

RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM CONTROLLING PENGELOLAAN SAMPAH DAN TEMPAT OLAH SAMPAH SETEMPAT TERPADU MANDIRI (TOSS TM) DENGAN TERPUSAT BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)

DESIGN AND IMPLEMENTATION CONTROLLING SYSTEM SOLID WASTE AND TOTAL MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM (TOSS TM) WITH CENTERED CONTROL BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT)

Roy Sitanggang^[1], Ir. Agus Ganda Permana, M.T.^[2], Denny Darlis, S.Si.,M.T.^[3]
 Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom
 Jl. Telekomunikasi No.1 Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia
sitanggangroy212@gmail.com, agusgandapermana@tass.telkomuniversity.ac.id,
denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tempat sampah adalah kebutuhan esensial dalam kehidupan manusia. Hampir setiap harinya kita menghasilkan sampah. Baik sampah sisa makanan, sayuran, hingga sampah elektronik. Semakin banyak jumlah sampah maka semakin besar pula ukuran tempat sampah yang di butuhkan. Semua barang barang tersebut, haruslah di kumpulkan menjadi satu dalam wadah khusus untuk sampah dan kemudian di buang ke tempat penampungan lain dan setelah melewati beberapa proses pemilihan mungkin dapat dilakukan proses daur ulang.

Pada perancangan Hardware Tempat sampah berbasis IoT yang digunakan yaitu sensor ultrasonic, Kapasitif Proximity, Motor Servo, dan NodeMCU. Kapasitif Proximity berfungsi untuk menentukan jenis sampah organik atau anorganik, Sensor Ultrasonic berfungsi untuk mengukur ketinggian sampah, dan motor servo berfungsi untuk penggerak masuknya sampah ke jenisnya masing-masing.

Pada hasil pengujian tempat sampah tersebut menunjukkan bahwa tempat sampah atau *hardware* dapat terhubung dengan web atau *software*. Pada pendeteksian jenis sampah, sensor kapasitif proximity yang digunakan untuk mendeteksi jenis sampah organik, dapat mendeteksi berbagai jenis sampah organik seperti kayu, sayur-sayuran, daun, dll. Untuk sensor induktif proximity yang digunakan untuk mendeteksi jenis sampah anorganik, hanya dapat mendeteksi jenis sampah seperti besi, aluminium, tembaga. Namun untuk sampah plastik, sensor induktif belum dapat mendeteksinya. Lalu, pada pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonic

Kata kunci: *tempat sampah, ultrasonic, kapasitif proximity, modul sim808, motor servo, nodemcu, IoT*

Abstract

Trash can are an essential requirement in human life. Almost every day we produce garbage. Both food waste, vegetables, and electronic waste. The more the amount of waste, the greater the size of the trash bin that is needed. All goods must be collected together in a special container for garbage and then disposed of to another shelter and after several selection processes, a recycling process may be carried out.

In designing IoT-based bin Hardware that is used are ultrasonic sensors, Proximity Capacitive, SIM808 Modules, Servo Motors, and NodeMCU. Capacitive Proximity serves to determine the type of organic or inorganic waste, the Ultrasonic Sensor serves to measure the height of the waste, the SIM808 module serves to determine the location of the trash, and the servo motor serves to drive the entry of waste into their respective types.

The results of testing the trash can indicate that the trash can or hardware can be connected to the web or software. In the detection of waste types, capacitive proximity sensors are used to detect types of organic waste, can detect various types of organic waste such as wood, vegetables, leaves, etc. For inductive proximity sensors that are used to detect types of inorganic waste, can only detect types of waste such as iron, aluminum, copper. But for plastic waste, inductive sensors have not been able to detect it. Then, in measuring the height of the garbage using an ultrasonic sensor, it is found that the delivery delay from the ultrasonic sensor to firebase is 1,869 s for organic bins and 1,845 for inorganic bins.

Keywords: *trash can, ultrasonic, capacitive proximity, sim808 module, servo motor, nodemcu, IoT*

1. Pendahuluan

Tempat sampah merupakan tempat untuk menampung sampah yang bersifat sementara. Hampir setiap harinya kita menghasilkan sampah, baik itu sampah sisa makanan, sayuran, hingga sampah elektronik. Jumlah sampah berbanding lurus dengan tingkat konsumsi barang dan setiap kebutuhan yang kita gunakan sehari-

hari. Sehingga sampah menjadi masalah yang sangat serius karena jika tidak ditangani dengan tepat maka hal itu akan sangat berdampak buruk terhadap lingkungan sekitar.

Penanganan sampah menjadi hal yang perlu diperhatikan, karena ketika kapasitas pada tempat sampah sudah penuh, maka petugas sampah harus segera mengangkut sampah tersebut. Seringkali hal inilah yang menyebabkan sampah menjadi menumpuk dan tidak tertangani karena kurangnya komunikasi antara petugas sampah dengan masyarakat.

Perkembangan internet dalam kehidupan masyarakat saat ini menjadi sesuatu yang tidak bisa terpisahkan hingga lahirnya konsep Internet of Things (IoT). IoT merupakan jaringan yang menghubungkan setiap objek fisik dengan internet sehingga dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi [1]. Dengan memanfaatkan IoT maka kita dapat memonitoring setiap informasi sehingga dapat memudahkan petugas dalam mengambil setiap tempat sampah yang sudah terisi penuh.

