

Rancang Bangun *Smart Trash Can* Dengan NodeMCU ESP8266 Menggunakan Sistem Monitoring Berbasis Komunikasi Telegram Messenger

Laily Muntasiroh
Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Semarang
Semarang, Indonesia
lailymuntasiroh@unimus.ac.id

Radiktyo Nindyo Sumarno
Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Semarang
Semarang, Indonesia
radiktyo@unimus.ac.id

Abstrak—Sampah yang dikelola dengan tidak baik akan mengakibatkan rusaknya ekosistem pada alam. Contohnya tempat sampah yang dibiarkan penuh sehingga membuat orang yang ingin buang sampah bingung dan akhirnya sampah dibuang secara sembarangan. Maka dari itu diperlukan adanya monitoring tempat sampah secara berkala yang dilakukan oleh petugas kebersihan. Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dan *Internet of Things* maka dibuatlah perancangan *Smart Trash Can* yang dapat memberikan notifikasi aplikasi telegram tempat sampah penuh kepada petugas kebersihan. *Smart Trash Can* atau tempat sampah cerdas ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan aktuator motoservo. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan orang dan mendeteksi ketinggian volume tempat sampah, dan motor servo digunakan untuk buka tutup sampah secara otomatis. *Smart Trash Can* ini dilengkapi dengan baterai dengan sumber daya menggunakan power bank sel surya. Sehingga tempat sampah tetap mendapat suplai daya apabila berada di luar ruangan. *Smart Trash Can* ini telah dilakukan pengujian dan berfungsi dengan baik.

Kata Kunci—NodeMCU ESP8266, Motor Servo, HC-SR04, *Internet of Things*

I. PENGANTAR

Dewasa ini, teknologi sangatlah maju dan berkembang pesat. Bukan hal yang tidak mungkin untuk menciptakan sebuah inovasi baru yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh kecanggihan teknologi pada zaman sekarang yaitu internet. Salah satunya adalah *Internet of Things* (IoT). Konsep IoT ini dapat menghubungkan beberapa benda yang terhubung ke internet, sehingga mampu dilakukan proses pemantauan dan kontrol. Aktivitas yang dimaksud dapat dipantau dengan menggunakan gawai pintar, komputer maupun laptop [1]–[4]. Perkembangan pada komponen elektronika juga berkembang sangat pesat yang salah satunya adalah semikonduktor khususnya mikrokontroler.

Dari tahun ke tahun masalah sampah menjadi cukup penting, dimana sampah terus menumpuk sejalan dengan jumlah penduduk yang terus bertambah. Manusia setiap harinya memproduksi sampah, baik sampah yang ada dalam

rumah tangga maupun sampah yang ada di industri yang tentunya sangat variatif jenis sampahnya. Permasalahan ini tidak bisa dipandang sebelah mata, mengingat begitu banyaknya dampak yang bisa ditimbulkan jika sampah terus menumpuk. Akibat yang ditimbulkan oleh penumpukan sampah antara lain; menimbulkan polusi udara, menyebabkan banjir, menimbulkan bau yang tidak sedap, dan tentunya hal ini akan sangat berpengaruh pada kesehatan manusia [5].

Sampah berserakan menjadi pemandangan yang umum pada lingkungan yang kurang bersih dan juga padat penduduknya. Banyak tempat sampah yang disediakan namun sampah masih saja berserakan dimana – mana. Hal ini disebabkan karena kebanyakan masyarakat enggan untuk membuang sampah pada tempatnya. Alasannya pun sangat variatif, mulai dari malas bergerak, hingga tempat sampah yang kotor dan bau sehingga orang-orang merasa takut akan terkena kuman jika menyentuh tempat sampah [1].

Dengan memadukan 2 hal dari kemajuan teknologi yaitu IoT dan mikrokontroler [1]–[4], [6]–[10] maka dapat dirancang suatu alat yang dapat mencegah pengelolaan sampah yang buruk seperti tempat sampah yang penuh namun belum dibuang atau orang membuang sampah sembarangan karena enggan atau malas untuk membuka dan menutup tempat sampah atau menyentuh bagian dari tempat sampah karena kotor dan bau. Berdasarkan permasalahan diatas dibuatlah tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun *Smart Trash Can* dengan NodeMCU Menggunakan Sistem Monitoring Berbasis Komunikasi Telegram Messenger”. Penulis akan merancang sebuah tempat sampah cerdas menggunakan sensor dan aktuator motor servo. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04. *Smart Trash Can* ini dilengkapi dengan baterai dengan sumber daya menggunakan sel surya. Sehingga tempat sampah yang berada di dalam maupun luar ruangan akan tetap bisa melakukan komunikasi melalui IoT yang dalam penelitian ini menggunakan sebuah gawai lengkap atau laptop dengan aplikasi Telegram Messenger sebagai sistem pemantauannya.

Pada proses pembuatan alat, diperlukan berbagai macam komponen elektronika yang mampu menunjang kinerja dari alat tersebut. Penggunaan komponen dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *input*, proses dan *output*. Pada bagian *input* dibutuhkan 2 buah komponen yaitu 2 (dua) buah sensor ultrasonik HC-SR04. Pada bagian proses atau pengolahan data yang dihasilkan dari komponen *input*, menggunakan Arduino NodeMCU ESP8266. Selanjutnya untuk *output* menggunakan sebuah aktuator yaitu motor servo dan notifikasi telegram messenger pada gawai atau laptop.

