



Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT

Raemon Syaljumairi[#], Cipto Prabowo[#], Dwi Latiffah Hanum[#]

[#] *Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Padang, 25164, Indonesia*
E-mail: raemon@pnp.ac.id, cipto@pnp.ac.id, dwilatiffahhanumm@gmail.com

ABSTRACTS

The behavior of people who often litter is one of the factors that affect environmental cleanliness. For this reason, an innovative tool is needed, namely the Smart Trash Can that is able to manage waste using a water sensor and determine the capacity and distance of the waste object using an ultrasonic sensor and can perform automatic control of the type of waste using a servo output. This Smart Trash can make it easier for users to manage waste on a small scale. How this tool works uses NodeMCU as a microcontroller to retrieve data generated by rain sensors, ultrasonic sensors, and micro servos. Because NodeMCU already has a wifi module, the data is sent to telegram for garbage notification and communication between trash bins

Manuscript received 22 Nov. 2022; revised 16 Dec. 2022; accepted 22 Mar. 2023 Date of publication 31 Mar. 2023.
International Journal, JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License



ABSTRAK

Perilaku masyarakat yang sering membuang sampah sembarangan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kebersihan lingkungan. Untuk itu diperlukan sebuah inovasi alat yaitu Tempat Sampah Pintar yang mampu mengelola sampah menggunakan sensor air dan mengetahui kapasitas dan jarak objek sampah menggunakan sensor ultrasonic serta dapat melakukan control otomatis jenis sampah dengan menggunakan output servo. Tempat sampah pintar ini dapat memudahkan para pengguna dalam mengelola sampah dalam skala kecil. Cara kerja alat ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler untuk mengambil data yang dihasilkan oleh sensor rain, sensor ultrasonic, dan micro servo. Dikarenakan NodeMCU sudah memiliki modul wifi maka data tersebut dikirimkan ke telegram untuk notifikasi sampah serta komunikasi antar tempat sampah

Keywords / Kata Kunci — *Sampah; Node MCU; Sensor rain; Sensor ultra sonic; Servo; Telegram*

1. PENDAHULUAN

Seluruh teknologi terbaru ini merupakan bagian dari Internet of Things. Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke komputer. IoT juga bisa mencakup teknologi-teknologi sensor lainnya, seperti teknologi nirkabel maupun kode QR yang sering ditemukan di banyak tempat, contoh penerapannya dalam benda yang ada di dunia nyata adalah untuk pengolahan bahan pangan, elektronik, dan berbagai mesin atau teknologi lainnya yang semuanya tersambung ke jaringan lokal maupun global lewat sensor yang tertanam dan selalu menyala aktif. IoT ini mengacu pada mesin atau alat yang bisa diidentifikasi sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis Internet.

Manusia memiliki berbagai kebutuhan pokok yang wajib dipenuhi, salah satunya yaitu kebutuhan akan sekolah. Dalam fungsinya sebagai tempat menuntut ilmu, maka sekolah diharapkan tidak sekedar tempat menuntut ilmu, tetapi sekolah yang layak huni dalam lingkungan yang sehat, aman, serasi, dan teratur. Lingkungan yang bersih merupakan salah satu faktor terciptanya sekolah yang sehat terbebas dari berbagai pencemaran dan penyebaran bibit penyakit. Sekolah menjadi tempat penghasil sampah terbesar selain pasar, rumah tangga, industri dan

