini diharapkan dapat membantu para petugas sampah di rumah sakit agar lebih cepat penanganan atas sampah yang beracun maupun tidak beracun

Pada kesempatan kali ini , ucapan terima kasih penulis ingin sampaikan kepada beberapa pihak yang turut membantu dalam proses pembuatan alat ini, serta memberikan semangat, dukungan, motivasi, dan wejangan, kritik, saran dalam menyelesaikan proyek akhir ini. Berikut merupakan pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, diantara:

- 1) Keluarga besar penulis, dan orang-orang terkasih yang telah banyak memberikan nasihat serta semangat dan dukungannya.
- 2) Bapak Yudhi, M.T Selaku dosen pembimbing 1 proyek akhir penulis di Politeknik Manufaktur Negeri Belitung.
- 3) Bapak Dr. Parulian Silalahi, M.Pd selaku dosen pembimbing 2 proyek akhir penulis di Politeknik Manufaktur Negeri Belitung.
- 4) Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
- 5) Seluruh Teman-Teman kelas 3 TEA yang sangat banyak membantu dan kebersamaan selama hampir 3 tahun ini.
- 6) Seluruh pihak-pihak yang turut membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
BAB II LANDASAN TEORI.....	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tempat Sampah	3
2.2.1 Limbah B3	4
2.2.2 Organik.....	5
2.2.3 Non Organik	6
2.3 Sistem Kontrol Pemantauan Tempat Sampah Pintar	7
2.3.1 <i>Internet Of Things</i>	7
2.3.2 Node MCU ESP32.....	8
2.3.3 Sensor Ultrasonik (HC-SR04).....	9

2.3.4 LCD (Liquid Crystal Display).....	10
2.3.5 Servo SG90 Metal Gear	11
2.3.6 MQ135	12
2.3.7 Blynk.....	13
2.4 Komponen Tambahan	14
BAB III METODE PELAKSANAAN	15
3.1 Studi Literatur	16
3.2 Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i>	16
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> Kontruksi Alat	16
3.2.2 Pembuatan <i>Hardware</i> Kontruksi Alat	16
3.2.3 Perancangan <i>Hardware Elektrik</i> (Wiring Diagram)	17
3.2.4 Pemasangan <i>Hardware</i> Rangkaian Elektrik.....	18
3.3 Perancangan dan Pembuatan <i>Software</i>	18
3.3.1 Perancangan <i>Software</i>	18
3.3.2 Pembuatan <i>Software</i>	18
3.4 Pengujian Alat Keseluruhan	19
3.5 Pembuatan Laporan Akhir	19
BAB IV PEMBAHASAN	20
4.1 Pembuatan <i>Hardware</i> Tempat Sampah.....	20
4.2 Perancangan dan Perakitan <i>Hardware</i> Elektrik	21
4.3 Flowchart Sistem Kontrol.....	22
4.4 Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	23
4.4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	23
4.4.2 Pengujian Sensor (MQ-135).....	24

4.5 Pembuatan <i>Software</i>	25
4.5.1 Pembuatan Tampilan IoT Pada <i>Smartphone</i>	25
4.5.2 Pengujian Notifikasi pada <i>Smartphone</i>	26
4.5.3 Pembahasan Sistem Kerja	26
4.6 Analisis Keberhasilan Sistem	27
4.6.1 Keunggulan dan Kelemahan Sistem	27
4.6.2 Rencana Pengembangan	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	i

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik	23
Tabel 4.2 Pengujian Sensor Gas (MQ135).....	24
Tabel 4.3 Pengujian Notifikasi Pada <i>Smartphone</i>	26



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sampah Organik	5
Gambar 2.2 Sampah Non Organik.....	6
Gambar 2.3 <i>Internet Of Things</i> (IoT).....	7
Gambar 2.4 Node MCU ESP.....	8
Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik.....	9
Gambar 2.6 Liquid Crystal Display (LCD).....	10
Gambar 2.7 Servo SG90 Metal Gear	11
Gambar 2.8 Sensor MQ135	12
Gambar 2.9 Blynk	13
Gambar 3.1 Flowchart Metode Pelaksanaan	15
Gambar 3.2 Perancangan <i>Hardware</i> Rangkaian Elektrik	17
Gambar 4.1 <i>Hardware</i> Tempat Sampah Pintar	20
Gambar 4.2 Blok Diagram	21
Gambar 4.3 Flowchart Sistem Kontrol	22
Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi Monitoring.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program Keseluruhan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah sampah di Rumah Sakit merupakan masalah krusial yang kompleks dan memiliki dampak terhadap masalah kesehatan masyarakat dilingkungan rumah sakit. Berbeda dengan limbah rumah tangga biasa, limbah rumah sakit atau limbah medis mengandung berbagai material berpotensi infeksius, berbahaya, dan beracun yang dapat membahayakan orang yang terkena virus, kuman. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengestimasi bahwa sekitar 15% dari total limbah fasilitas pelayanan kesehatan dikategorikan sebagai bahan berbahaya, termasuk limbah kimia, farmasi, dan radioaktif.

Di Indonesia sendiri, PP (Peraturan Pemerintah) No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) serta Peraturan Menteri Kesehatan No. 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit secara tegas mengatur kewajiban fasilitas pelayanan kesehatan untuk melakukan pemilahan limbah medis sesuai dengan jenisnya, yaitu limbah organik, limbah non-organik, dan limbah B3.

Pengelolaan sampah rumah sakit yang masih bersifat manual menyebabkan potensi kesalahan pemisahan limbah serta meningkatkan risiko kontaminasi bagi petugas kebersihan. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi teknologi yang dapat mendukung sistem pengelolaan limbah secara otomatis, akurat, dan efisien.

Dengan adanya tempat sampah otomatis ini, pengelolaan limbah rumah sakit dapat menjadi lebih higienis, efisien, dan aman, serta mendukung prinsip ramah lingkungan. Inovasi ini juga sejalan dengan upaya penerapan teknologi cerdas (smart system) dalam bidang kesehatan dan pengelolaan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup secara otomatis ketika ada orang yang ingin membuang sampah dilingkungan rumah sakit?
2. Bagaimana mengembangkan mekanisme aktuator otomatis yang dapat membuka kompartemen tempat sampah yang sesuai setelah jenis sampah teridentifikasi, tanpa memerlukan intervensi manual dari pengguna?

Bagaimana memastikan bahwa sistem tempat sampah otomatis ini dapat berfungsi andal dan aman dalam operasional sehari-hari rumah sakit, termasuk kemampuan untuk memberikan notifikasi kapasitas penuh dan meminimalkan risiko

1.3 Tujuan

1. Antarmuka Pemantauan dan Kontrol: Mengembangkan Menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif untuk memonitor status tempat sampah secara *real-time* dan mencatat data jenis serta volume limbah yang dihasilkan, guna mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan limbah rumah sakit.
2. Membangun Mekanisme Pemilahan Otomatis: Membuat sistem aktuator yang terintegrasi dengan identifikasi sampah untuk secara otomatis membuka kompartemen tempat sampah yang sesuai dengan jenis sampah yang terdeteksi, sehingga memfasilitasi pemilahan di sumbernya.
3. Mengembangkan Sistem Identifikasi Sampah Otomatis: Merancang dan mengimplementasikan sistem sensor serta algoritma yang mampu mendeteksi dan mengidentifikasi secara otomatis.

1.4 Batasan Masalah

1. Jenis Sampah: Alat ini hanya akan difokuskan pada Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang umumnya ditemukan di lingkungan rumah sakit. Kategori limbah medis lain seperti limbah radioaktif, limbah genotoksik, atau limbah bertekanan tinggi tidak termasuk dalam cakupan proyek ini.
2. Sumber Daya dan Biaya: Pengembangan alat akan dibatasi oleh ketersediaan komponen, anggaran, dan waktu yang telah dialokasikan untuk penyelesaian Tugas Akhir.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Penelitian yang dilakukan pada Tempat sampah otomatis dengan 3 sampah organik, non organik, dan sampah B3 telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Ada banyak penelitian terkait yang telah dibuat yakni sebagai berikut:

Penelitian pertama yang dilakukan Prasetyo & Hadi pada tahun 2019 yang berjudul “Smart Trash Bin Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Penuh”, Dengan hasil: Sistem tempat sampah otomatis yang mampu mendeteksi kapasitas penuh dengan sensor ultrasonik dan membuka tutup secara otomatis.