Pencapaian pada proyek akhir ini adalah dengan konsep menggunakan konsep IoT, petugas sampah dapat memonitoring setiap tempat sampah mulai mengenai kapasitas sampah yang terisi, mendeteksi sampah sesuai dengan jenis sampah sehingga dapat mempermudah petugas sampah dalam mengambil setiap sampah yang sudah terisi penuh.

2. Dasar teori

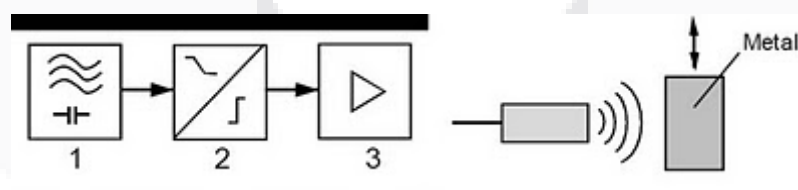
2.1 Internet Of Things (IoT)

IoT merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan internet [2]. Namun secara umum konsep IoT diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet. Sistem IoT juga akan membuat pengguna internet di dunia semakin meningkat dengan berbagai fasilitas dan layanan internet yang ditawarkan perusahaan telekomunikasi. Tantangan utama IoT adalah menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi seperti bagaimana mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah interface antara pengguna dan peralatan elektronik. Sensor mengumpulkan data mentah fisik dari skenario real-time dan dikonversikan ke dalam bahasa yang dimengerti sehingga akan mudah bertukar data diantara pengguna dan peralatan elektronik.

Meluasnya perkembangan teknologi IoT, membuat berbagai kemudahan aktivitas yang dilakukan manusia. Teknologi-teknologi dalam IoT ini terhubung dengan berbagai terminal pengumpul data melalui jaringan internet maupun jaringan komunikasi lainnya. Informasi mengenai lingkungan di sekitar objek diambil secara real time, kemudian diubah ke dalam format data yang sesuai untuk ditransmisikan melalui jaringan, dan dikirim ke pusat data. Data tersebut kemudian diolah oleh pengolah cerdas dengan menggunakan komputasi awan dan teknologi komputasi cerdas lain yang dapat mengolah data dalam jumlah besar, untuk mencapai tujuan IoT [3].

2.2 Kapasitif Proximity

Kapasitif yaitu memakai sistem 2 lempeng dan dialiri suatu frekuensi. Bila obyek mendekat diantara lempeng tersebut maka akan timbul kapasitansi dengan nilai sesuai jarak obyek. Obyek yang dapat dideteksi bisa dari metal atau nonmetal seperti cairan, tepung dan plastic.



Gambar 2. 1 Cara Kerja Kapasitif Proximity

Sensor proximity kapasitif adalah alat yang merasakan yang diaktifkan oleh bahan konduktif dan non-konduktif. Kerja sensor kapasitif juga didasarkan pada prinsip osilator. Meskipun demikian, kumparan sisi aktif dari sensor kapasitif yang dibentuk oleh dua elektroda logam [4].

Elektrode – elektrode ditempatkan pada loop umpan balik dari osilator frekuensi tinggi yang tidak aktif dengan “tanpa target”. Pada saat target mencapai sisi sensor, target memasuki medan elektrostatis yang dibentuk oleh elektroda. Ini menyebabkan kenaikan kapasitansi perangkaian, dan rangkaian mulai beresonansi. Amplitudo osilasi diukur dengan rangkaian pengevaluasian yang membangkitkan sinyal untuk menghidupkan atau mematikan output elektronik.

Untuk mengaktifkan sensor kapasitif kita memerlukan bahan konduktif. Sensor kapasitif dapat diaktifkan dengan bahan konduktif dan bahan non-konduktif misal kayu, plastif, cairan, gula, tepung

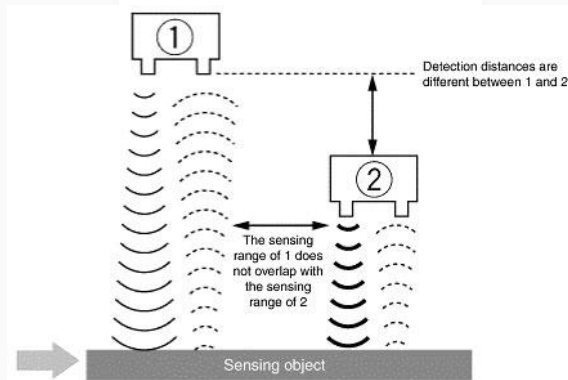
dan terigu atau gandum. Bersama dengan keuntungan sensor kapasitif ini (dibandingkan dengan sensor induktif) muncul beberapa kelemahan. Misalnya, induktif proximity dapat diaktifkan hanya dengan logam dan tidak peka terhadap kelembaban, debu, kotoran dan yang sejenisnya. Kapasitif proximity dapat diaktifkan meskipun ada kotoran apa saja dalam lingkungannya.

Material	Dielectric Constant - ϵ_r -
Udara Kering (68°F)	1.000536
Air	4 – 88
Kayu kering	2-6
Kertas minyak	4
kaca	3.7 – 10
Kertas	2.3

Gambar 2. 1 Cara Kerja Kapasitif Proximity

2.3 Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonic merupakan sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonic. Sensor ultrasonic ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonic yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonic disebut receiver [5]. 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).



Gambar 2. 6 Hairpin Line Resonator

Gelombang ultrasonik bekerja pada frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Secara matematis gelombang ultrasonik dapat dirumuskan sebagai berikut :

Dimana s adalah jarak dalam satuan meter, v adalah kecepatan suara yaitu 344 m/detik dan t adalah waktu tempuh dalam satuan detik. Ketika gelombang ultrasonik bertemu suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan. Gelombang yang diserap akan dihitung oleh komparator dan diteruskan menjadi bilangan binary [6].