perkantoran. Terdapat 180 orang yang melakukan kegiatan setiap harinya (kecuali hari libur) di lingkungan SD N 05 Koto Tuo yang terdiri dari siswa, guru, staf tata usaha, dan pedagang. Rata-rata jumlah sampah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut adalah 50 Kg per hari, yang terdiri dari sampah dedaunan, kertas, plastik, dan sisa makanan. Sampah-sampah tersebut merupakan jenis sampah yang tergolong dapat didaur ulang (recycle). Oleh karena itu pihak sekolah berupaya menyediakan tempat sampah pemisah jenis sampah kering dan basah, agar mempermudah proses pemilahan sampah untuk kemudian di-recycle. Namun penempatan tempat sampah kering dan basah tersebut masih bersifat manual dan kurang produktif, sehingga dalam pelaksanaannya baru berjalan sekitar 50%. Hal ini dikarenakan kesadaran siswa-siswi di sana masih kurang untuk dapat membuang sampah pada tempatnya, ada juga sebagian siswa-siswi yang salah menempatkan sampah pada saat membuangnya (tidak sesuai dengan jenisnya). Dalam konsep sekolah yang nyaman dan bersih, terkadang siswa yang malas membuang sampah dengan alasan yang dikemukakan beragam seperti tempat sampah sering penuh merasa jijik dengan keadaan tong sampah yang kotor, malas menuju ke tempat tong sampah itu berada. Walaupun tempat sampah sudah dilengkapi dengan tutup ternyata masih menimbulkan masalah dikarenakan isi sampah full dan menutup tempat sampah tidak sesuai tempat dari masalah tersebut mengakibatkan keluarnya polusi bau yang berasal dari sampah yang ada di dalamnya yang nantinya dapat mengganggu kesehatan dan kebersihan lingkungan. Sedangkan model tutup tempat sampah terdapat 2 macam yaitu ada yang masih membuka tutup secara manual dan ada yang sudah menggunakan pedal untuk mempermudah untuk mengikat tutup tempat sampah.

Tempat sampah ini di buka secara otomatis dan ada pemisah antara sampah basah dan kering [1]. Tempat sampah ini pemisah antara sampah organik, anorganik dan logam. Juga menampilkan jenis sampah pada LCD [2]. Pada project ini bagaimana bisa mengetahui kondisi sampah, yang penuh atau kosong dari jarak jauh melalui system monitoring menggunakan web server serta bagaimana mengaplikasikan tempat sampah untuk buka tutup otomatis. Untuk mengetahui permasalahan secara real yang terjadi pada tempat sampah yang sering menimbulkan pencemaran bau maka dilakukan survei secara langsung pada di beberapa sekolah sekolah yang ada di sekitar. Salah satu pegawai sekolah yang bekerja disana yaitu oleh bapak Sarbaini dengan jabatan sebagai penjaga sekolah mengatakan bahwa pusat tempat sampah yang ada disekolah sering menyebarkan polusi bau yang dapat mengganggu kesehatan dan kebersihan lingkungan hal tersebut bisa terjadi dikarenakan pusat tempat sampah tersebut terisi full dan tidak mampu menampung sampah yang ada faktor tersebut bisa terjadi dikarenakan jadwal pengambilan sampah oleh petugas sering tidak sesuai jadwal dan terkadang dapat terjadi dikarenakan sampah full sebelum jadwal pengambilan.

Dari kondisi tersebut ditemukan permasalahan yaitu, diperlukan tempat sampah yang memerlukan tutup dan dapat memisahkan sampah basah dan sampah kering[3]. Diperlukan tempat sampah yang dapat memberikan kondisi tempat sampah[4]. Juga diperlukan tempat sampah yang dapat memberitahukan posisi tempat sampah terdekat jika kondisi penuh dan dapat memberikan notifikasi ke petugas untuk segera mengosongkan tempat sampah[4]. Maka dibuatlah penelitian ini untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan judul Tempat Sampah Pintar berbasis IoT.