II. STUDI LITERATUR

Pada penelitian [1], [6]–[9], [11] menghasilkan sebuah sistem buka tutup tempat sampah menggunakan sensor ultrasonik. Sistem dapat membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis.

Penelitian [1] menghasilkan sebuah sistem yang menggunakan sensor ultrasonik yang berbasis mikrokontroler Wemos D1 Mini dimana sistem dapat mendeteksi keadaan tempat sampah. Pada sistem ini, apabila sampah terisi 80% sampah, maka sistem akan mengirimkan email pemberitahuan kepada petugas kebersihan.

Penelitian [1] menggunakan 2 (dua) sensor ultrasonik dimana sensor 1 untuk mendeteksi objek dan sensor 2 untuk mendeteksi ketinggian tempat sampah. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino dengan modul ESP32 yang mana akan mengirimkan perintah ke motor servo sebagai actuator untuk membuka dan menutup tempat sampah.

Berdasarkan jurnal [7] [1], [2], [6]–[9], [11] penelitian menggunakan teknologi modern menggunakan pengendali otomatis sensor jarak dan motor servo. Dari studi literatur dapat ditarik kesimpulan bahwa sensor ultrasonik mampu dijadikan sebagai alat pendeteksi ketinggian tempat sampah. Telegram menjadi aplikasi yang dipilih karena memiliki keunggulan diantara lain:

- 1) Telegram messenger memiliki fitur *cloud* sehingga memungkinkan pengguna untuk menyimpan file berupa teks, video maupun jenis file yang lainnya. Selain itu fitur *cloud* juga memungkinkan pengguna untuk bebas berganti akun tanpa perlu takut kehilangan file yang telah tersimpan.
- 2) Telegram messenger memiliki fitur *cloud* sehingga memungkinkan pengguna untuk menyimpan file berupa teks, video maupun jenis file yang lainnya. Selain itu fitur *cloud* juga memungkinkan pengguna untuk bebas berganti akun tanpa perlu takut kehilangan file yang telah tersimpan.
- 3) Pengguna telegram bebas mengganti nomor tanpa perlu takut kehilangan Riwayat obrolan. Pemilik akun hanya perlu masuk menggunakan nomor melalui menu setting, dilanjutkan dengan verifikasi yang telah dilakukan oleh telegram.
- 4) Telegram tidak membutuhkan memori yang besar untuk dapat diakses oleh *smartphone*.

Dengan berbagai keunggulan dari telegram maka banyak penelitian yang menggunakan telegram untuk proses monitoring [2]–[4], [9], [12]–[17].

A. Solar Integrated Powerbank

Solar Integrated Powerbank adalah alat yang digunakan untuk mengisi daya dengan memanfaatkan energi terbarukan yaitu sinar matahari yang kemudian disimpan dalam sebuah baterai. Selanjutnya *Solar Integrated Powerbank* pada penelitian ini disebut SIP seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Solar Integrated Powerbank*

B. Sensor Ultrasonik

Pada penelitian ini menggunakan 2 (dua) buah sensor ultrasonik seperti pada Gambar 2. Sensor yang digunakan adalah jenis HC-SR04 yang berguna untuk mengukur jarak suatu benda dengan cara memantulkan suatu gelombang yang kemudian diterima oleh gema pin sehingga jarak suatu benda dapat diketahui. Sensor ini bekerja dengan frekuensi 40.000 Hz, sehingga bunyi pada gelombang tersebut tidak dapat diterima oleh indera pendengaran manusia. Jarak objek yang memantulkan berbanding lurus dengan perbedaan waktu yang dipancarkan dan diterima kembali.

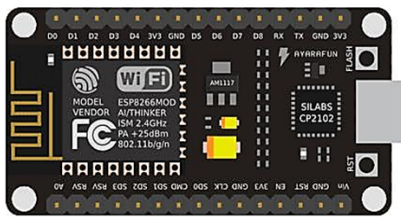


Gambar 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Cara kerja dari sensor ini adalah saat sensor diberikan tegangan positif pada pin *Trigger* selama 10uS, maka sensor akan mengirimkan 8 *step* sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin *Echo*. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.

C. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah *board* elektronik yang berbasis *chip* ESP8266 dari ESPRESSIF dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi) khususnya pengaplikasian IoT seperti terlihat pada Gambar 3. Sedangkan mikrokontroler sendiri merupakan sebuah komputer kecil di dalam IC (*Integrated Circuit*) yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, Port *input* atau *output*, dan ADC. Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun *controlling* pada proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan *compiler*-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE.



Gambar 3. Modul NodeMCU ESP8266

D. Motor Servo

Motor servo DC yang digunakan pada rancang bangun ini menggunakan sistem umpan balik tertutup yang mana posisi rotor akan kembali posisinya semula. Motor servo DC terdiri dari sebuah motor DC, potensiometer, rangkaian *gear* dan sebuah motor DC. Untuk menentukan batas sudut dari putaran servo merupakan fungsi dari potensiometer. Sedangkan, sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo. Gambar 4 merupakan gambar motor servo.