2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo.



Gambar 2. 7 Saluran Mikrostrip

Servo biasa digunakan untuk steering/kemudi pada pesawat atau mobil RC, untuk lengan robot, untuk pengarah sensor dan untuk keperluan lain yang membutuhkan gerakan. Servo dapat digerakkan dengan mengirimkan pulsa tegangan 5V DC yang diulang setiap 20 milidetik. Panjang pulsa menentukan posisi putaran. Servo dirancang untuk menerima pulsa tegangan dengan variasi 0.75 milidetik sampai dengan 2.25 milidetik.

Pada umumnya Servo yang ada di pasaran sekarang ini mempunyai jangkauan gerakan 0 sampai dengan 180 derajat. Ini berarti pulsa 0.75 milidetik untuk 0 derajat. Pulsa 2.25 milidetik untuk 180 derajat dan pulsa 1.5 milidetik untuk 90 derajat. Hal yang menarik dan unik dari Motor Servo adalah bahwa Motor Servo ini di kontrol dengan menggunakan pulsa. Dengan komputer atau pun dengan menggunakan rangkaian mikrokontroler, dapat dengan mudah mengontrol Motor Servo. Rangkaian paling sederhana untuk mengontrol Servo adalah dengan menggunakan IC555. Tegangan yang diperlukan Motor Servo adalah 5 Volt. Motor servo terbagi dalam dua jenis Motor Servo yaitu Servo standar dan continuous servo. Servo standar adalah Motor Servo yang putarannya memiliki batas maksimal dan minimum. Sedangkan continuous servo putarannya tidak memiliki batas maksimal dan minimum.

Standard servo memiliki 3 posisi utama yaitu posisi 0 derajat, posisi 90 derajat dan posisi 180 derajat. Sedangkan untuk Continuous servo dapat berputar secara penuh 360 derajat baik berputar searah putaran jarum jam ataupun juga yang berlawanan dengan arah putaran jarum jam, ditambah dengan posisi untuk berhenti. Karena ada tiga buah posisi utama seperti yang dijelaskan diatas, maka di buatlah sebuah cara khusus untuk mengatur Motor Servo tersebut. Cara yang digunakan adalah dengan memberikan pulsa digital dengan lebar yang berbeda-beda. Jika diberikan pulsa dengan lebar 1.5 milidetik maka Motor Servo akan berputar keposisi tengah 90 derajat. Pulsa dengan lebar 2.0 milidetik akan membuat poros Motor Servo menuju 180 derajat (posisi kanan).

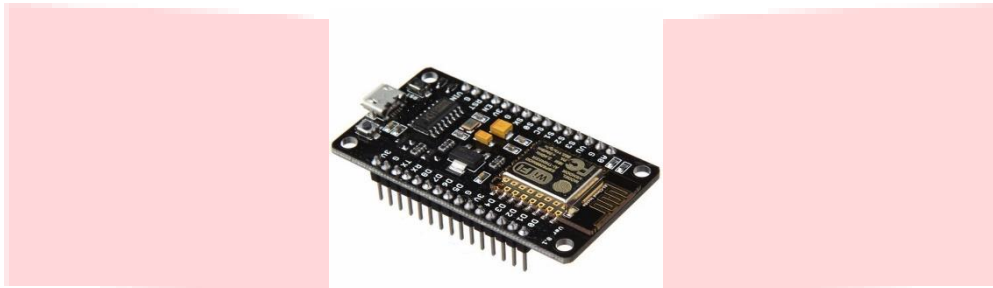
Sedangkan pulsa 1.0 ms akan membuat Motor Servo akan berputar menuju 0 derajat (posisi kiri) dan pulsa tersebut dikirimkan sebanyak 50 kali perdetik. Berikut gambar Motor Servo.

- a. Konektor yang digunakan untuk menghubungkan Motor Servo dengan Vcc, Ground dan signal input yang dihubungkan ke Basic Stamp BS2P40.
- b. Kabel menghubungkan Vcc, Ground dan signal input dari konektor ke Motor Servo.
- c. Tuas menjadi bagian dari motor servo yang kelihatan seperti suatu bintang fourpointed. Ketika motor servo berputar, tuas motor akan bergerak ke bagian yang dikendalikan sesuai dengan program.
- d. Cassing berisi bagian untuk mengendalikan kerja motor servo yang pada dasarnya berupa motor DC. Bagian ini berkerja untuk menerima instruksi dari basic stamp dan mengkonversi ke dalam sebuah pulsa untuk menentukan arah / posisi servo [7].

2.5 NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang

mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu board.



Gambar 2. 8 Scattering Parameter

NodeMCU berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat opensource.

Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut :

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. 2 tantalum kapasitor 100 micro farad dan 10 micro farad.
3. 3.3v LDO regulator.
4. Blue led sebagai indikator.
5. Cp2102 usb to UART bridge.
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
8. 3 pin ground.
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
11. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
12. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock [8].
13. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
14. Built in 32-bit MCU.