1.1 Sampah

Sampah adalah material yang dibuang sebagai sisa dari hasil produksi industri maupun rumah tangga. Sesuatu yang dihasilkan dari hewan, tumbuhan, bahkan manusia yang sudah tidak terpakai berpotensi untuk menjadi sisa material buangan. Sisa material tersebut dapat berupa zat cair, padat, maupun gas yang nantinya akan dibuang ke alam. Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah yaitu sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi-padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan. Alex dalam bukunya [1] menjelaskan jenis-jenis sampah lebih rinci sebagai berikut:

1. Berdasarkan Sumbernya
 - a. Sampah alam: sampah yang diproduksi di kehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alami, seperti daun-daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah.
 - b. Sampah manusia: hasil-hasil dari pencernaan manusia, seperti feses dan urin.
 - c. Sampah rumah tangga: sampah dari kegiatan di dalam rumah tangga, sampah yang dihasilkan oleh kebanyakan rumah tangga adalah kertas dan plastik.
 - d. Sampah konsumsi: sampah yang dihasilkan oleh manusia dari proses penggunaan barang seperti kulit makanan dan sisa makanan.
 - e. Sampah perkantoran: sampah yang berasal dari lingkungan perkantoran dan pusat perbelanjaan seperti sampah organik, kertas, tekstil, plastik dan logam.
 - f. Sampah industri: sampah yang berasal dari daerah industri yang terdiri dari sampah umum dan limbah berbahaya cair atau padat.
 - g. Sampah nuklir: sampah yang dihasilkan dari fusi dan fisi nuklir yang menghasilkan uranium dan thorium yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan juga manusia.
2. Berdasarkan Jenisnya
 - a. Sampah organik: buangan sisa makanan misalnya daging, buah, sayuran dan sebagainya.
 - b. Sampah anorganik: sisa material sintesis seperti plastik, logam, kaca, keramik dan sebagainya.

3. Berdasarkan Bentuknya
 - a. Sampah padat: segala bahan buangan selain kotoran manusia, urin dan sampah cair.
 - b. Sampah cair: bahan cairan yang telah digunakan lalu tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah

1.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. IoT sudah berkembang pesat mulai dari penggabungan teknologi nirkabel, MicroElectromechanical Systems (MEMS) dan juga Internet. IoT menggunakan

beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, Radio Frequency Identification (RFID), wireless sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan

IoT juga mencakup banyak teknologi sensor, diantaranya teknologi nirkabel maupun kode QR yang sering ditemukan di sekitar, contoh penerapannya dalam bentuk alat adalah untuk pengolahan bahan pangan, elektronik, dan berbagai mesin atau teknologi lainnya yang tersambung ke jaringan lokal maupun global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. IoT ini mengacu pada mesin atau alat yang bisa diidentifikasi sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis Internet.

1.2.1 NodeMCU

NodeMCU adalah firmware open source berbasis Lua untuk ESP8266 WiFi SOC dari Espressif dan menggunakan sistem file SPIFFS berbasis flash pada modul. NodeMCU diimplementasikan dalam C dan berlapis pada Espressif NON-OS SDK[6]. NodeMCU pada dasarnya merupakan pengembangan dari ESP8266 dengan firmware yang berbasis e-Lua. NodeMcu ini dilengkapi dengan port micro usb yang berfungsi untuk pemrograman maupun power supply. Selain itu, NodeMCU di lengkapi dengan tombol push button yaitu tombol reset dan flash. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan package dari ESP8266. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan c dan hanya berbeda syntax. Jika menggunakan bahasa Lua maka dapat menggunakan tool Lua loader maupun Lua uploader.

NodeMCU juga support dengan software Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan board manager pada Arduino IDE. Sebelum menggunakannya, board ini harus di Flash terlebih dahulu agar support terhadap tool yang akan digunakan. Jika menggunakan Arduino IDE menggunakan firmware yang cocok yaitu firmware keluaran dari AiThinker yang support AT Command. Untuk penggunaan tool loader Firmware yang di gunakan adalah firmware NodeMCU. ESP8266 pada NodeMCU memiliki kemampuan untuk networking yang lengkap dan menyatu baik sebagai client maupun sebagai Access Point. ESP 8266 pada NodeMCU dapat bertindak sebagai client ke suatu wifi router, sehingga saat konfigurasi dibutuhkan setting nama access pointnya dan juga passwordnya, selain itu sebagai Access Point dimana ESP8266 dapat menerima akses wifi.