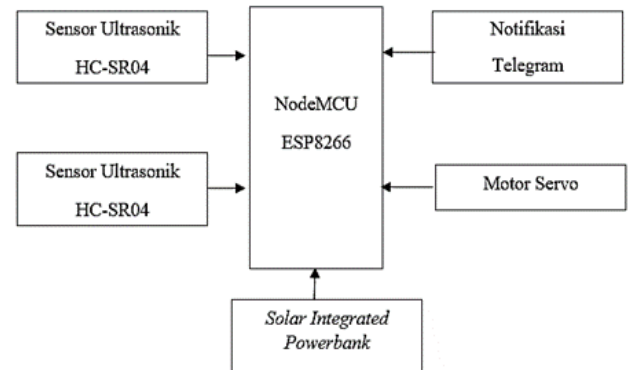


Gambar 4. Motor Servo

Motor servo dikendalikan melalui pemberian sinyal modulasi pulsa lebar (*Pulse Wide Modulation* atau PWM) menggunakan kabel kontrol. Lebar pulsa yang diberikan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo tersebut. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar posisi poros motor servo ke posisi sudut 90°.

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D), yang memiliki arti suatu proses atau langkah-langkah guna mengembangkan suatu produk baru atau evaluasi produk yang sudah ada. Blok diagram penelitian ini terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem

Smart Trash Can menggunakan NodeMCU ESP8266 berbasis komunikasi Telegram Messenger ini dirancang dengan beberapa sistem yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu masukan, proses, dan luaran seperti terlihat pada gambar 5. diagram blok fungsi. Komponen masukan yang digunakan pada alat ini yaitu sensor ultrasonik. Kemudian pada bagian proses atau pengolah data menggunakan NodeMCU ESP8266. Lalu, untuk bagian luarannya menggunakan motor Servo serta notifikasi Telegram.

A. Langkah Kerja Alat

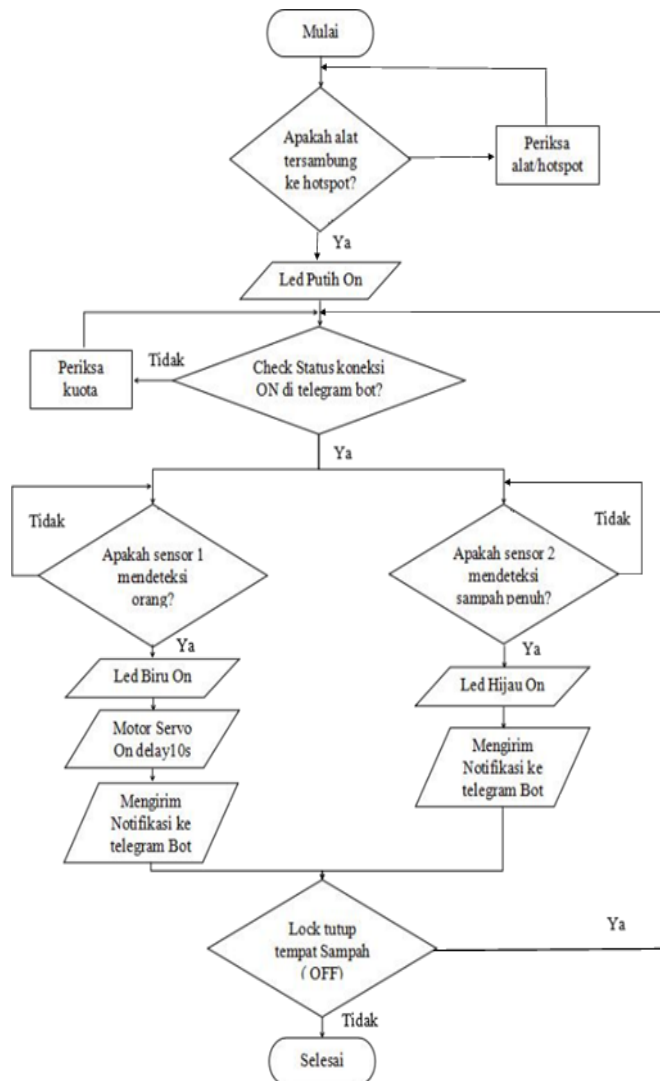
Langkah kerja *Smart Trash Can* dan Diagram alir nya adalah sebagai berikut:

- 1) Mulai dengan menghubungkan alat dengan catu daya yaitu SIP.
- 2) Alat akan menghubungkan dengan wifi (*hotspot*) yang telah di masukan nama dan *password* kedalam program NodeMCU ESP8266. Apabila alat telah terhubung ke Wifi maka led putih akan menyala.
- 3) Cek status konek antara alat dan Telegram Bot dengan mengetik /start lalu *ON* pada *chat* telegram Bot.
- 4) Sensor ultrasonik 1 & 2 dalam kondisi *standby*, Apabila sensor 1 mendeteksi ada yang mendekat dalam jarak 5cm maka Alat akan memberikan perintah untuk menghidupkan Led biru, membuka motor servo, dan memberikan notifikasi ke Telegram Bot.
- 5) Apabila sensor 2 mendeteksi kapasitas sampah penuh (jarak 5cm dari sensor yang ada di tutup tempat sampah) maka alat akan memberikan notifikasi bahwa tempat sampah penuh.