Penelitian kedua juga dilakukan oleh Ramadhan et al pada tahun 2022 yang berjudul “Prototipe Tempat Sampah Cerdas Berbasis Arduino dengan Tiga Jenis Klasifikasi”, Dengan hasil: Menggunakan kombinasi sensor warna dan sensor logam untuk membedakan tiga jenis sampah (organik, anorganik, logam).

Penelitian Ketiga oleh Sari & Nugroho pada tahun 2020 yang berjudul “Implementasi Sensor Gas MQ-135 pada Sistem Deteksi Limbah B3 Berbasis Arduino”, Dengan hasil : Sistem dapat mendeteksi gas beracun yang umumnya muncul pada limbah bahan kimia dan B3, seperti amonia, formalin, dan asap reaktif.

2.2 Tempat Sampah

Tempat sampah adalah wadah atau kontainer yang digunakan untuk menampung limbah atau sampah sebelum dibuang atau diproses lebih lanjut. Fungsinya sangat penting dalam sistem pengelolaan limbah karena membantu menjaga kebersihan lingkungan, mengurangi pencemaran, serta memudahkan proses pemilahan dan daur ulang.

Tempat sampah umumnya diklasifikasikan berdasarkan jenis sampah yang ditampungnya, antara lain:

1. Organik: Sampah yang mudah terurai seperti sisa makanan, daun, atau bahan alami.
2. Non-organik: Sampah seperti plastik, kertas, kaleng, atau bahan buatan yang tidak mudah terurai.
3. B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun): Limbah seperti baterai, jarum suntik bekas, bahan kimia laboratorium, atau limbah medis lainnya.

Dalam konteks rumah sakit, tempat sampah harus memenuhi standar keselamatan dan sanitasi, terutama dalam menangani limbah B3, karena berpotensi menimbulkan risiko kesehatan.

2.2.1 Limbah B3

Limbah B3 adalah singkatan dari Bahan Berbahaya dan Beracun, yaitu limbah yang karena sifat, konsentrasi, atau jumlahnya mengandung zat berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, dan lingkungan hidup secara langsung maupun tidak langsung.

Di lingkungan rumah sakit, limbah B3 merupakan limbah medis atau kimia yang berasal dari aktivitas pelayanan kesehatan, seperti:

1. Perawatan pasien
2. Laboratorium medis
3. Kegiatan farmasi
4. Radiologi
5. Sterilisasi alat kesehatan

Jenis Limbah B3 yang ada di rumah sakit beserta contoh nya

1. Infeksius = jarum suntik bekas, kapas darah, sarung tangan sekali pakai, perban
2. Patologis = organ tubuh, jaringan, darah, cairan tubuh hasil bedah
3. Farmasi = obat kadaluarsa, sisa obat kemoterapi, vaksin yang tidak terpakai
4. Kimia Berbahaya = larutan formalin, alkohol, klorin, bahan disinfektan
5. Logam Berat = limbah yang mengandung merkuri (dari termometer, alat tensi lama)
6. Radioaktif = limbah dari prosedur radiologi atau nuklir medis (misal: iodin radioaktif)
7. Benda Tajam = pisau bedah, ampul pecah, kateter, skalpel bekas

2.2.2 Organik

Sampah organik adalah jenis sampah yang berasal dari bahan-bahan alami atau hayati yang mudah terurai secara alami melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh mikroorganisme seperti bakteri atau jamur.

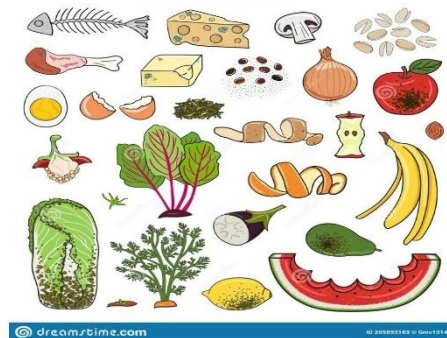
Sampah organik biasanya berasal dari makhluk hidup, terutama tumbuhan dan hewan, serta sisa konsumsi manusia. Karena mudah terurai, sampah ini bisa dimanfaatkan kembali menjadi kompos atau pupuk organik jika dikelola dengan baik.

Adapun beberapa contoh dari sampah organik yaitu :

1. Sisa Makanan = nasi, tulang, daging, kulit buah, sayur, roti
2. Limbah Dapur = ampas kopi, teh celup, cangkang telur, kulit bawang
3. Tumbuhan = daun kering, ranting kecil, bunga layu
4. Hewan = kotoran hewan, bulu, sisa daging

Ada juga Ciri Ciri Sampah Organik yaitu :

1. Berasal dari makhluk hidup (alami)
2. Mudah membusuk dan berbau
3. Bisa dijadikan kompos
4. Umumnya berwarna coklat/hijau saat membusuk



Gambar 2.1 Sampah Organik

2.2.3 Non Organik

Sampah Non-organik adalah jenis sampah yang tidak dapat terurai secara alami atau membutuhkan waktu yang sangat lama (puluhan hingga jutaan tahun) untuk terurai di alam. Sampah ini umumnya berasal dari bahan-bahan non-hayati, baik produk sintetis maupun hasil proses teknologi pengolahan bahan tambang atau sumber daya alam.

Ada juga Contoh dan Ciri Ciri Sampah Non-Organik yaitu :

1. Plastik (botol, kantong plastik, kemasan makanan)
2. Kaca (botol, pecahan kaca)
3. Logam (kaleng, aluminium)
4. Styrofoam
5. Karet sintetis

Ciri Ciri nya :

1. Berasal dari bahan non-hayati atau buatan manusia.
2. Umumnya tahan lama dan sulit terurai.
3. Sering kali merupakan hasil dari proses industri atau teknologi.
4. Banyak yang bisa didaur ulang atau dimanfaatkan kembali.



Gambar 2.2 Sampah Non-Organik

2.3 Sistem Kontrol Pemantauan Tempat Sampah Pintar

Sistem kontrol monitoring merupakan suatu perangkat untuk memantau dan mengatur perilaku lain untuk mencapai keadaan yang diinginkan. Dalam konteks Tempat Sampah Pintar ini sistem pemantauan sangat penting untuk mengetahui kapasitas sampah dan bahaya nya racun pada rumah sakit.

Pada proyek akhir sistem kendali tempat sampah pintar ini yang diutamakan menggunakan metode secara otomatis. Node MCU ESP32 digunakan dengan input nya yaitu sensor ultrasonik, dan sensor gas.

2.3.1 *Internet Of things (IoT)*

Banyak orang baru mendengar “*Internet Of Things (IoT)*”,tapi cuma sedikit orang yang mengerti apa artinya. Istilah “*Internet Of Things*” biasanya mengarah pada hal-hal dilingkungan kita biasa berkomunikasi menggunakan sinyal internet. Ide ini bertujuan untuk meningkatkan konektivitas Internet yang konstan. Penggambaran IoT terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3 *Internet Of Things (IoT)*

2.3.2 Node MCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah mikrokontroler berbasis chip ESP32 yang dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, serta mendukung pemrograman menggunakan bahasa Arduino C/C++, MicroPython, atau Lua. Modul ini dikembangkan oleh perusahaan Espressif Systems, dan merupakan penerus dari ESP8266 dengan kemampuan yang jauh lebih kuat.

ESP32 mempunyai fitur yang lumayan komplit karena mendukung *input/output* Analog dan *Digital*, PWM, SPI, I2C, dll (Santoso & Sitohang, 2024). Penggunaan Mikrokontroler ESP32 memang sering digunakan karena ESP32 dirancang untuk memenuhi proyek IoT. Berikut adalah bentuk fisik Node MCU ESP32 pada gambar 2.5



Gambar 2.4 Node MCU ESP32

NodeMCU ESP32 dipilih karena lebih kuat dari ESP8266 dan mendukung multitasking. Dalam sistem kami yang memerlukan pengendalian motor, pembacaan sensor berat, dan pengiriman data ke server MQTT, ESP32 bekerja stabil dan cepat

2.3.3 Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronik yang mengukur jarak suatu objek dengan menggunakan gelombang suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik). Gelombang ini tidak dapat didengar oleh telinga manusia.