GAMBAR 1. NodeMCU ESP8266

Berikut spesifikasi dari NodeMCU yang dirangkum ke dalam tabel 1

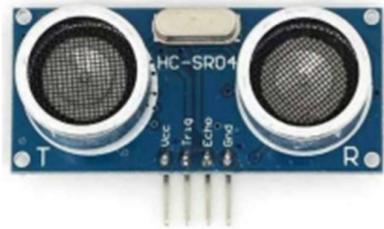
TABEL 1. Spesifikasi NodeMCU

Spesifikasi	NodeMCU V3
Mikrocontroller	ESP8266
Ukuran Board	57 mm X 30 mm
Tegangan input	3,3 - 5v
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WIFI	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2,4 GHz – 22 GHz
USB Port	Micro USB
Card Reader	Tidak ada
USB to Serial Converter	CH340G
GPIO	13 Pin

1.2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor jarak yang bekerja berdasarkan pantulan gelombang suara yang dikeluarkan kemudian pantulan suara yang diterima diproses untuk mengetahui jarak antara sensor dengan objek. Pada sensor ultrasonik, terdapat piezoelectric yang berguna membangkitkan gelombang ultrasonik[4]. Pada HC-SR04 terdapat sepasang transducer ultrasonik yang masing-masingnya berfungsi sebagai transmitter yang bertugas untuk

mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal pulsa gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi 40KHz, dan sebagai receiver yang bertugas untuk menerima sinyal gelombang suara ultrasonik.



GAMBAR 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sebuah sinyal pulsa dengan durasi setidaknya 10 μ S (10 mikrodetik) diterapkan ke pin Trigger. Setelah itu, sensor mentransmisikan gelombang ultrasonik delapan pulsa pada frekuensi 40 KHz. Pola 8-pulsa ini digunakan untuk sebuah penanda sinyal ultrasonik dari modul ini, yang memungkinkan receiver/penerima untuk membedakan pola yang ditransmisikan dari kebisingan ultrasonik sekitar. Delapan pulsa ultrasonik bergerak melalui udara menjauh dari transmitter/pemancar mengarah ke benda atau obyek yang ada di depannya.

Sementara itu pin Echo menjadi HIGH/TINGGI untuk mulai membentuk awal sinyal gema. Jika tidak ada sinyal ultrasonik yang dipantulkan atau diterima oleh receiver selama rentang 38 mS (mili detik), artinya tidak ada obyek atau benda maka sinyal Echo akan Timeout dan kembali menjadi LOW/RENDAH. Sedangkan jika ada sinyal ultrasonik yang dipantulkan atau diterima oleh receiver, maka saat itu juga sinyal Echo langsung berubah menjadi LOW/ RENDAH. Lebar rentang waktu dari sinyal ECHO inilah yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dengan obyek atau benda. Dengan menggunakan persamaan jarak - kecepatan - waktu dari gelombang suara yang merambat pada udara, maka bisa dijabarkan sebagai berikut :

Jarak = Kecepatan x Waktu, dimana kecepatan gelombang suara pada udara adalah = 340 m/s = 0.034 cm/ μ S. Karena jarak tempuh gelombang suara ultrasonik tadi adalah bolak-balik yaitu dari sensor (transmitter) ke obyek dan kembali ke sensor (receiver), maka rumusnya menjadi : Jarak (cm) = Waktu (μ S) * 0.034 / 2

1.2.3 Sensor RainFC-37

Sensor hujan digunakan untuk mendeteksi air dan dapat mendeteksi apa yang dilakukan oleh sensor kelembaban. Sensor hujan FC-37 (atau versi lain seperti YL-83) diatur oleh dua bagian: papan elektronik (di kiri) dan papan kolektor (di sebelah kanan) yang mengumpulkan tetesan air, seperti Gambar berikut:



GAMBAR 3. Sensor Rain FC-37

Sensor hujan memiliki potensiometer bawaan untuk penyesuaian sensitivitas keluaran digital (DO). Ini juga memiliki LED daya yang menyala ketika sensor dihidupkan dan LED keluaran digital. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu output analog dan digital pada rain sensor digunakan untuk melakukan pendeteksian air, dengan kondisi nilai output sensor tinggi pada saat tidak mendeteksi adanya air pada detektor atau papan PCB, sedangkan pada saat sensor mendeteksi adanya air pada detektor atau papan PCB, nilai output sensor akan rendah karena terhubung langsung dengan ground

1.2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo[5]. Berikut ada contoh gambar motor servo.



GAMBAR 4. Motor Servo

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya

2. METODOLOGI PENELITIAN

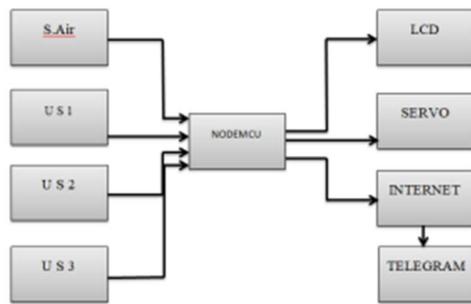
Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam perancangan alat Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT. Alat yang dibuat merupakan alat yang berbasis Internet of Things (IoT) yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu NodeMCU ESP8266, Sensor Ultrasonik HCSR04, Sensor Rain FC-37, Motor Servo mg966. Servo akan bekerja untuk melakukan pergerakan jika sensor ultrasonik 1 dan sensor air menampilkan data sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Servo 1 akan bergerak membuka tutup tempat sampah jika jarak objek dengan tempat sampah dapat dibaca oleh sensor ultrasonik 1. Servo bekerja jika sampah yang terdeteksi oleh sensor rain menetapkan kondisi sampah basah dan sampah kering, maka servo akan menggerakkan pemilah ke bagian sampah basah atau kering sesuai kondisi yang telah ditetapkan. Sensor ultrasonik 2 bekerja untuk membaca nilai jarak sampah yang ada pada tempat sampah yang digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui kapasitas sampah

2.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini merupakan Gambaran prototype dari keseluruhan sistem yang akan dibuat, dengan tujuan untuk mempermudah dalam melakukan pembuatan alat Tempat Sampah Otomatis Berbasis IoT.

2.1.1 Blok Diagram

Komponen yang digunakan dalam membuat alat Tempat Sampah Otomatis Berbasis IoT dengan menggunakan mikrokontroler berupa NodeMCU, Sensor Ultrasonik, Sensor Rain, Motor servo, dan LCD. Semua komponen dirangkai pada mikrokontroler, kemudian menuliskan program NodeMCU dengan bahasa pemrograman C di software Arduino IDE. Berikut ini merupakan cara kerja alat Tempat Sampah Otomatis Berbasis IoT dapat dilihat pada gambar 5.

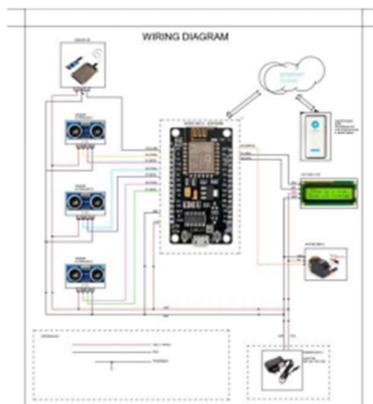


GAMBAR 5. Diagram cara kerja alat

Alat ini berfungsi untuk menjadikan sebuah tong sampah manual menjadi otomatis dengan fitur tutup tong sampah yang bisa dibuka dengan jarak yang sudah ditentukan lalu dapat memilah sampah berdasarkan jenis basah dan kering dan juga bisa komunikasi antar tempat sampah. Pemilah sampahnya akan bekerja jika sebuah sampah terdeteksi basah oleh sensor rain maka servo motor akan bergerak menuju sampah basah, jika tidak maka akan bergerak ke bagian sampah kering. Aplikasi yang telah terintegrasi dengan sistem akan memberikan informasi tentang pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik untuk membuka tutup dan untuk mengetahui kapasitas sampah serta pembacaan sensor rain untuk mengetahui jenis sampah yang di buang