- 6) Bila tempat sampah penuh, maka nonaktifkan alat dengan mengirim *chat* ke Telegram Bot dengan perintah *OFF*.

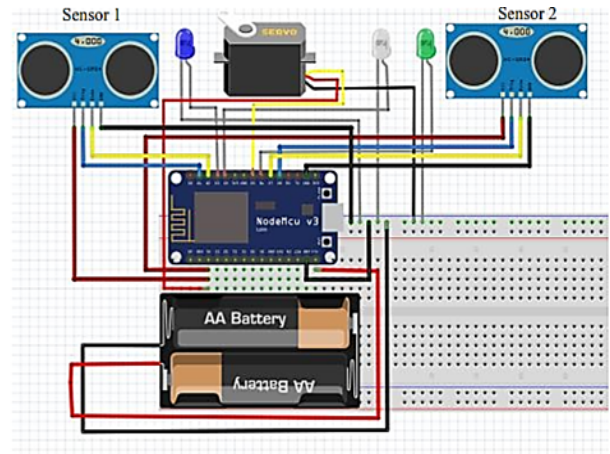
B. Pembuatan Perangkat Keras

Diagram alir kerja pada penelitian ini terdapat pada Gambar 6



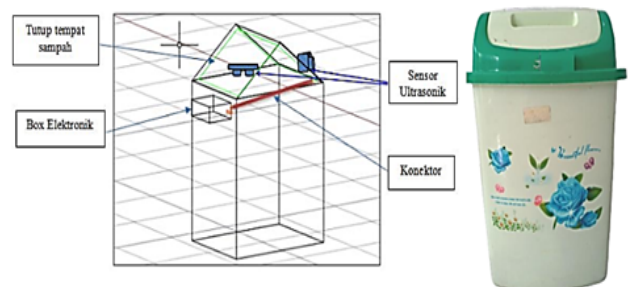
Gambar 6. Diagram Alir Kerja

- 1) Bagian Elektronik ditempatkan di dalam tutup tempat sampah sehingga penempatan peralatan elektronik seperti modul NodeMCU, sensor ultrasonik, *Solar Integrated Powerbank* dan motor servo mengikuti bentuk tempat sampahnya. Desain rangkaian elektronik *Trigger Pin Sensor 2* pada pin D8; *Echo Pin Sensor 2* pada pin D7; *Led Pin Sensor 2* pada pin D6; *Trigger Pin Sensor 1* pada pin D1; *Echo Pin Sensor 1* pada pin D2; *Led Pin Sensor 1* pada pin D3; *Led wifi* pada pin D4; *Motor servo* pada pin D5 seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain Rangkaian Elektronik

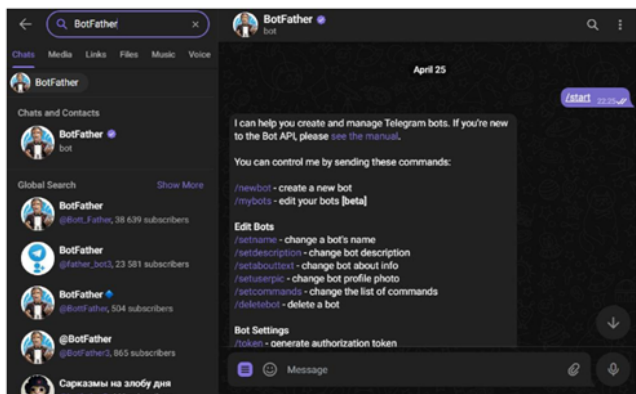
- 2) Bagian Mekanik: Desain mekanik prototipe Alat *Smart Trash Can* menggunakan NodeMCU ESP8266 berbasis komunikasi Telegram Messenger ini terbuat tali, kawat dan kayu (*Stick ice cream*) yang terhubung ke motor servo. Pembuatan mekanik alat dilakukan dengan menyambung tali dan kawat dari motor servo menuju tutup tempat sampah sampai menjadi bagian yang utuh, Kemudian tahap penyelesaian akhir mekanik dengan mengecat mekanik. Desain mekanik yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Mekanik dan Contoh Tempat Sampah