Cara kerja sensor ultrasonik mirip dengan cara kelelawar atau lumba-lumba mendeteksi objek, yaitu dengan ekolokasi. Sensor ini memiliki dua komponen utama:

- Pemancar (Transmitter): Bagian ini menghasilkan gelombang suara ultrasonik.
- Penerima (Receiver): Bagian ini mendengarkan gema dari gelombang suara yang memantul kembali setelah mengenai objek.

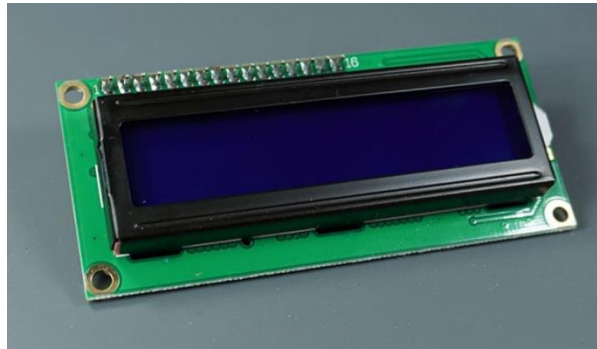
Berikut adalah gambar fisik dari sensor ultrasonik :



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik

2.3.4 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah singkatan dari Liquid Crystal Display, yaitu layar datar yang menggunakan cairan kristal sebagai media untuk menampilkan gambar, teks, angka, dan simbol. LCD tidak menghasilkan cahaya sendiri, melainkan mengatur cahaya latar (backlight) untuk menampilkan tampilan yang terlihat oleh mata manusia.



Gambar 2.6 LCD

LCD banyak digunakan pada berbagai perangkat elektronik seperti televisi, monitor, kalkulator, jam digital, dan juga mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 dalam berbagai proyek IoT dan otomatisasi, termasuk tempat sampah otomatis.

2.3.5 Servo SG90 Metal Gear

Servo SG90 Metal Gear adalah jenis servo motor kecil (mikroservo) yang dirancang untuk memberikan gerakan presisi dalam sistem elektronik, robotika, dan otomasi. Berbeda dengan SG90 biasa yang menggunakan gear plastik, versi Metal Gear dilengkapi dengan roda gigi logam di dalamnya, sehingga lebih kuat, tahan lama, dan lebih andal dalam menghadapi beban mekanis.



Gambar 2.7 Servo SG90 MetalGear

Servo motor memiliki berbagai jenis dan ukuran, namun salah satu tipe yang paling populer dalam pengembangan sistem berbasis Arduino atau mikrokontroler lainnya adalah servo SG90. Pada perkembangannya, muncul varian SG90 Metal Gear, yaitu servo SG90 yang menggunakan roda gigi berbahan logam (metal) sebagai pengganti roda gigi plastik. Penggunaan roda gigi logam memberikan keunggulan berupa kekuatan mekanik yang lebih tinggi, ketahanan terhadap beban, dan umur pakai yang lebih panjang.

2.3.6 MQ135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang banyak digunakan untuk mendeteksi kualitas udara, khususnya keberadaan gas-gas berbahaya seperti amonia (NH_3), karbon monoksida (CO), benzene, alkohol, asap, dan gas-gas beracun lainnya. Sensor ini umum digunakan dalam proyek-proyek IoT (Internet of Things), sistem monitoring udara, atau deteksi polusi.



Gambar 2.8 MQ135

Kualitas udara di lingkungan rumah sakit memiliki peran penting dalam menunjang kesehatan pasien, tenaga medis, dan staf lainnya. Rumah sakit merupakan tempat dengan tingkat aktivitas kimia dan biologis yang tinggi, di mana berbagai zat kimia digunakan untuk keperluan sterilisasi, disinfeksi, penelitian, dan pengobatan. Beberapa dari zat tersebut dapat menghasilkan gas beracun atau berbahaya, yang jika terhirup dalam konsentrasi tinggi atau dalam jangka waktu lama, dapat mengganggu kesehatan atau bahkan menyebabkan kematian.

Sensor MQ-135 merupakan solusi ekonomis dan praktis untuk melakukan monitoring kualitas udara di rumah sakit. Dengan kemampuannya mendeteksi berbagai jenis gas beracun seperti amonia, karbon monoksida, dan senyawa organik volatil, sensor ini dapat membantu meningkatkan keamanan lingkungan rumah sakit secara signifikan. Namun, untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan, diperlukan kalibrasi yang baik, pemilihan lokasi pemasangan yang tepat, dan integrasi dengan sistem kontrol atau notifikasi yang memadai.

2.3.7 Blynk

Blynk adalah sebuah platform Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memudahkan proses pengembangan aplikasi berbasis IoT, khususnya dalam menghubungkan perangkat mikrokontroler seperti, ESP32 dan sejenisnya dengan aplikasi mobile. Blynk memungkinkan pengguna untuk membuat antarmuka grafis (GUI) secara intuitif melalui aplikasi pada smartphone, yang kemudian dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan perangkat secara real-time melalui jaringan internet.

Ada 3 bagian mendasar dalam tahap *blynk*, tepatnya aplikasi *blynk* yang digunakan untuk membuat titik koneksi dengan gadget yang diberikan, server *blynk* yang bertanggung jawab atas semua respons dari ponsel dan peralatan, serta perpustakaan *blynk*. Server dan proses input dan output berkomunikasi dengan *blynk*. Gambar 2.9 menggambarkan ilustrasi *blynk* sebagai berikut.



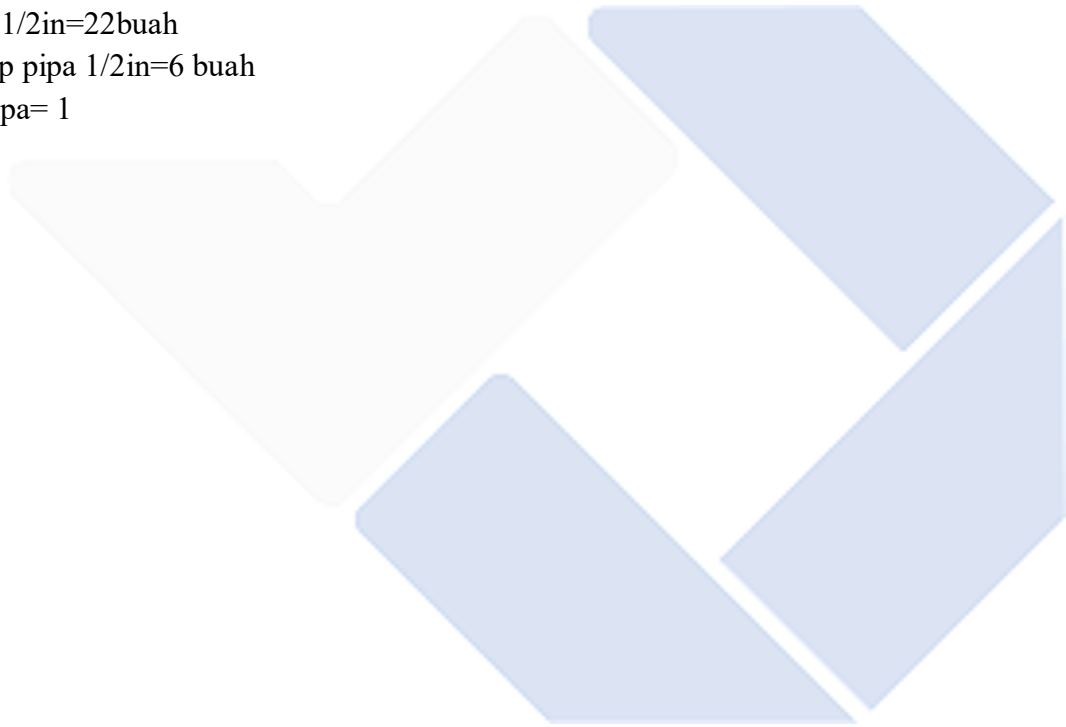
Gambar 2.9 Ilustrasi Blynk

Pada proyek akhir ini aplikasi *Blynk* digunakan untuk menampilkan pemantauan ketinggian dan sampah beracun. Dengan menggunakan *blynk* dalam proyek Perancangan Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT. Pada proyek akhir ini bisa menggabungkan pemantauan, pengendalian, dan konektivitas untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan dalam monitoring tempat sampah pintar.