2.1.2 Rancangan Rangkaian Elektronika

Rangkaian elektronika adalah gabungan komponen elektronika yang memperlihatkan port-port atau pin-pin dari komponen yang digunakan. Semua komponen dihubungkan pada mikrokontroler NodeMCU menggunakan kabel jumper seperti Gambar 6 berikut



GAMBAR 6. Rancangan rangkaian elektronika

2.1.3 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat tempat sampah otomatis berbasis IoT adalah Sensor ultrasonik 1 akan membaca jarak objek yang mendekat dan memrosesnya lalu menghasilkan nilai jarak objek dalam satuan cm. begitu juga dengan sensor ultrasonik 2 dan 3 akan membaca jarak sampah yang berada di dalam tong sampah dan memrosesnya lalu menghasilkan nilai jarak objek dalam satuan cm. Sensor air akan membaca nilai kandungan air pada objek. Nilai jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik 1 dengan nilai ≤ 13 maka motor servo akan bergerak 180° yang akan membuka tutup tong sampah. Jika nilai dari pembacaan sensor air = 1 maka sampah yang masuk akan dikategorikan sebagai sampah basah dan sensor servo akan bergerak ke bagian sampah basah,

begitupun sebaliknya jika nilai yang terbaca = 0 maka sampah akan dikategorikan sebagai sampah kering dan sensor servo akan bergerak ke bagian sampah kering. Nilai jarak/ketinggian yang dibaca oleh sensor ultrasonic 2 dan 3 dengan nilai < 10 maka kondisi sampah penuh, lalu dikirim notifikasi ke telegram bahwa sampah penuh. Dan jika hanya Sensor Ultrasonic 2 penuh maka notifikasi ditampilkan pada LCD bahwa sampah penuh, begitupun ultrasonic 3. Jika nilai ≥ 10 maka sampah belum penuh atau kondisi sampah terisi. Flowchart kerja alat dapat dilihat pada Gambar 6

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembuatan tempat untuk perangkat

Tempat yang digunakan untuk implementasi Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT adalah sebuah tong sampah plastic ukuran sedang bagian tutup tong sampah dibalik dan dilubangi untuk memasang motor servo dapat dilihat pada Gambar berikut.



GAMBAR 7. Rancangan rangkaian elektronika

3.2. Pemasangan perangkat

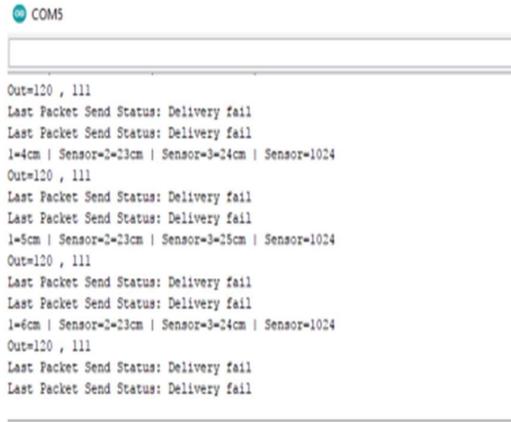
Berikut merupakan tahap-tahap yang dilakukan untuk memasang komponen yang akan digunakan untuk Smart Trash Bin. Proses pemasangan komponen yaitu sebagai berikut.