2.6 Induktif Proximity

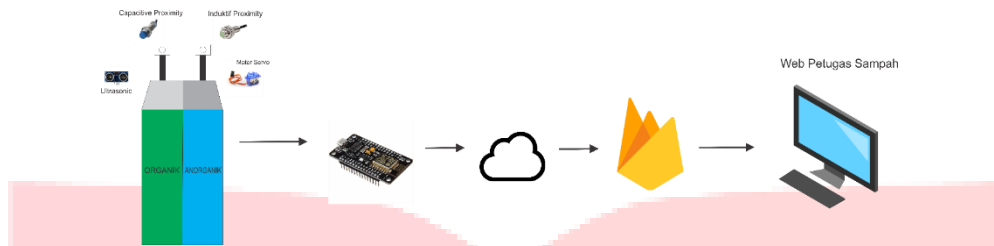
Jenis sensor ini digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah logam. Sensor ini akan bekerja apabila terdapat suatu tegangan sumber, dan isolator pada sensor akan membangkitkan sebuah medan magnet dengan frekuensi tinggi. Dengan proses ini, apabila terdapat sebuah bahan logam yang terdeteksi oleh permukaan sensor maka medan magnet yang di hasilkan akan berubah dan perubahan ini yang akan membuat sensor memberikan sinyal.

Pada sensor dengan menggunakan induksi elektromagnetik, medan magnet frekuensi tinggi dihasilkan oleh lilitan pada rangkaian osilasi. Ketika target mendekat medan magnet, arus induksi atau eddy current mengalir pada target karena induksi elektromagnetik. Semakin dekat target dengan sensor maka arus induksi semakin besar dan mengakibatkan beban pada rangkaian osilasi meningkat. Sensor mendeteksi perubahan amplitudo osilasi pada rangkaian dan menghasilkan sinyal deteksi[9].

3. Perancangan dan realisasi

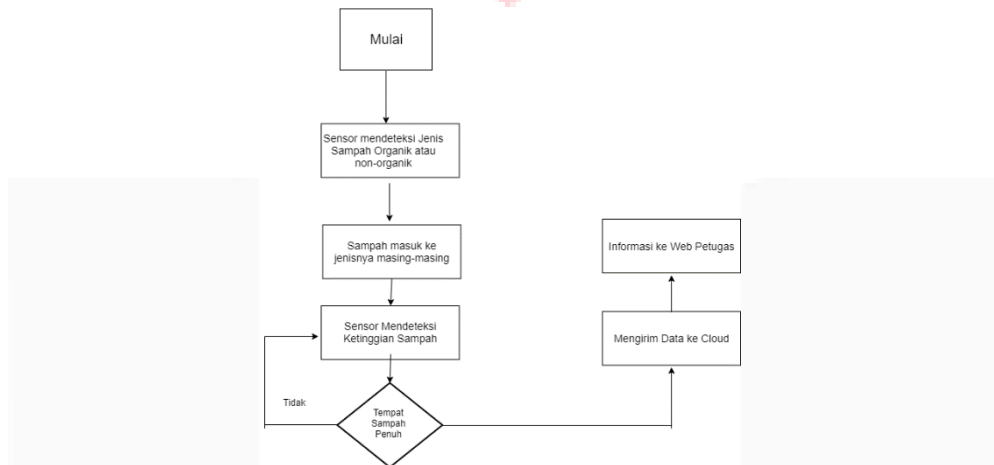
3.1 Rancangan Tempat Sampah Berbasis IoT

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan sistem controlling pengelolaan sampah dan tempat olah sampah setempat terpadu mandiri (TOSS TM) dengan terpusat berbasis Internet of Think (IoT) yang terdiri dari sub bab model sistem perancangan alat, pengukuran kapasitas sampah, pendeteksi sampah organik dan non-organik. Adapun model sistem tempat sampah berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT

Pada Gambar 3.1 dijelaskan bahwa pada Tempat sampah terdapat sensor ultrasonic yang berfungsi sebagai pemantau kapasitas sampah. Lalu, sensor kapasitif Proximity digunakan sebagai pendeteksi jenis sampah organik dan juga sensor Induktif proximity yang digunakan sebagai pendeteksi jenis sampah anorganik, sehingga sampah tersebut akan dideteksi sesuai jenis sampah tersebut. Selanjutnya terdapat NodeMCU yang digunakan sebagai microcontroller pada tempat sampah TOSS TM dan juga digunakan untuk mengirimkan data kapasitas tempat sampah yang dideteksi oleh ultrasonic ke firebase. Berikut merupakan tahapan dan jika dibuat flowchart adalah sebagai berikut:



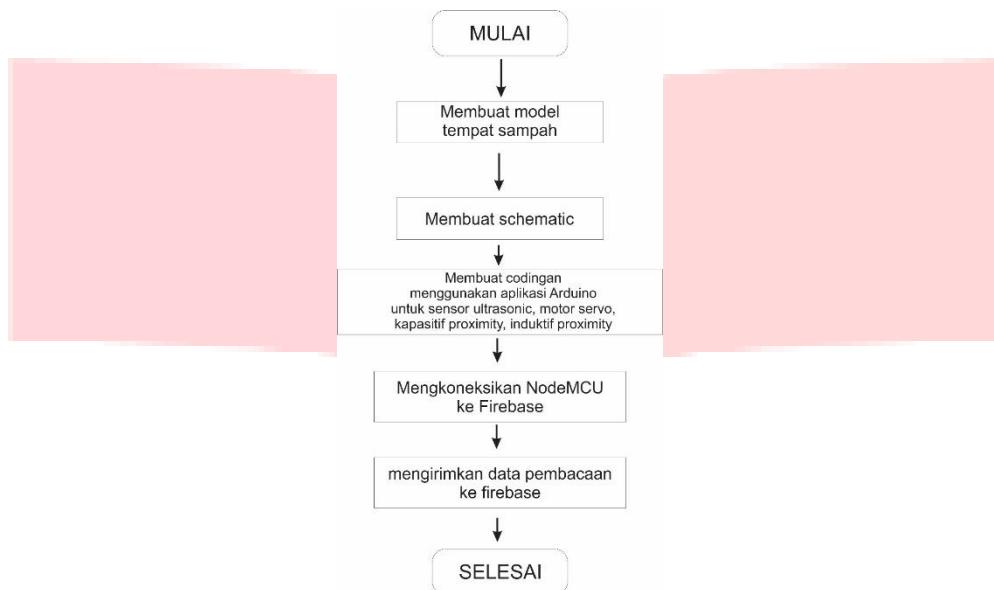
Gambar 3.2 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT

3.1.1 Komponen

- Sensor ultrasonic merupakan sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonic. Sensor ultrasonic ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonic yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonic disebut receiver.
- NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE.
- Motor Servo adalah sebuah motor DC dengan sistem tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo.
- Induktif Proximity digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah logam. Sensor ini akan bekerja apabila terdapat suatu tegangan sumber, dan isolator pada sensor akan membangkitkan sebuah medan magnet dengan frekuensi tinggi.
- Kapasitif Proximity digunakan untuk mendeteksi adanya benda logam dan non-logam.

3.2 Flowchart Pengerjaan Tempat Sampah TOSS TM

Berikut merupakan flowchart pengerjaan tempat sampah TOSS TM sehingga tempat sampah TOSS TM dapat berfungsi dengan baik.

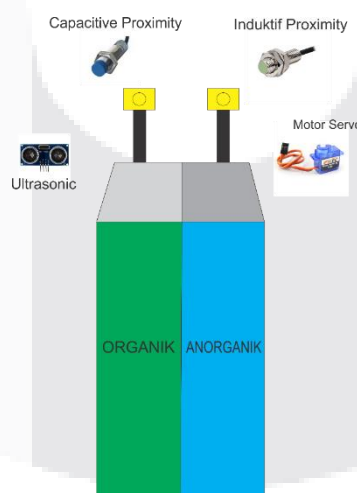


Gambar 3.3 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT

Pada Gambar 3.3 dijelaskan mengenai tahapan pengerjaan tempat sampah TOSS TM yang dimulai dari pembuatan pemodelan sampah, membuat rangkaian schematic, membuat codingan menggunakan aplikasi Arduino untuk sensor-sensor yang digunakan, mengkoneksikan NodeMCU ke firebase, lalu mengirimkan data pembacaan ke Firebase. Pada bagian ini NodeMCU sangat berperan sebagai microcontroller dan sebagai pengirim data ke firebase. Sehingga, informasi dari tempat sampah TOSS TM dapat terkirim ke web TOSS TM.

3.3 Pemodelan Tempat Sampah

Pada pembuatan pemodelan tempat sampah terbuat dari bahan Multiplex dan juga terdapat tools box berbahan akrilik. Pembuatan desain tempat sampah TOSS TM menggunakan aplikasi corel Draw, berikut merupakan gambar desain dari tempat sampah TOSS TM :



Gambar 3.4 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT

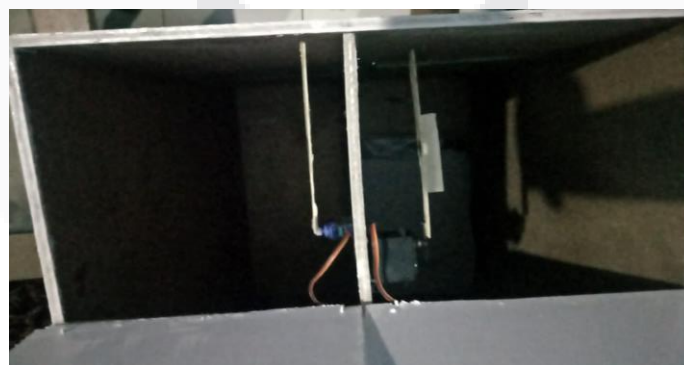
Pada Gambar 3.4 dijelaskan desain tempat sampah beserta penempatan sensor yang mendukung untuk tempat sampah TOSS TM. Berikut merupakan tampilan fisik dari tempat sampah TOSS TM yang telah dibuat sesuai dengan desain tempat sampah yang dijelaskan pada Gambar 3.5, Gambar 3.6, dan Gambar 3.7 dibawah ini :



Gambar 3.5 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT



Gambar 3.6 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT



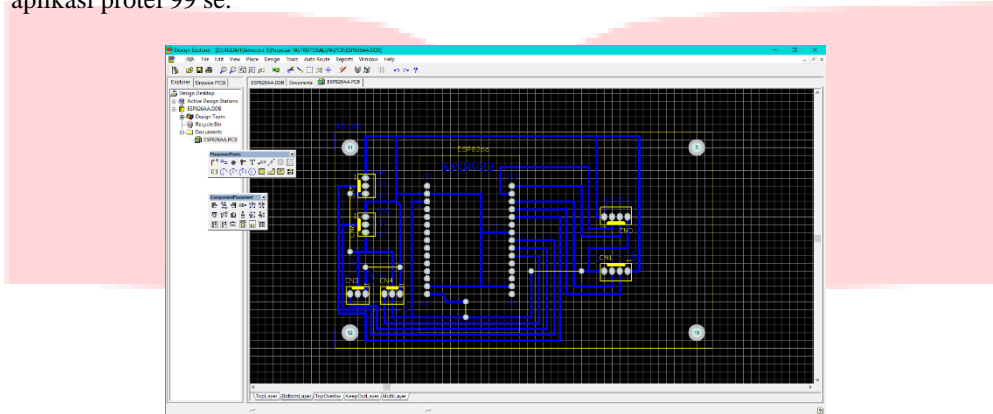
Gambar 3.7 Model Sistem Perancangan Tempat Sampah Berbasis IoT

Pada Gambar 3.5, Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 dijelaskan bagaimana penempatan sensor sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pada Gambar 3.6 terlihat bagaimana penempatan sensor kapasitif dan induktif pada bagian atas tempat sampah yang berfungsi untuk mendeteksi sampah organik dan anorganik.