2.4 Komponen Tambahan

Pada proyek akhir ini juga dibutuhkan komponen tambahan sebagai kaki dan penyangga tempat sampah agar bisa disesuaikan ketinggiannya dengan orang dewasa, dikarenakan petugas rumah sakit merupakan orang dewasa. Adapun beberapa komponen yang digunakan sebagai berikut.

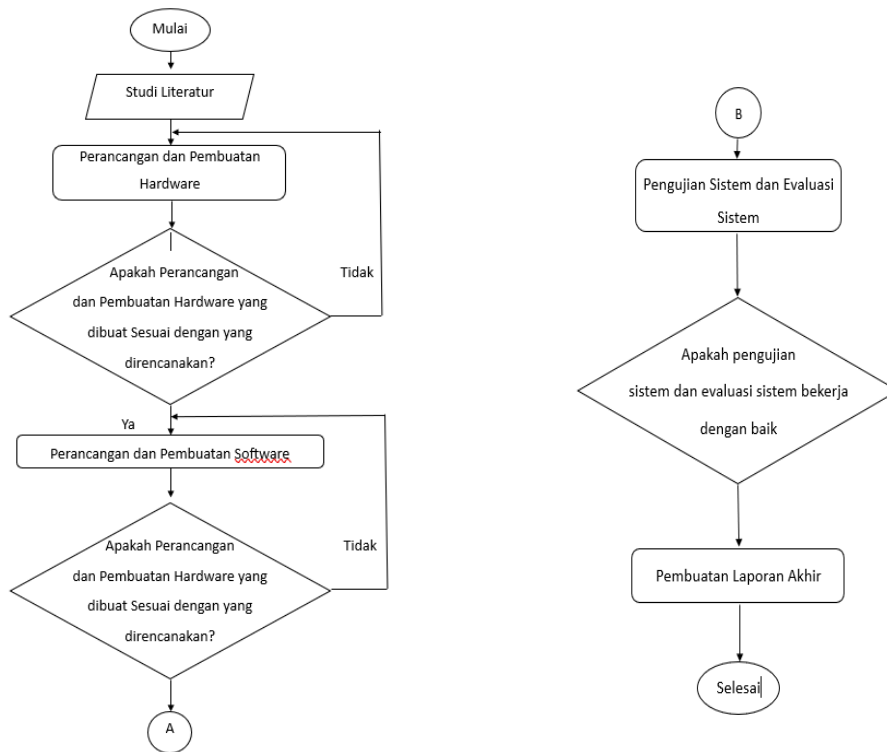
1. Pipa $1/2$ in= 4 batang
2. Elbow $1/2$ in=12 buah
3. Pipa T $1/2$ in=22buah
4. Penutup pipa $1/2$ in=6 buah
5. Lem pipa= 1



BAB III

METODE PELAKSANAAN

Diagram flowchart berikut menggambarkan metode pelaksanaan yang di bahas dalam bab ini selama proses pengerjaan proyek akhir.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Pelaksanaan

3.1 Studi Literatur

Masalah sistem pemantauan persentase tempat sampah pintar berbasis IoT saat ini sedang diidentifikasi saat ini. Untuk memahami konsep pengukuran ketinggian isi sampah dan sampah yang mengandung racun (B3), data dikumpulkan dengan mencari sejumlah referensi jurnal terkait. Untuk keberhasilan proyek akhir, penyebaran informasi spesifik komponen juga penting. Data jenis sensor yang digunakan, komponen hardware, mikrokontroler, dan perangkat lunak untuk membuat aplikasi untuk *smartphone* adalah di antara detailnya.

3.2 Perancangan dan Pembuatan *Hardware*

Perancangan Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT Pada Rumah Sakit Umum di Sungailiat dibangun pada tahap ini dengan perancangan dan manufaktur. Pada tahap perancangan dan pembuatan *hardware* meliputi sebagai berikut.

3.2.1 Perancangan *Hardware* Kontruksi Alat

Perancangan Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT pada Rumah Sakit Umum di Sungailiat dibangun menggunakan tiga wadah yang masing-masing diperuntukkan bagi jenis sampah berbeda, seperti sampah medis infeksius, sampah non-medis, dan sampah organik. Ketiga wadah ditempatkan pada rangka penyangga berbahan *pipa PVC* yang dirancang kokoh dan tahan terhadap lingkungan rumah sakit yang sibuk.

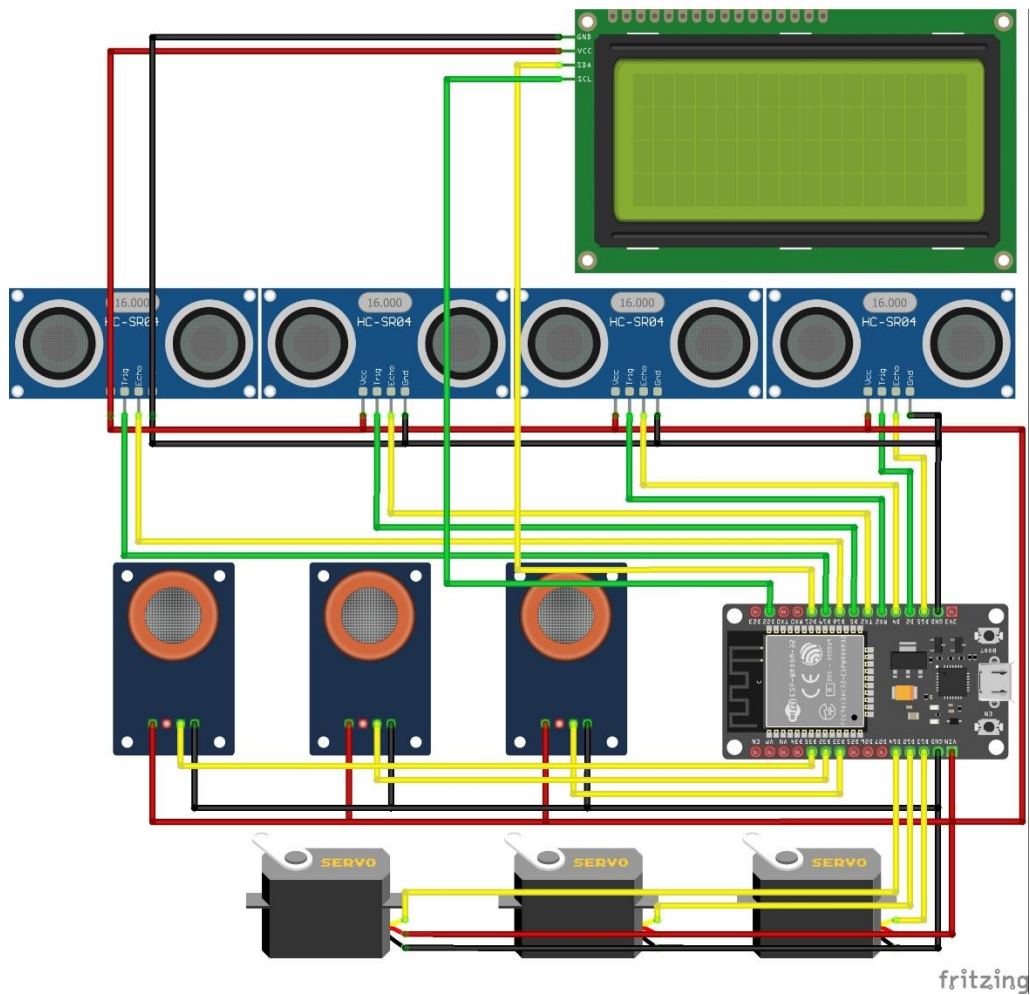
3.2.2 Pembuatan *Hardware* Kontruksi Alat

Didalam Lingkungan Rumah Sakit Umum Sungailiat dibuat alat-alat kontruksi. Tempat sampah, kotak kontrol, dan kontruksi pipa pvc merupakan beberapa alat yang di buat. Peralatan dibangun dengan cara yang sejalan dengan perancangan yang direncanakan sebelumnya. Pembuatan alat, yang meliputi tahap-tahap berikut.