1. Pemasangan NodeMCU pada bagian depan tong sampah plastic yang direkatkan menggunakan baut. NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler yang mengelola dan mengunggah data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonic, LCD dan sensor air. NodeMCU mendapat sumber daya dari adaptor yang disambungkan ke saklar listrik
2. Pemasangan Sensor ultrasonik
 - a. Sensor ultrasonic 1
Sensor ultrasonic 1 digunakan untuk mengukur jarak objek dengan tutup tong sampah. Sensor ultrasonic terdiri dari 4 pin yaitu trig, echo, ground, dan VCC. Pin trig dan echo dari sensor ultrasonic 1 dipasang pada pin D4 dan D3 pada NodeMCU yang dihubungkan dengan menggunakan kabel jumper.
 - b. Sensor ultrasonic 2
Sensor ultrasonic 2 digunakan untuk mengukur jarak objek di dalam tong sampah. Sensor ini berfungsi untuk membaca kapasitas tong sampah. Sensor ultrasonic ini terdiri dari 4 pin yaitu trig, echo, ground, dan VCC. Pin trig dan echo dari sensor ultrasonic 2 dipasang pada pin D6 dan D5 pada NodeMCU. Semua pin yang digunakan dihubungkan dengan kabel jumper ke NodeMCU.
 - c. Sensor ultrasonic 3
Sensor ultrasonic 3 digunakan untuk mengukur jarak objek di dalam tong sampah. Sensor ini berfungsi untuk membaca kapasitas tong sampah. Sensor ultrasonic ini terdiri dari 4 pin yaitu trig, echo, ground, dan VCC. Pin trig dan echo dari sensor ultrasonic 2 dipasang pada pin D8 dan D7 pada NodeMCU. Semua pin yang digunakan dihubungkan dengan kabel jumper ke NodeMCU
3. Pemasangan sensor rain
Sensor Air digunakan untuk mengukur kadar air sehingga dapat digolongkan sampah yang terdeteksi merupakan sampah basah atau sampah kering. Modul Sensor rain memiliki 2 pin yang terhubung ke indikator sensor, dan 4 pin yang terhubung ke NodeMCU. Untuk implementasi ini digunakan 3 pin yaitu A0, ground, dan VCC. Pin Analog digunakan sebagai pin data dan dapat membaca nilai 0 dan 1023. Pin-pin yang digunakan dihubungkan dengan kabel jumper ke Nodemcu.
4. Pemasangan Servo
Servo digunakan untuk menggerakkan tutup tong sampah agar dapat terbuka. Motor servo merupakan output dari sensor ultrasonic 1. Servo ini memiliki 3 pin diantaranya D0, ground, dan VCC
5. Pemasangan LCD
LCD digunakan untuk menampilkan notifikasi jika sampah penuh. LCD memiliki 4 pin diantaranya ground, SDA, SCL, VCC. Pin-pin yang digunakan dihubungkan dengan kabel jumper ke Nodemcu.

3.3. Spesifikasi

Semua komponen yang digunakan seperti nodeMCU, sensor ultrasonik, sensor Air, servo mg966, Lcd di konfigurasi pada software Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C sehingga program alat dapat dijalankan. Berikut ini adalah source code yang digunakan untuk mengkonfigurasi sensor-sensor dan micro servo

yang digunakan agar dapat berkomunikasi dengan NodeMCU menggunakan software arduino IDE. Hasil compile source code pada alat Smart Trash Bin NodeMCU, sensor ultrasonic, sensor Air,LCD, dan micro servo adalah menampilkan status koneksi wifi yang berhasil, nilai jarak tutup, nilai jarak kapasitas, jenis sampah, nilai sensor air, kondisi tutup, dan kondisi sampah melalui serial monitor dapat dilihat pada Gambar 8



GAMBAR 8. Kondisi Sensor sampah pada layar monitor

2. Pengujian pada sensor rain FC-37

Pengujian pada sensor rain FC-37 bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air pada suatu objek..