Lalu, terdapat juga sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian sampah. Lalu, pada Gambar 3.7 terdapat juga motor servo yang berguna untuk membuka penutup tempat sampah.

3.4 Rangkaian Schematic pada Fritzing

Berikut merupakan desain rangkaian schematic dari tempat sampah TOSS TM yang dibuat pada aplikasi protel 99 se.

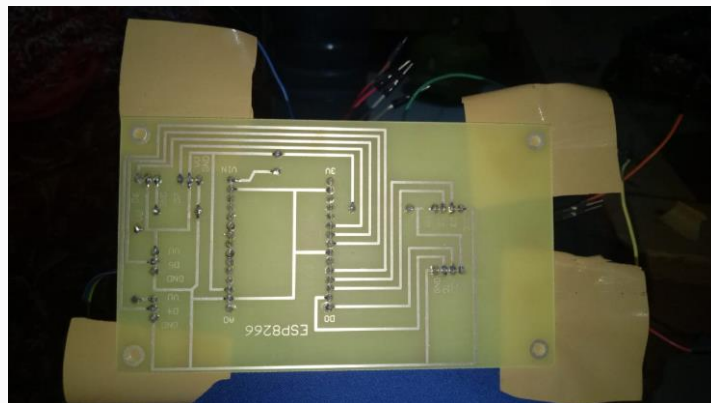


Gambar 3.8 Rangkaian Schematic Schematic pada Protel 99 se

Pada Gambar 3.8 dijelaskan desain rangkaian schematic dimana terdapat nodemcu dan setiap sensor-sensor yang digunakan. Setiap komponen dihubungkan berdasarkan datasheet masing-masing komponen Langkah Pembuatan Schematic

3.5 Pencetakan PCB

Berikut merupakan hasil dari pembuatan schematic menggunakan protel 99 se lalu, dicetak kedalam bentuk PCB, yang nantinya PCB akan terhubung juga ke nodemcu dan ke setiap sensor yang digunakan pada tempat sampah TOSS TM.



Gambar 3. 9 Pencetakan PCB

Pada Gambar 3.9 merupakan hasil pencetakan PCB sesuai dengan schematic yang telah dibuat pada aplikasi protel 99 se. Setelah melakukan pencetakan PCB, selanjutnya yaitu melakukan soldering header pada PCB. Lalu, setelah melakukan soldering selanjutnya yaitu melakukan wiring pada PCB ke nodeMCU dan sensor-sensor yang digunakan yaitu ultrasonic, motor servo, kapasitif proximity dan induktif proximity.



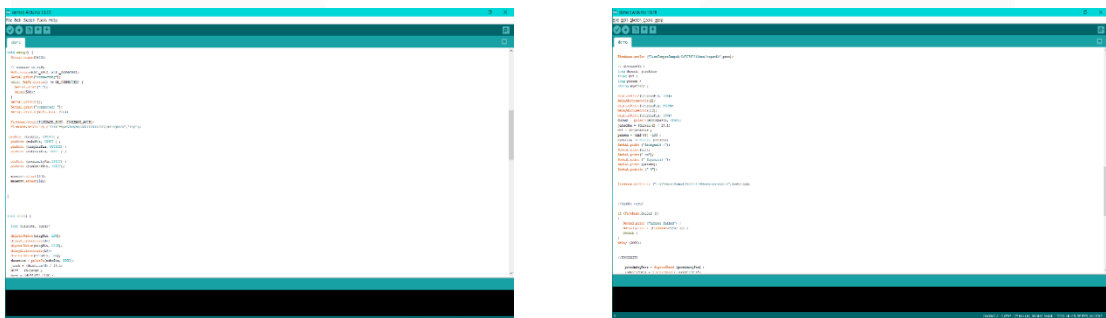
Gambar 3. 10 Merangkai pada PCB

Pada Gambar 3.10 merupakan PCB yang telah dilakukan soldering dan terhubung dengan setiap komponen yang digunakan pada tempat sampah TOSS TM.

3.6 Coding pada NodeMCU

Pengcodingan pada NodeMCU menggunakan aplikasi Arduino berguna untuk menghubungkan setiap sensor yang digunakan agar dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan alat mulai dari pembacaan ketinggian sampah, pendeteksi jenis sampah organik atau anorganik dan kontrol pembuka pintu tempat sampah menggunakan motor servo.