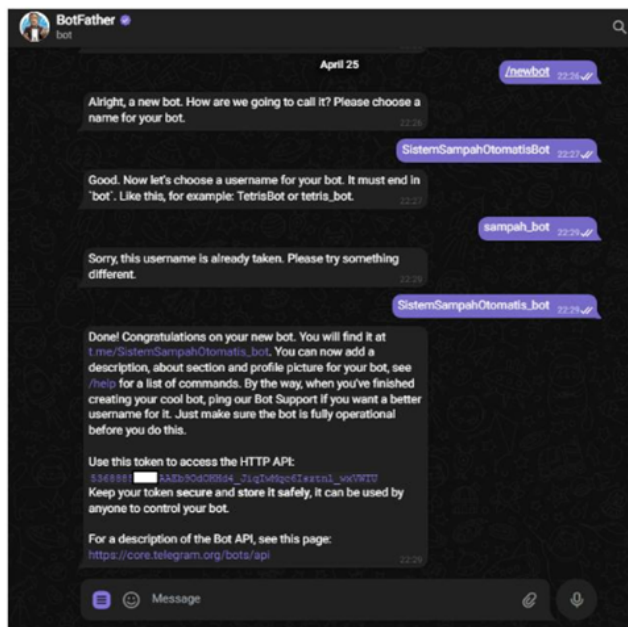
C. Pembuatan Perangkat Lunak

Langkah awal dari perancangan perangkat lunak pada alat ini yaitu dengan melakukan konfigurasi aplikasi Telegram messenger. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan 2 hal, yaitu Token dari telegram bot dan id Telegram nya. Dua bagian inilah yang nanti akan kita masukan ke dalam bahasa pemrograman di aplikasi Arduino IDE nya. Langkah pertama yaitu membuat akun bot untuk notifikasi khusus *Smart Trash Bin* dengan cara buka aplikasi telegram pada gawai Android atau iOS, dengan mengklik ikon Telegram messenger. Kemudian lanjutkan dengan melakukan pencarian id Telegram BotFather sesuai pada Gambar 9 kemudian pastikan terdapat centang biru pada akun Telegram BotFather tersebut.



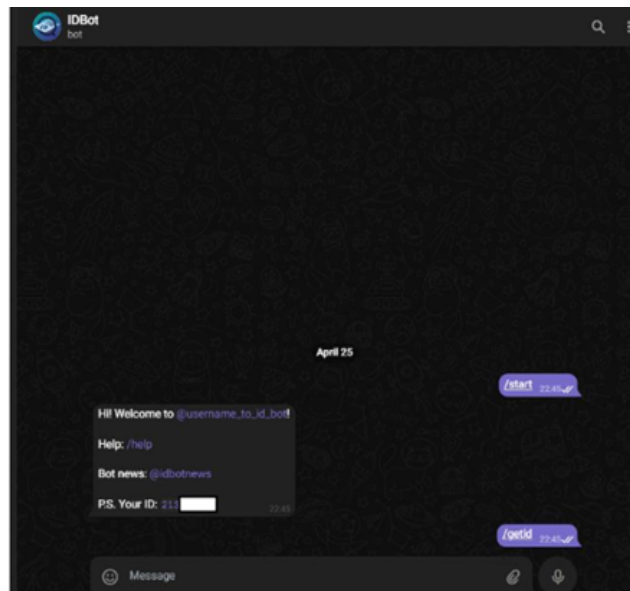
Gambar 9. Pencarian Akun BotFather

Setelah itu ketik `/start` pada kolom pesan di akun BotFather tekan enter atau kirim, dan pilih menu `/newbot` dengan mengetikan `/newbot` pada kolom pesan. Berikutnya kita akan diminta untuk memasukkan nama dari bot yang akan kita buat yaitu SistemSampahOtomatisBot, syarat dari pemilihan nama bot adalah harus unik dan tidak boleh sama. Lihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Membuat Telegram Bot

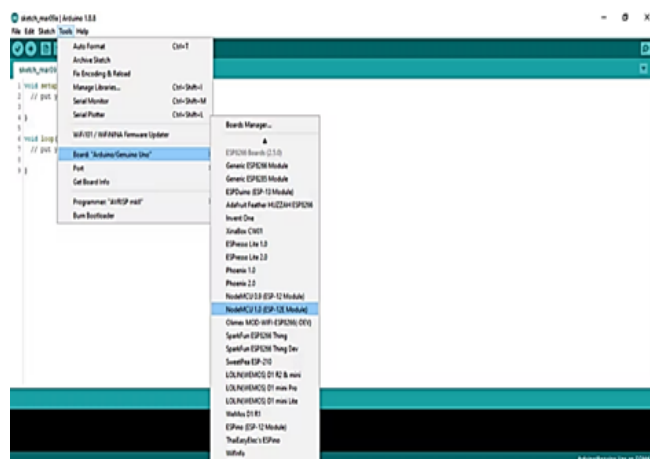
Setelah mendapat balasan dari BotFather “Good. Now let's choose a username for your bot....dst” maka telegram bot sudah berhasil, tinggal dilanjutkan memilih *username* dari bot tersebut, yaitu SistemSampahOtomatis_Bot dan jika berhasil akan diinformasikan mengenai *link* dari bot dan akses token, seperti pada Gambar 10. *Link* http://t.me/SistemSampahOtomatis_bot dan akses token 5368885xxx:AAEb9OdOHd4_JiqIwMqc6Isztnl_wxVWTU yang akan kita gunakan untuk pemrograman menggunakan arduino IDE selanjutnya. Terkait id telegram yang akan digunakan, dapat kita dapatkan dengan cara mencari bot Telegram dengan id IDbot seperti Gambar 11. Kemudian ketik `/start` pada kolom pesan tekan enter atau kirim sampai mendapatkan balasan dari IDbot mengenai Id telegram dari gawai yang kita gunakan 2135546xx.