1. Menggunakan *cover box* plastik dengan ukuran panjang 20cm, lebar 10cm, dan tinggi 10cm sebagai wadah untuk elektrik *hardware*.
2. Merakit dudukan tempat sampah menggunakan *pipa*, *elbow*, *pipa T*, dan *penutup pipa*.
3. Memasang tempat sampah pada dudukan yang telah di rakit.
4. Memasang sensor ultrasonik 1 pada bagian depan tempat sampah untuk mendeteksi keberadaan objek.
5. Memasang sensor ultrasonik 2,3,4 diatas pada bagian dalam tempat sampah guna mendeteksi ketinggian permukaan tempat sampah / mengukur persentase sampah.
6. Memasang sensor MQ135 (Sensor Gas) diatas pada bagian dalam tempat sampah guna untuk mendeteksi racun (B3) pada rumah sakit.
7. Memasang *cover box* plastik pada bagian depan tempat sampah untuk menyimpan rangkaian elektrik.

3.2.3 Perancangan *Hardware* Rangkaian Elektrik (Wiring Diagram)

Pada tahap ini, rancangan rangkaian elektrik melalui aplikasi *Fritzing* dalam kontruksi elektrik. Selanjut nya adalah rencana konfigurasi rangkaian elektrik, pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rancangan *Hardware* Rangkaian Elektrik

3.2.4 Pemasangan *Hardware* Rangkaian Elektrik

Memasang komponen-komponen yang digunakan dicover box dan diluar cover box memasuki tahapan pembuatan dan mennyusun *hardware* rangkaian *elektrik*. Tahapan pembuatan alat adalah sebagai berikut.

1. Merakit komponen pengontrol didalam cover box bagian depan tempat sampah seperti Node MCU ESP32, LCD, dan Adaptor.
2. Memasang sensor ultrasonik dan me wiring yang diletakkan di atas cover box dan di atas bagian dalam tempat sampah.
3. Pemasangan sensor gas (MQ135) dan me wiring yang diletakkan juga didalam kotak sampah bagian atas untuk mendeteksi racun.

3.3 Perancangan dan Pembuatan *Software*

Pada tahap ini perancangan dan pembuatan perangkat software untuk aplikasi IoT dalam pembuatan Tempat Sampah Pintar yang dibuat menggunakan aplikasi *Blynk*.

3.3.1 Perancangan *Software*

Perangkat *software* untuk monitoring Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT dibuat dengan cara memprogramkan Node MCU ESP32 Menggunakan *Arduino IDE* agar sensor dapat mendeteksi sampah lalu dikirim ke sebuah aplikasi *blynk* melalui jaringan *Wi-Fi*. Selanjut nya membuat desain tampilan aplikasi untuk *smartphone* yang bisa untuk membuka dan tutup tempat sampah yang dapat dikontrol melalui *smartphone*.

3.3.2 Pembuatan *Software*

Pada tahap pembuatan *software* juga dilakukan dengan desain yang telah direncanakan. Tahap ini menggabungkan peningkatan pemrograman untuk mikrokontroler.

Tahapan pemrograman untuk mikrokontroler sebagai berikut ini.

1. Pemrograman ESP32 di *Arduino IDE* untuk menampilkan pengubahan data dari sensor ultrasonik dan sensor gas (MQ135) agar bisa ditampilkan pada LCD dan *smartphone* yaitu *blynk*
2. Pemrograman ESP32 untuk menampilkan aman atau bahaya sampah pada *smartphone* yaitu *blynk* dan persentase sampah pada LCD dan *smartphone*

3.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh sistem pada tempat sampah pintar berbasis IoT dapat berjalan sesuai fungsi yang telah dirancang, baik dari sisi mekanik, elektronik, maupun komunikasi data IoT. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat performa alat dalam kondisi nyata di lingkungan rumah sakit serta mengevaluasi interaksi antar komponen.

3.5 Pembuatan Laporan Akhir

Pada tahap penyusunan laporan merupakan langkah terakhir pada pengembangan proyek akhir. Oleh karena itu, saat menyusun makalah untuk proyek akhir ini, penting untuk mencantumkan segala hal yang terkait dengan pembuatan proyek tersebut, mulai dari pengantar, teori dasar, metode pelaksanaan, kesimpulan, dan saran.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan *Hardware* Tempat Sampah

Perencanaan pembuatan hardware merupakan tahap awal yang sangat penting dalam pengembangan sistem tempat sampah pintar berbasis IoT. Perencanaan ini mencakup desain fisik, pemilihan material, konfigurasi sensor, serta integrasi elektronik yang menunjang sistem otomatisasi dan monitoring secara real-time. Perencanaan dilakukan secara sistematis agar hasil akhir memenuhi aspek fungsional, estetika, dan keamanan, terutama karena alat akan digunakan di lingkungan rumah sakit yang membutuhkan standar kebersihan dan efisiensi tinggi. Berikut untuk tempat sampah yang telah dirakit pada gambar 4.1.

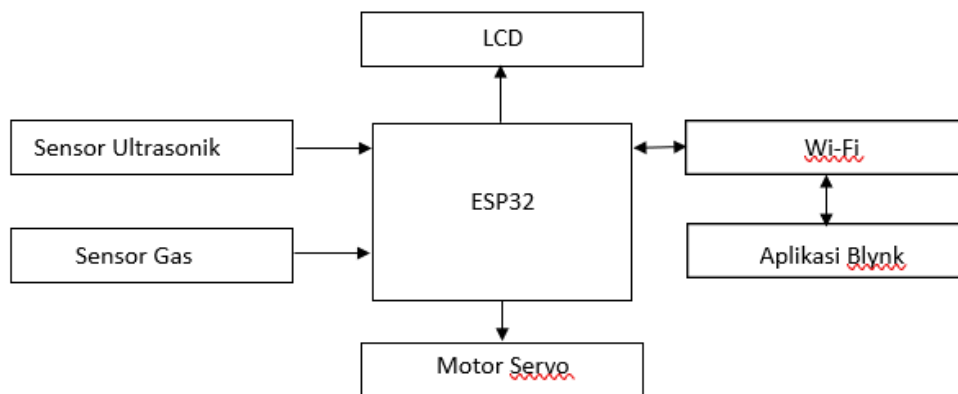


Gambar 4.1 Pembuatan *Hardware* Tempat Sampah

Pada gambar 4.1 menunjukkan hasil pembuatan *hardware* tempat sampah pintar berupa 3 macam tempat sampah, organik, non organik, dan B3 yang semua memiliki sensor gas (MQ135) yang difokus kan pada sampah beracun.