Berikut merupakan codingan untuk tempat sampah TOSS TM yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.11 dibawah ini :



Gambar 3. 11 Coding pada Arduino

Pada Gambar 3.11 codingan yang telah dibuat tidak terdapat error di keseluruhan codingan, dan proses upload ke mikrokontroler pun berhasil dilakukan sehingga setiap sensor yang digunakan dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

3.7 Metode Pengujian

Pada tempat sampah TOSS TM terdapat beberapa metode pengujian yang dilakukan. Pengujian yang pertama adalah pengujian fungsionalitas. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui setiap fitur yang terdapat pada alat tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Tahap pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan fitur-fitur pada alat dan memastikan setiap fitur yang terdapat pada alat tersebut bekerja sesuai kebutuhan. Setelah itu, pengujian kedua yang dilakukan adalah integrasi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah tempat sampah TOSS TM dapat terhubung dengan firebase. Lalu, pengujian ketiga adalah kualitatif. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat sudah bekerja sesuai kebutuhan dan sesuai dengan yang diharapkan.

3.8 Analisa & Pengujian

1. Pengujian pembacaan jenis sampah

Pengujian dilakukan dengan cara sensor kapasitif proximity dan induktif proximity Mendeteksi jenis-jenis sampah yang bermacam-macam, sehingga dapat terlihat sampah apa saja yang dapat dideteksi. Pengujian pembacaan jenis sampah dijelaskan pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4. 1 Pengujian Jenis Sampah

No.	Jenis Sampah	Sensor	
		Kapasitif Proximity	Induktif Proximity
1	Daun	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
2	Kayu	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
3	Besi	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Alumunium	Terdeteksi	Terdeteksi
5	Tembaga	Terdeteksi	Terdeteksi
6	Kulit Pisang	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
7	Mangga	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
8	Kertas Tebal	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

Setelah melakukan pengujian jenis sampah seperti yang tertera pada Tabel 4.1 di atas, didapatkan hasil bahwa sensor kapasitif proximity yang digunakan sebagai pendeteksi sampah organik dapat membaca berbagai jenis sampah seperti daun, kayu, buah-buahan, dll. Namun untuk sensor induktif proximity yang digunakan sebagai pendeteksi sampah anorganik hanya dapat membaca jenis sampah seperti besi, alumunium, dan tembaga. Sedangkan, jenis sampah anorganik lainnya seperti plastik, kain, dan jenis lainnya belum dapat terdeteksi. Sehingga jenis sampah anorganik yang dapat dideteksipun terbatas.

2. Pengujian Ultrasonic

Pengujian Ultrasonic dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat nilai jarak yang didapatkan pada sensor ultrasonic. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai jarak pada sensor ultrasonic dengan nilai jarak pada penggaris, dengan begitu dapat diketahui keakuratan sensor ultrasonic. Pengujian ultrasonic dijelaskan pada Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4. 2 Pengujian ultrasonic

No.	Penggaris	Sensor Ultrasonic	Error
1.	5 cm	4.95 cm	- 0.5 cm
2.	10 cm	9.74 cm	- 0.26 cm
3.	12 cm	11.94 cm	- 0.6 cm
4.	15 cm	14.93 cm	- 0.7 cm
5.	18 cm	17.87 cm	- 0.13 cm
6.	20 cm	20.09 cm	0.9 cm
7.	22 cm	22.06 cm	0,6 cm
8.	25 cm	25.41 cm	0.41 cm
9.	27 cm	27.34 cm	0.34 cm
10.	30 cm	30.26 cm	0.26 cm

Melalui hasil yang didapatkan pada Tabel 4.2 diatas, didapatkan toleransi rata-rata error pada pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonic yaitu 0.032 %.

3. Pengujian Penutup Tempat Sampah

Pada motor servo yang digunakan untuk membuka dan menutup tempat sampah, dilakukan pengujian seberapa lama motor servo merespon untuk membuka tempat sampah ketika sensor kapasitif proximity dan induktif proximity sudah mendeteksi sampah. Berikut merupakan pengujian penutup tempat sampah yang dijelaskan pada Tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4. 3 Pengujian Penutup Tempat Sampah

No.	Waktu Penutup Terbuka	Penutup Organik	Waktu Penutup Terbuka	Penutup Anorganik
1	1,36 s	Terbuka	1,26 s	Terbuka
2	1,65 s	Terbuka	0,92 s	Terbuka
3	1,75 s	Terbuka	1,15 s	Terbuka
4	1,33 s	Terbuka	2,01 s	Terbuka
5	1,56 s	Terbuka	1,86 s	Terbuka
6	1,99 s	Terbuka	1,23 s	Terbuka
7	1,82 s	Terbuka	1,08 s	Terbuka
8	0,92 s	Terbuka	1,65 s	Terbuka
9	1,46 s	Terbuka	1,45 s	Terbuka
10	1,42 s	Terbuka	1,29 s	Terbuka

4. Pengujian Pengiriman Data ke Firebase

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui delay pengiriman data ke firebase. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali, agar hasil yang didapatpun lebih akurat. Pengujian pengiriman data ke firebase dijelaskan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Pengiriman Data ke Firebase

No.	Kapasitas tempat sampah organik		Delay
	Ketinggian sampah terhadap sensor	Ketinggian sampah pada Firebase	
1	10 %	10 %	2,23 s
2	22 %	22 %	1,89 s
3	36 %	36 %	1,88 s
4	47 %	47 %	1,23 s
5	57 %	57 %	2,25 s
6	67 %	67 %	1,22 s
7	75 %	75 %	1,56 s
8	76 %	76 %	2,12 s
9	88 %	88 %	2,26 s
10	97 %	97 %	2,05 s

Tabel 4. 5 Tabel Pengujian Pengiriman Data ke Firebase

No.	Kapasitas tempat sampah anorganik		Delay
	Ketinggian sampah terhadap sensor	Ketinggian sampah pada Firebase	
1	0 %	0 %	2,22 s
2	13 %	13 %	2,45 s
3	25 %	25 %	2,02 s

4	30 %	30 %	1,18 s
5	44 %	44 %	1,32 s
6	54 %	54 %	2,16 s
7	70 %	70 %	2,28 s
8	83 %	83 %	1,48 s
9	91 %	91 %	1,62 s
10	97 %	97 %	1,72 s

Pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 Menjelaskan pengujian pengiriman data ke database sebanyak 10 kali didapatkan hasil bahwa data yang terdeteksi oleh sensor sesuai dengan data yang masuk ke firebase dengan rata-rata delay pengiriman adalah 1,869 s untuk tempat sampah organik dan 1,845 untuk tempat sampah anorganik.