Gambar 11. ID Telegram Gawai

Pembuatan perangkat lunak (*Software*) sistem menggunakan aplikasi Arduino IDE yang dijalankan melalui OS windows 7. Untuk menjalankan aplikasi tersebut maka klik kanan *Open* atau klik kiri dua kali pada ikon Arduino IDE.

Setelah program Arduino IDE berjalan maka tampilan aplikasi Arduino IDE lalu lanjutkan langkah pemilihan modul *board*, dengan cara pilih pada menu *tools* lalu pilih *board* kemudian pilih *board* Arduino yang digunakan, pada sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 maka pilih pada NodeMCU ESP8266. Gambar 12 merupakan pemilihan *board* modul NodeMCU ESP8266 pada Arduino IDE



Gambar 12. Pemilihan Papan Modul NodeMCU ESP8266 Pada Arduino IDE

Setelah program telah selesai maka proses selanjutnya adalah melakukan pengunggahan program pada *board* Arduino, namun sebelum program diunggah pada *board* Arduino, pastikan bahwa program telah diverifikasi untuk mengetahui bahwa tidak ada *error*/kesalahan program dengan mengklik menu centang pada *toolbar* atau dengan menekan tombol `Ctrl + R` secara bersamaan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Perancangan dan Alat Sistem

Tahap perancangan system yang dilakukan oleh peneliti adalah dengan “Rancang Bangun *Smart Trash Can* Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Komunikasi Telegram Messenger”. Selain itu, pada bagian ini juga membahas mengenai hasil dari sistem yang telah dibuat berdasarkan rancangan yang ada, melakukan pengujian keseluruhan sistem dan mengevaluasi sistem yang berjalan.



Gambar 13. NodeMCU ESP8266 Pada *Smart Trash Can*



Gambar 14. Pemasangan Sensor Ultrasonik 1



Gambar 15. Pemasangan Sensor Ultrasonik 2



Gambar 16. Pemasangan Motor Servo

Pada tahap realisasi perangkat keras dirancang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Pada Gambar 7. terdapat rangkaian NodeMCU ESP8266 yang diletakkan pada belakang tempat sampah yang dihubungkan dengan kabel *jumper*. Kemudian pada Gambar 10. terdapat sensor ultrasonik yang telah ditempelkan pada tutup tempat sampah. Fungsi dari masing – masing alat tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) NodeMCU ESP8266 adalah sebagai mikrokontroler dari sistem *Smart Trash Can* yang bertugas akan menerima data dari masing-masing sensor. Pada mikrokontroler ini sudah terdapat modul ESP8266 yang dapat terkoneksi dengan wi-fi.
- 2) *Solar Integrated Powerbank* sebagai catu daya alternatif.
- 3) Modul HC-SR04 yang pertama (1), digunakan untuk membaca kondisi tempat sampah yang penuh. Dimana modul tersebut akan mengkonversi nilai analog ke nilai digital pada sensor ultrasonik.
- 4) Modul HC-SR04 yang kedua (2), digunakan untuk membaca keberadaan orang yang akan membuang sampah. Dimana modul tersebut mengkonversi nilai analog ke nilai digital pada sensor ultrasonik.
- 5) Motor servo, digunakan sebagai aktuator buka/tutup tempat sampah.

B. Realisasi Pembangunan Progam Pada Mikrokontroler

Realisasi dalam pembangunan program pada mikrokontroler ini menggunakan Arduino IDE dengan Bahasa pemrograman C++. Agar terkoneksi dengan beberapa perangkat lainnya serta dalam melakukan komunikasi dengan Telegram Bot, maka mikrokontroler dibangun dengan menggunakan beberapa *library* tambahan. Beberapa *library* tambahan tersebut adalah sebagai berikut:

```
#include <CTBot.h>
```

```
#include <Servo.h>
```

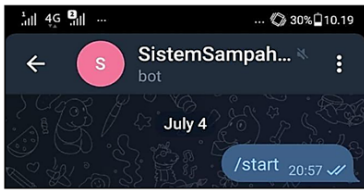
Fungsi dari masing – masing *library* adalah sebagai berikut:

- 1) CTBot.h merupakan *library* yang dibutuhkan untuk berkomunikasi dengan Telegram Bot
- 2) Servo.h merupakan *library* yang berfungsi untuk mengaktifkan komunikasi dengan aktuator motor servo.

C. Realisasi Sistem Antarmuka Pengguna

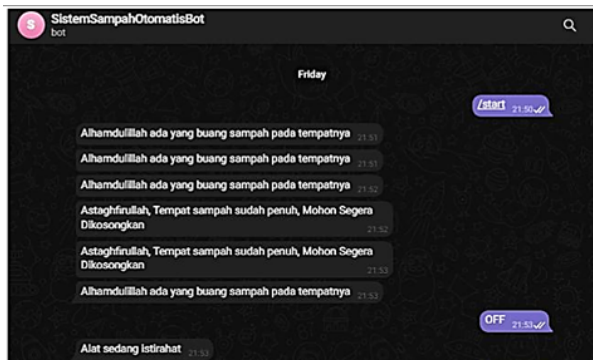
Dalam pembangunan sistem antarmuka *Smart Trash Can* menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Komunikasi Telegram Messenger terdapat satu *user*

pengguna yang menjalankan sistem sesuai dengan rancangan. Berikut ini merupakan realisasi dari antarmuka sistem *Smart Trash Can* menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Komunikasi Telegram Messenger.