4.2 Perancangan dan Perakitan *hardware* Elektrik

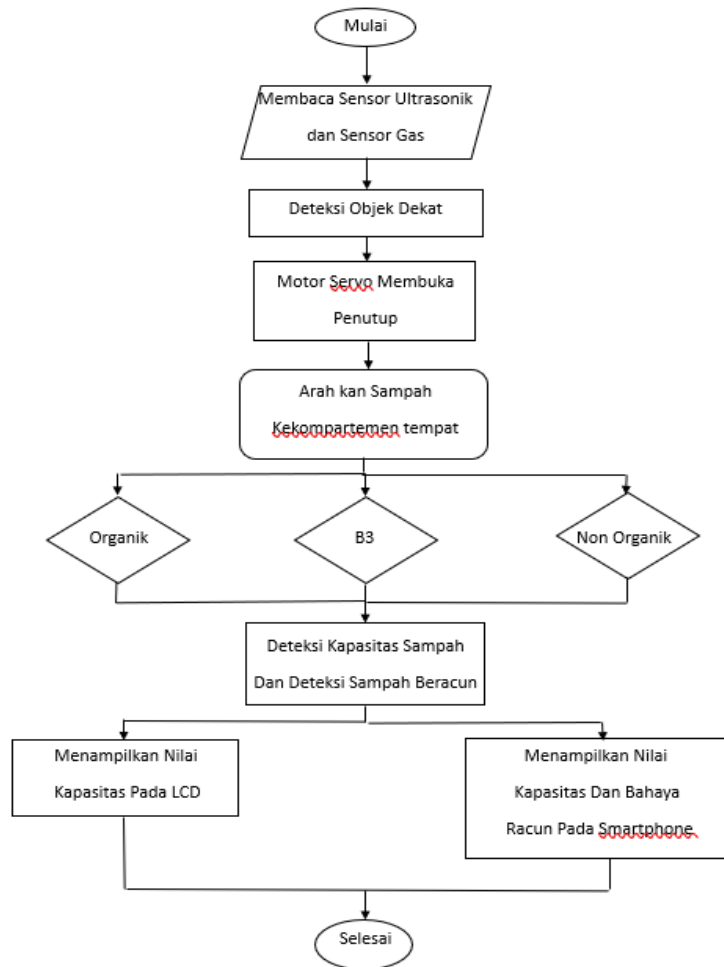
Perancangan dan perakitan *hardware* yang berfungsi sebagai kontroller atau pengendali bagian alat-alat yang digunakan untuk memantau kapasitas tempat sampah dan bahaya dari racun. Setelah selesai merancang perencanaan *hardware* sistem tempat sampah pintar, proses selanjutnya adalah merancang diagram blok. Beberapa fungsi diagram blok antara lain: Menggambarkan hubungan antar komponen. Berikut ini adalah diagram blok yang telah kami buat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Blok Diagram.

Pada gambar 4.2 ketika ESP 32 dinyalakan dan sudah terhubung dengan koneksi jaringan Wi-Fi, sensor ultrasonik yang sebagai input mendeteksi keberadaan orang pada jarak tertentu maka ESP32 akan mengaktifkan motor untuk membuka tutup tempat sampah dan jika objek tersebut menjauh, maka motor akan menutup otomatis pada beberapa detik, lalu sensor ultrasonik pada bagian dalam tempat sampah akan mendeteksi ketinggian permukaan sampah dan ESP32 akan menampilkan persentase kapasitas tempat sampah pada LCD, *blynk*. Sensor gas juga melalui proses yang sama, yaitu jika terdeteksi racun, maka ESP32 akan mengirim perintah ke *blynk* untuk menampilkan tanda bahaya pada isi tempat sampah.

4.3 Flowchart Sistem Kontrol



Gambar 4.3 Flowchart Sistem Kontrol

Pada gambar diatas merupakan flowchart sistem kontrol yang dimana tempat sampah pintar akan berkerja ketika power dinyalakan. Jika sudah dinyalakan sensor ultrasonik 1 akan membaca objek terdekat dan ESP32 akan mengaktif kan motor untuk membuka tutup tempat sampah, lalu pembuang sampah akan memilih tempat sampah sesuai pada sampah yang akan di buang, jika orang salah membuang sampah beracun, maka sensor gas akan mendeteksi racun dan akan mengirim notif bahaya pada *smartphone*. Lalu sensor ultrasonik 2,3,4 akan mendeteksi ketinggian permukaan sampah yang akan ditampilkan di LCD dan mengirim ke petugas sampah agar bisa monitoring kapasitas sampah melalui jaringan internet Wi-Fi.

4.4 Pengujian *Hardware* Elektrik

Pengujian *hardware* ini bertujuan untuk mengetahui apakah komponen yang digunakan dapat digunakan untuk proyek akhir ini. Sensor ultrasonik , sensor gas (MQ135) adalah komponen yang digunakan.

4.4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Pengujian ketinggian permukaan isi sampah menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan ketinggian isi sampah di hitung oleh ESP 32 pada program yang sudah dibuat yang menghasilkan persentase sampah. Berikut tabel 4.1 hasil pengujian sensor ultrasonik.

Kategori Sampah	Jarak Awal (cm)	Jarak Akhir (cm)	Persentase
Organik	20	5	75%
B3	20	0	100%
Non Organik	20	15	25%

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik.

4.4.2 Pengujian Sensor Gas (MQ135)

Pengujian sensor gas MQ-135 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan gas berbahaya atau bau tidak sedap yang biasa muncul dari limbah medis, terutama limbah B3 di lingkungan rumah sakit. Berikut tabel 4.2 merupakan hasil pengujian sensor gas.

Keterangan:

- Ambang batas ditentukan dalam kode program, misalnya nilai ADC dari sensor > 200 menunjukkan kondisi “Bahaya”.
- Waktu respon dihitung dari saat sensor terkena gas hingga status di LCD berubah.
- Notifikasi Blynk dikonfigurasi untuk aktif saat sensor mendeteksi nilai di atas ambang batas.

No	Bahan Uji yang Digunakan	Kondisi Awal	Deteksi Sensor	Status di Aplikasi (Blynk)	Waktu Respon (detik)
1	Udara normal (tanpa gangguan)	Udara bersih	< ambang batas	Aman	0
2	Asap korek api gas (butana)	Paparan asap	> ambang batas	Bahaya	2–3
3	Alkohol 70% (disemprotkan)	Uap alkohol ringan	> ambang batas	Bahaya	2
4	Waktu 10 detik setelah pengujian	Udara mulai bersih	< ambang batas	Aman	3–5
5	Udara terbuka (ventilasi menyala)	Lingkungan netral	< ambang batas	Aman	0

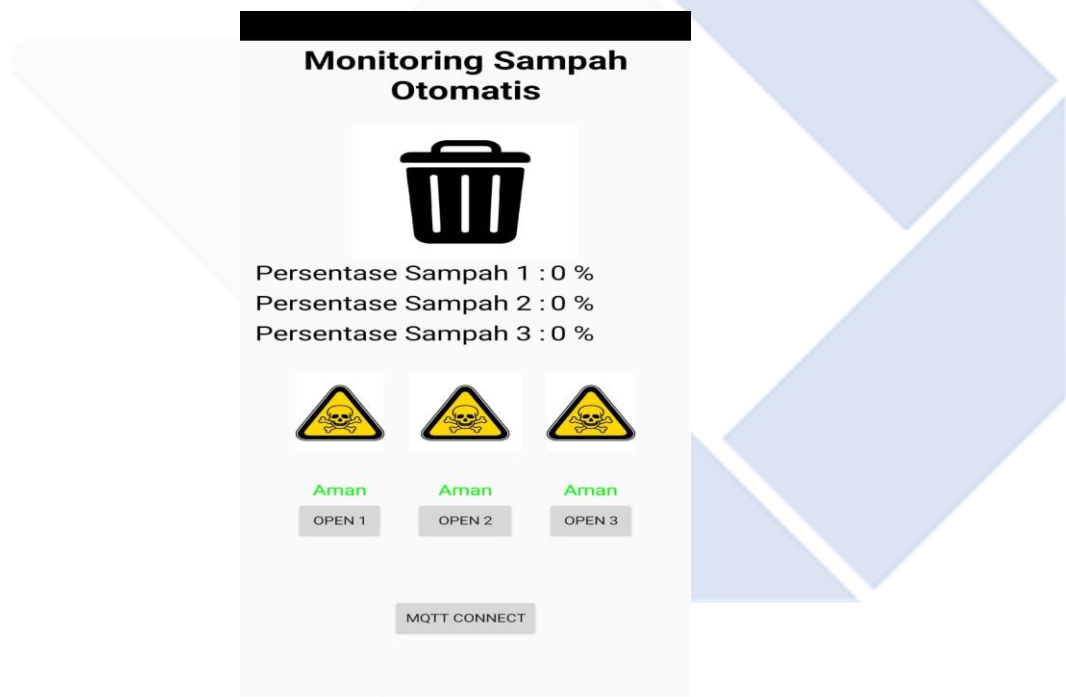
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Gas (MQ135).