TABEL 2. Indikator pengujian sampah

No	Indikator	Nilai	Arah Tujuan
1	Tisu Basah	594	Basah
2	Tisu Kertas Basah	207	Basah
3	Kulit Jeruk	832	Basah
4	Bawang Prei	847	Basah
5	Kentang	469	Basah
6	Jangkar	1000	Kering
7	Kertas	1024	Kering
8	Sisir	1024	Kering
9	Pensil	1024	Kering
10	Wortel	668	Basah
11	Plastik Makanan Ringan	1015	Kering

3.4. Hasil Pengujian

Pengujian semua perangkat yang terpasang pada NodeMCU seperti sensor ultrasonik, sensor rain, micro servo, dan lainnya untuk mendapatkan data-data. Data tersebut akan dikirimkan ke database melalui server AWS. Pengujian semua komponen yang terpasang pada NodeMCU dapat dilihat pada tampilan serial monitor pada software Arduino IDE.

1. Pengujian pada sensor ultrasonic HC-SR04
 Pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 bertujuan untuk mengukur jarak. Terdapat 2 sensor ultrasonic HC-SR04 yang digunakan untuk membangun alat ini. Pada saat dilakukan pengujian sensor ultrasonic 1, jarak objek yang terbaca oleh sensor 1 akan ditampilkan pada serial monitor dan membuat servo 1 bergerak. Pada pengujian sensor ultrasonic 2, sensor akan membaca jarak objek kemudian menampilkannya di serial monitor.

Pada pembacaan sensor didapatkan bahwa jika sampah basah maka nilai sensor akan bernilai kecil dari 1000, contohnya seperti tisu basah, pembacaan sensor adalah 594. Jika sampah kering maka nilai sensor akan besar dari 1000, contohnya kertas pembacaan sensor adalah 1024. Untuk lebih jelas bisa dilihat pada tabel 2

Berdasarkan tabel diatas, untuk menentukan sampah basah dan sampah kering dapat di tentukan dari nilai yang dihasilkan oleh sensor rain. Untuk sampah basah nilainya dibawah atau kecil dari 1000 dan untuk sampah kering nilai sensor sama atau besar dari 1000

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tentang Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT ini adalah alat ini dibuat menggunakan tong sampah plastik yang dimodifikasi dan pemilahnya hanya berupa wadah plastik. alat ini mempermudah pengguna jika sampah penuh, karena jika tempat sampah penuh, maka di usulkan ke tempat sampah terdekat selanjutnya yang di tampilkan pada lcd. Penggunaan Telegram dan lcd lebih mempermudah pengguna dalam mengetahui kondisi terbaru dari alat ini dan sampah yang ada didalamnya.

REFERENSI

[1] Ibnu Hajar, M., & Jupri, S. (2021). Sistem Perancangan Tempat Sampah Logam dan Non Logam dengan menggunakan Aplikasi M.I.T Inventor. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(1), 35-39. doi:http://dx.doi.org/10.22441/jte.2021.v12i1.

[2] Sutarti, S., Siswanto, S., & Mulyanto, J. (2020). Prototype Smart Trash Pemilah Sampah Organik, Anorganik dan Logam Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Dinamika Informatika*.

[3] S, Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2012

- [4] F. Rozi and Hidra Amnur, "Home Security Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things," vol. 18, no. 2, pp. 17–24, 2018.
- [5] Wafi, H. Setyawan, and S. Ariyani, "Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IOT (Internet Of Things) dengan Aplikasi Android," vol. 1814, pp. 20–29, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3134
- [6] Y. Herawan, "Rancang Bangun Recycle Bin Automatic Berbasis Mikrokontroler Arduino," Teknol. Inf. dan Elektro, 2014
- [7] <https://nodemcu.readthedocs.io>.(2022). "Overview - NodeMCU Documentation".diakses pada tanggal 20 november 2022 dari <https://nodemcu.readthedocs.io/en/1.5.4.1-final/>