5. Pengujian Sensor Kapasitif dan Induktif

Pengujian Sensor kapasitif dan induktif proximity bertujuan untuk mengetahui jarak deteksi sensor ketika mendeteksi objek yang ada didepannya. Pengujian sensor kapasitif dan induktif proximity dijelaskan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Sensor Kapasitif

NO.	Jarak (mm)	Kapasitif
1	0	Terdeteksi
2	1	Terdeteksi
3	2	Terdeteksi
4	3	Terdeteksi
5	4	Terdeteksi
6	5	Terdeteksi
7	6	Terdeteksi
8	7	Tidak Terdeteksi
9	8	Tidak Terdeteksi
10	9	Tidak Terdeteksi
11	10	Tidak Terdeteksi

Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Sensor Induktif

NO.	Jarak (mm)	Induktif
1	0	Terdeteksi
2	1	Terdeteksi
3	2	Terdeteksi
4	3	Terdeteksi
5	4	Terdeteksi
6	5	Terdeteksi
7	6	Terdeteksi
8	7	Tidak Terdeteksi
9	8	Tidak Terdeteksi
10	9	Tidak Terdeteksi

11	10	Tidak Terdeteksi
----	----	------------------

Pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 diatas dilakukan 11 kali pengujian untuk sensor kapasitif dan induktif. Dari 11 kali percobaan tersebut didapatkan hasil bahwa sensor kapasitif dan induktif sama-sama dapat mendeteksi objek dengan maksimum jarak 6 mm. Ketika objek melebihi 6 mm maka objek tersebut tidak akan terdeteksi oleh sensor kapasitif dan induktif.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari proyek akhir tempas smpat TOSS TM ini adalah sebagai berikut :

1. Sensor Induktif Proximity dapat mendeteksi logam, besi, alumunium namun belum dapat mendeteksi jenis sampah anorganik yang lain, sehingga jenis sampah yang dapat terdeteksi menjadi terbatas.
2. Sensor kapasitif proximity dapat mendeteksi sampah kayu, sayur-sayuran, daun, dll. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa jenis sampah organik yang dapat dideteksi lebih dari satu jenis sehingga dapat mewakili sampah organik.
3. Toleransi rata-rata error sensor ultrasonic yaitu 0.032 %.
4. Pengujian delay pengiriman data ketinggian sampah ke firebase yaitu 1,869 s untuk tempat sampah organik dan 1,845 untuk tempat sampah anorganik.
5. Dari jenis-jenis sampah yang dapat dideteksi oleh sensor induktif proximity dan kapasitif proximity dapat dilihat bahwa secara pengujian kualitatif tempat sampah sudah dapat menjawab kebutuhan dalam mendeteksi sampah organik, namun belum menjawab kebutuhan untuk jenis sampah anorganik.

4.2 Saran

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pengerjaan proyek akhir ini, yang kedepannya dapat dilengkapi dan diperbaharui. Maka penulis mengharapkan kepada pembaca agar dapat dikembangkan lebih baik lagi seperti :

1. Jenis sampah anorganik dapat lebih banyak dideteksi.
2. Membuat sitem pemilahan yang lebih baik lagi sehingga pengguna tidak perlu menempelkan sampah ke sensor pendeteksi jenis sampah.
3. Sensor ultrasonik yang digunakan dapat ditambahkan lebih dari satu sehingga dalam mendeteksi ketinggian sampah menjadi lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Sumardi, "Belajar AVR Mulai dari Nol," 2013.
- [2] O. K. Sulaiman and A. Widarma, "Sistem Internet Of Things (IoT) Berbasis Cloud Computing dalam Campus Area Network SISTEM INTERNET OF THINGS (I O T) BERBASIS CLOUD COMPUTING DALAM CAMPUS AREA NETWORK Oris.ks@ft.uisu.ac.id," pp. 9–12, 2017.
- [3] C. Qiang, G. Quan, B. Yu, and L. Yang, "Research on security issues of the internet of things," Adv. Mater. Res., vol. 6, no. 6, pp. 1–10, 2014.
- [4] Johanson, "Capacitive Sensing : Method and Application," 2012.
- [5] M. Ilham, "APLIKASI SENSOR ULTRASONIK SEBAGAI SENSOR JARAK PADA RANCANGAN ROBOT PENGANGKUT," 2017.
- [6] U. M. Arief, "Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air," Elektr. Enj., vol. 9, no. 2, pp. 72–77, 2011.
- [7] S. Laboratory, "Mengenal Motor Servo," 1 Januari, 2019. .
- [8] M. F. Faizi, "Board NodeMcu," pp. 3–9, 2017.
- [9] "Sensor induktif-Kapasitif," 29 November, 2019. .