4.5 Pembuatan Software

Pembuatan *software* pada sistem Tempat Sampah Pintar berfungsi untuk pemantauan kapasitas sampah pada *smartphone* (*blynk*). Digunakan untuk memprogram perangkat lunak guna merancang dan membangun sistem monitoring.

4.5.1 Pembuatan Tampilan *Internet Of Things* (IoT) pada *Smartphone*

Pembuatan tampilan ini menggunakan aplikasi *blynk*. Siapapun juga bisa menggunakan aplikasi ini dan mendownloadnya dari playstore di *Android*. Maksud dari pembuatan program ini untuk menampilkan persentase sampah dan bahaya nya sampah beracun yang di koneksi melalui internet di *smartphone*. Berikut adalah hasil gambar tampilan aplikasi monitoring.



Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi Monitoring.

4.5.2 Pengujian Notifikasi pada *Smartphone*

Pengujian notifikasi dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke aplikasi. Data dari sensor dikirim secara real-time dan notifikasi dikirimkan ke petugas jika kapasitas mencapai ambang batas tertentu. Berikut tabel hasil pengujian notifikasi.

Kondisi	Persentase	Status Notifikasi
Normal	< 25%	Tidak Ada
Waspada	29-79%	Tidak Ada
Penuh	$\geq 80\%$	Notifikasi Terkirim

Tabel 4.3 Hasil pengujian notifikasi pada *smartphone*.

4.5.3 Pembahasan Sistem Kerja

Sistem tempat sampah otomatis ini bekerja secara terpadu antara sensor, mikrokontroler (ESP32), dan platform IoT (Firebase). Berikut alur kerjanya:

- Deteksi Kapasitas: Sensor ultrasonik membaca tinggi permukaan sampah dari setiap kategori.
- Pemrosesan Data: Data jarak dikonversi menjadi persentase kapasitas.
- Klasifikasi Status: Kapasitas dibandingkan dengan ambang batas:
 - <25%: status hijau (kosong)
 - 25–79%: status kuning (waspada)
 - $\geq 80\%$: status merah (penuh)
- Pengiriman Data: Data dikirim ke Firebase dan ditampilkan pada aplikasi dashboard.
- Notifikasi: Jika kapasitas $\geq 80\%$, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan rumah sakit.

4.6 Analisis Keberhasilan Sistem

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

Sensor mampu membaca data kapasitas dengan akurasi ± 2 cm.

Sistem notifikasi berfungsi real-time dengan latensi rata-rata < 2 detik.

Alat dapat mengklasifikasikan sampah secara manual berdasarkan input pengguna (melalui tombol/penutup manual), namun dapat dikembangkan menjadi otomatis menggunakan sensor warna atau barcode.

4.6.1 Keunggulan dan Kelemahan Sistem

Keunggulan:

- Membantu pengelolaan sampah yang lebih efisien dan responsif di lingkungan rumah sakit.
- Mengurangi risiko penumpukan sampah B3 yang berbahaya.
- Sistem realtime monitoring via IoT.

Kelemahan:

- Sistem masih bergantung pada koneksi internet untuk pengiriman notifikasi.
- Tidak ada fitur identifikasi otomatis jenis sampah (masih perlu dikembangkan).
- Daya tahan sensor menurun jika terkena uap atau kotoran dari sampah.

4.6.2 Rencana Pengembangan

Untuk tahap selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan fitur-fitur seperti:

- Otomatisasi klasifikasi sampah menggunakan sensor warna atau kamera AI.
- Integrasi dengan sistem manajemen rumah sakit untuk laporan harian pengangkutan.
- Penambahan panel surya sebagai sumber energi ramah lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian alat tempat sampah pintar berbasis IoT di Rumah Sakit Umum Sungailiat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem tempat sampah pintar berhasil dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik untuk memantau kapasitas masing-masing kompartemen secara real-time, dan sensor gas (MQ135) untuk mendeteksi racun B3.
2. Penggunaan mikrokontroler ESP32 memungkinkan integrasi data sensor dengan platform IoT (Firebase) untuk memberikan notifikasi otomatis kepada petugas kebersihan rumah sakit ketika kapasitas tempat sampah mencapai $\geq 80\%$.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi tingkat kapasitas dengan akurasi cukup tinggi (± 2 cm) dan sistem notifikasi bekerja dengan latensi kurang dari 2 detik.
4. Tempat sampah ini dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan limbah rumah sakit serta mengurangi potensi kontaminasi silang, khususnya untuk limbah B3 yang berbahaya.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan peningkatan sistem di masa mendatang, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu ditambahkan sistem klasifikasi otomatis terhadap jenis sampah menggunakan sensor warna, sensor logam, atau kamera berbasis kecerdasan buatan (AI) untuk mengurangi ketergantungan pada input manual.
2. Perangkat perlu dilengkapi dengan sumber daya alternatif seperti panel surya agar sistem dapat beroperasi secara mandiri dan ramah lingkungan.
3. Diperlukan pelindung khusus pada sensor (terutama sensor ultrasonik) agar lebih tahan terhadap uap, kotoran, dan kelembaban tinggi dari lingkungan sampah.
4. Sistem sebaiknya diintegrasikan dengan platform manajemen rumah sakit agar data volume dan jenis sampah dapat dimanfaatkan untuk laporan dan pengambilan kebijakan pengelolaan limbah secara lebih sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Prasetyo and R. Hadi, “Smart trash bin menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik untuk deteksi penuh,” 2019.
- [2] D. Ramadhan, H. Nugroho, and F. Setiawan, “Prototipe tempat sampah cerdas berbasis Arduino dengan tiga jenis klasifikasi,” 2022.
- [3] D. Sari and H. Nugroho, “Implementasi sensor gas MQ-135 pada sistem deteksi limbah B3 berbasis Arduino,” 2020.
- [4] E. Santoso and B. Sitohang, *Pengantar mikrokontroler ESP32 untuk proyek IoT*. Jakarta: Teknologi Nusantara Press, 2024.
- [5] World Health Organization, *Healthcare waste management guidelines*, 2021. [Online]. Available: <https://www.who.int/publications>
- [6] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)*, 2014.
- [7] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*, 2019.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama : Muhammad Ega Rivanda
Kelas : Sungailiat, 12 April 2004
Alamat : Jalan Batin Tikal Sripemandang,
Karya Makmur
No. HP : 0877-9617-7729
Email : egarifanda955@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 9 Perumnas Pemali	Lulus 2016
2. MTS Negeri 1 Bangka	Lulus 2019
3. SMA Negeri 1 Pemali	Lulus 2022
4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2022-Sekarang

3. Pengalaman Kerja

Praktik Kerja Lapangan di PT RAYA SAHABAT MANDIRI

Sungailiat, 14 Juli 2025

Muhammad Ega Rivanda

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama : M. Faqih Taqiyuddin Haqani
Kelas : Sungailiat, 22 Maret 2004
Alamat : Jalan Ambalat, Air Ruay
No. HP : 0858-9662-9020
Email : faqihgemesh22@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 14 Pemali	Lulus 2016
2. SMP Negeri 2 Sungailiat	Lulus 2019
3. SMA Negeri 1 Pemali	Lulus 2022
4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2022-Sekarang

3. Pengalaman Kerja

Praktik Kerja Lapangan di PT Gunung Maras Lestari POM

Sungailiat, 14 Juli 2025

M. Faqih Taqiyuddin Haqani

Lampiran 2. Program Alat Penelitian

(notif,ino)

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#include <WiFi.h>
```

```
#include <PubSubClient.h>
```

```
#include <ESP32Servo.h>
```

```
//Object Library
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 7);
```