Gambar 17. Tampilan Awal Antarmuka Pengguna

Pada Gambar 17 merupakan tampilan awal pada *Antarmuka Pengguna*, berisi “start”. Perintah *start* ini akan dilanjutkan dengan deteksi tempat sampah yang penuh atau tidak. Jika tempat sampah terdeteksi penuh atau ada orang yang buang sampah, maka Antarmuka Pengguna Telegram akan memunculkan notifikasi dan begitu juga untuk perintah (status koneksi alat dengan telegram) *ON* & *OFF* seperti pada Gambar 18.



Gambar 18. *User Interface* Telegram Bot

D. Teknik Pengujian Sistem

Metode Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode uji langsung, uji *black box*. Tahap pengujian merupakan hal yang harus dilakukan untuk mengetahui kinerja baik dari perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian sensor ultrasonik merupakan perancangan data uji berdasarkan spesifikasi perangkat lunak yang telah dibangun.

TABEL I. Pengujian Kapasitas *Solar Integrated Powerbank*

No	Tegangan (Volt)	Waktu
1	4,19 Volt	Pukul 13.30 WIB
2	4,10 Volt	Pukul 13.45 WIB
3	4,07 Volt	Pukul 14.00 WIB
4	4,05 Volt	Pukul 14.15 WIB
5	4,02 Volt	Pukul 14.30 WIB
6	3,98 Volt	Pukul 14.45 WIB
7	3,96 Volt	Pukul 15.00 WIB
8	3,94 Volt	Pukul 15.15 WIB
9	3,93 Volt	Pukul 15.30 WIB
10	3,91 Volt	Pukul 15.45 WIB

Jika dilihat dari Tabel I. Setiap 15 menit penggunaan *smart trash can* mengurangi kapasitas tegangan *solar*

integrated powerbank sebesar kurang lebih 0,01 Volt hingga 0,9 Volt. Perbedaan yang dihasilkan disebabkan oleh seberapa sering tempat sampah membuka dan menutup secara otomatis. Semakin sering tempat sampah digunakan maka konsumsi daya yang dibutuhkan akan semakin besar, begitu juga sebaliknya. Jika pada kondisi *OFF* atau alat sedang tidak digunakan, dengan kata lain alat sedang diistirahatkan maka konsumsi daya yang digunakan dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II. Pengujian Kapasitas *Solar Integrated Powerbank* Saat Kondisi *Smart Trash Can Off*

No	Tegangan (Volt)	Waktu
1	3,90 Volt	Pukul 15.45 WIB
2	3,81 Volt	Pukul 17.45 WIB

Kebutuhan daya pada *Smart Trash Can* dapat dilihat pada Tabel III. sebagai berikut:

TABEL III. Pengujian Kapasitas *Solar Integrated Powerbank* Saat Kondisi *Smart Trash Can Off*

No	Nama Komponen	Arus
1	Modul ESP8266	23 mA
2	Motor Servo	156,7 mA
3	Sensor 1 HC-SR04	2,7 mA
4	Sensor 2 HC-SR04	2,8 mA
5	Indikator LED putih	8,23 mA
6	Indikator LED hijau	9,32 mA
7	Indikator LED biru	9,67 mA
Total		186 mA

Kapasitas dari *Solar Integrated Powerbank* adalah 4800 mAh sehingga jika *powerbank* penuh atau *full* maka SIP dapat digunakan untuk mencatu *smart trash can* selama 25,8 jam, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan (jam)} &= \frac{\text{kapasitas SIP}}{\text{kebutuhan total smart trash can}} \\
 &= \frac{4800 \text{ mAh}}{186 \text{ mA}} \\
 &= 25,8 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Sehingga, jika SIP *full* maka dapat mencatu *smart trash can* selama 1 (satu) hari penuh. Tabel IV sampai Tabel VIII merupakan tabel pengujian sensor dan motor servo.

TABEL IV. Pengujian Sensor Ultrasonik 1 (HC-SR04) di Dalam Ruangan

No	Skenario Uji Jarak	Pembacaan Sensor	Notifikasi
1	5 cm	5 cm	Terkirim
2	10 cm	10 cm	Tidak terkirim

TABEL V. Pengujian Sensor Ultrasonik 1 (HC-SR04) di Luar Ruangan

No	Skenario Uji Jarak	Pembacaan Sensor	Notifikasi
1	5 cm	5 cm	Terkirim
2	10 cm	10 cm	Tidak terkirim

TABEL VI. Pengujian Sensor Ultrasonik 2 (HC-SR04) di Dalam Ruang

No	Skenario Uji Jarak	Pembacaan Sensor	Notifikasi
1	5 cm	5 cm	Terkirim
2	10 cm	10 cm	Tidak terkirim

TABEL VII. Pengujian Sensor Ultrasonik 2 (HC-SR04) di Luar Ruang

No	Skenario Uji Jarak	Pembacaan Sensor	Notifikasi
1	5 cm	5 cm	Terkirim
2	10 cm	10 cm	Tidak terkirim