```
WiFiClient espClient;
```

```
PubSubClient client(espClient);
```

```
Servo servo1;
```

```
Servo servo2;
```

```
Servo servo3;
```

```
const char* mqtt_server = "broker.hivemq.com";
```

```
const char* ssid = "RedmiNote13";
```

```
const char* password = "12345678";
```

```
#define TRIG_PIN_1 2
```

```
#define ECHO_PIN_1 15
```

```
#define TRIG_PIN_2 4
```

```
#define ECHO_PIN_2 16
```

```
#define TRIG_PIN_3 17
```

```
#define ECHO_PIN_3 5
```

```
#define TRIG_PIN_4 19
```

```
#define ECHO_PIN_4 18
```



```

#define servoPin1 13
#define servoPin2 12
#define servoPin3 14

int trigPins[] = {TRIG_PIN_1, TRIG_PIN_2, TRIG_PIN_3, TRIG_PIN_4};
int echoPins[] = {ECHO_PIN_1, ECHO_PIN_2, ECHO_PIN_3, ECHO_PIN_4};

char buff[20];
float jarak1;
float jarak2;
float jarak3;
int persentase1;
int persentase2;
int persentase3;
#define Tinggi_Tempat_Sampah 40
#define jarakbuka 50
unsigned long time_now;
unsigned long previousMillis1 = 0;
unsigned long previousMillis2 = 0;
unsigned long previousMillis3 = 0;

bool servo1Active = false;
bool servo2Active = false;
bool servo3Active = false;

unsigned long currentMillis;
const unsigned long interval = 8000;

void setup() {

```

```

Serial.begin(115200);

lcd.init();

lcd.backlight();

for (int i = 0; i < 4; i++) {

    pinMode(trigPins[i], OUTPUT);

    pinMode(echoPins[i], INPUT);

}

servo1.attach(servoPin1);

servo2.attach(servoPin2);

servo3.attach(servoPin3);

lcdPrint(0,0,">>>>POLMAN BABEL<<<<");

lcdPrint(0,1," Tempat Sampah Auto ");

lcdPrint(0,2,"  M. Ega Rivanda  ");

lcdPrint(0,3,"  M. Faqih T.Q  ");

servo1.write(0);

servo2.write(90);

servo3.write(0);

delay(2000);

setup_wifi();

client.setServer(mqtt_server, 1883);

client.setCallback(callback);

}

void loop() {

    currentMillis = millis();

    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED){setup_wifi();}

    if (!client.connected() && WiFi.status() == WL_CONNECTED){reconnect();}

    client.loop();

    Ultrasonic();

```

```

if (servo1Active && currentMillis - previousMillis1 >= interval) {
    servo1.write(0);
    servo1Active = false;
}

if (servo2Active && currentMillis - previousMillis2 >= interval) {
    servo2.write(90);
    servo2Active = false;
}

if (servo3Active && currentMillis - previousMillis3 >= interval) {
    servo3.write(0);
    servo3Active = false;
}
}

```

(function.ino)

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <ESP32Servo.h>

//Object Library
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 7);
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
Servo servo1;
Servo servo2;

```

```

Servo servo3;

const char* mqtt_server = "broker.hivemq.com";
const char* ssid = "Oxygen_2.4Ghz";
const char* password = "1223334444";

#define TRIG_PIN_1 2
#define ECHO_PIN_1 15
#define TRIG_PIN_2 4
#define ECHO_PIN_2 16
#define TRIG_PIN_3 17
#define ECHO_PIN_3 5
#define TRIG_PIN_4 19
#define ECHO_PIN_4 18
#define servoPin1 13
#define servoPin2 12
#define servoPin3 14

int trigPins[] = {TRIG_PIN_1, TRIG_PIN_2, TRIG_PIN_3, TRIG_PIN_4};
int echoPins[] = {ECHO_PIN_1, ECHO_PIN_2, ECHO_PIN_3, ECHO_PIN_4};

char buff[20];
float jarak1;
float jarak2;
float jarak3;
int persentase1;
int persentase2;
int persentase3;
#define Tinggi_Tempat_Sampah 40

```

```

#define jarakbuka 50

unsigned long time_now;
unsigned long previousMillis1 = 0;
unsigned long previousMillis2 = 0;
unsigned long previousMillis3 = 0;

bool servo1Active = false;
bool servo2Active = false;
bool servo3Active = false;

unsigned long currentMillis;
const unsigned long interval = 8000;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  for (int i = 0; i < 4; i++) {
    pinMode(trigPins[i], OUTPUT);
    pinMode(echoPins[i], INPUT);
  }
  servo1.attach(servoPin1);
  servo2.attach(servoPin2);
  servo3.attach(servoPin3);
  lcdPrint(0,0,">>>>POLMAN BABEL<<<<");
  lcdPrint(0,1," Tempat Sampah Auto ");
  lcdPrint(0,2,"  M. Ega Rivanda  ");
  lcdPrint(0,3,"  M. Faqih T.Q  ");
  servo1.write(0);

```

```

servo2.write(90);
servo3.write(0);
delay(2000);
setup_wifi();
client.setServer(mqtt_server, 1883);
client.setCallback(callback);
}

void loop(){
  currentMillis = millis();
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED){setup_wifi();}
  if (!client.connected() && WiFi.status() == WL_CONNECTED){reconnect();}
  client.loop();
  Ultrasonic();
  if (servo1Active && currentMillis - previousMillis1 >= interval) {
    servo1.write(0);
    servo1Active = false;
  }
  if (servo2Active && currentMillis - previousMillis2 >= interval) {
    servo2.write(90);
    servo2Active = false;
  }
  if (servo3Active && currentMillis - previousMillis3 >= interval) {
    servo3.write(0);
    servo3Active = false;
  }
}

```

(mqtt.ino)

```
void callback(char* topic, byte* message, unsigned int length) {
```

```
    Serial.print("Pesan MQTT diterima di topik: ");
```

```
    Serial.println(topic);
```

```
    String msg;
```

```
    for (unsigned int i = 0; i < length; i++) {
```

```
        msg += (char)message[i];
```

```
    }
```

```
    Serial.print("Isi pesan: ");
```

```
    Serial.println(msg);
```

```
    if (String(topic) == "tempat/sampah/faqih/ega1") {
```

```
        servo1.write(90);
```

```
        previousMillis1 = currentMillis;
```

```
        servo1Active = true;
```

```
    }
```

```
    if (String(topic) == "tempat/sampah/faqih/ega2") {
```

```
        servo2.write(0);
```

```
        previousMillis2 = currentMillis;
```

```
        servo2Active = true;
```

```
    }
```

```
    if (String(topic) == "tempat/sampah/faqih/ega3") {
```

```
        servo3.write(90);
```

```
        previousMillis3 = currentMillis;
```

```
        servo3Active = true;
```

```
    }
```

```
}
```

```
void setup_wifi() {  
  lcdPrint(0,0,">>>>POLMAN BABEL<<<<");  
  lcdPrint(0,1," Menghubungkan Wifi ");  
  lcdPrint(0,2," SSID WiFi : Oxygen ");  
  lcdPrint(0,3," .....");  
  delay(10);  
  Serial.println();  
  Serial.print("Menghubungkan ke WiFi ");  
  Serial.println(ssid);  
  WiFi.begin(ssid, password);  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
  }  
  Serial.println();  
  Serial.print("Terhubung ke WiFi dengan IP: ");  
  lcdPrint(0,0,"<<<<POLMAN BABEL>>>>");  
  lcdPrint(0,1," Terhubung Ke Wifi. ");  
  lcdPrint(0,2," SSID WiFi : Oxygen ");  
  lcdPrint(0,3,"IP :      ");  
  char ipAddress[16]; // Buffer large enough to hold an IP address (e.g., "192.168.1.1")  
  strcpy(ipAddress, WiFi.localIP().toString().c_str());  
  lcdPrint(5, 3, ipAddress);  
  Serial.println(WiFi.localIP());  
}
```



```

void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Menghubungkan ke MQTT... ");
    String clientId = "ESP32Client_" + String(random(1000, 9999));
    if (client.connect(clientId.c_str())) {
      Serial.println("Berhasil!");
      client.subscribe("tempat/sampah/faqih/ega1");
      client.subscribe("tempat/sampah/faqih/ega2");
      client.subscribe("tempat/sampah/faqih/ega3");
    } else {
      Serial.print("Gagal. Kode: ");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" → Coba lagi dalam 5 detik.");
      delay(5000);
    }
  }
}

```