TABEL VIII. Pengujian Motor Servo

No	Sensor Uji Jarak Tangan Dengan Sensor 1	Hasil Yang Diharapkan	Ket
1	5 cm	Motor servo dapat melakukan perintah membuka dan menutup tempat sampah dengan delay 60s.	Sesuai
2	10 cm	Motor Servo <i>Off</i> (tidak melakukan buka tutup tempat sampah)	Sesuai
3	15 cm	Motor Servo <i>Off</i> (tidak melakukan buka tutup tempat sampah)	Sesuai

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisa, perancangan dengan implementasi yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah Rangkaian Rancang Bangun *Smart Trash Can* Menggunakan Nodemcu ESP8266 Berbasis Komunikasi Telegram Messenger yang dibuat sudah bisa melakukan monitoring untuk tempat sampah yang menampilkan bobot sampah dan status tutup sampah.

Sistem yang dibangun diuji menggunakan 3 skenario pengujian untuk mengetahui sistem berjalan dengan baik atau tidak, dan didapatkan kesimpulan bahwa alat dan sistem bekerja dengan baik.

REFERENSI

- [1] Y. B. Widodo, T. Sutabri, and L. Faturahman, "Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Berbasis IOT," J. Teknol. Inform. dan Komput., vol. 5, no. 2, pp. 50–57, 2019, doi: 10.37012/jtik.v5i2.175.
- [2] D. Wijaya and H. Khariono, "Pemantauan Ph Berbasis Nodemcu32 Terintegrasi Bot Telegram Melalui Platform I-Ot.Net," J. Inform. Polinema, vol. 8, no. 3, pp. 53–62, 2022, doi: 10.33795/jip.v8i3.868.
- [3] R. P. Astutik, "Aplikasi Telegram Untuk Sistem Monitoring pada Smart Farming," J. Teknol. dan Terap. Bisnis, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [4] A. Andhika Alif and H. Emy, "Pemanfaatan Aplikasi Telegram dan Internet of Things pada Pemantauan Tempat Sampah," J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar., vol. 5, p. 140, 2021.
- [5] A. W. Soejono, A. Setyanto, A. F. Sofyan, and W. Anova, "Evaluasi Usability Website UNRIYO Menggunakan S ystem Usability Scale (Studi Kasus : Website UNRIYO)," vol. XIII, pp. 29–37, 2018.
- [6] A. Handoyo, M. T. Prasetyo, and A. H. Saptadi, "Rancang Bangun Alat Tempat Sampah Pintar Portable Berbasis Arduino Building Design of Arduino-Based Portable Smart Trash Bin Tool Universitas Muhammadiyah Semarang untuk portible karena masih mengandalkan arus AC sehingga harus terpancang oleh ," pp. 985–994.

- [7] R. Sirait and I. Lubis, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Design of Smart Trash Can Based on Arduino Uno," Jikstra, vol. 03, no. 01, pp. 1–6, 2021.
- [8] S. Purwaningsih and J. Pebralia, "Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno Untuk Limbah," vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [9] M. S. ALAM, "Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," vol. 9, no. 2, pp. 451–455, 2012, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.4058.
- [10] J. P. Jumri, "Perancangan Sistem Monitoring Konsultasi Bimbingan Akademik Mahasiswa dengan Notifikasi Realtime Berbasis SMS Gateway," J. Sist. dan Teknol. Inf., vol. 1, no. 1, pp. 21–25, 2015.
- [11] D. Nusyirwan, "Tong Sampah Pintar Dengan Perintah Suara Guna Menghilangkan Perilaku Siswa Membuang Sampah Sembarangan Di Sekolah," J. Teknoinfo, vol. 14, no. 1, p. 48, 2020, doi: 10.33365/jti.v14i1.336.
- [12] N. Fernando, Humaira, and E. Asri, "Monitoring Jaringan dan Notifikasi dengan Telegram pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Padang," JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf., vol. 1, no. 4, pp. 121–126, 2020, doi: 10.30630/jitsi.1.4.17.
- [13] D. O. Pradana and A. Prihanto, "Implementasi Notifikasi Menggunakan Telegram Messenger Pada Software The Dude Network Monitoring," J. Manaj. Inform., vol. 11, no. 1, pp. 65–74, 2020.
- [14] P. Febriyanti and S. Rusmin, "Febriyanti Panjaitan PEMANFAATAN NOTIFIKASI TELEGRAM UNTUK MONITORING JARINGAN," J. SIMETRIS, vol. 10, no. 2, pp. 725–732, 2019.
- [15] Ferry Chandra Sunaryo, "Monitoring dan Manajemen Jaringan dengan Telegram," no. 45, p. 65, 2021.
- [16] W. Adhiwibowo, F. W. Christanto, A. F. Daru, P. Studi, and T. Informatika, "Implementasi API Bot Telegram untuk Sistem Notifikasi pada The Dude Network Monitoring System," pp. 593–599, 2021.
- [17] K. Nalakhudin, M. Imron, and M. A. Wiedanto Prasetyo, "Pemanfaatan Notifikasi Telegram Untuk Monitoring Perangkat CCTV Rumah Sakit Orthopaedi Purwokerto," Technomedia J., vol. 6, no. 1, pp. 56–65, 2021, doi: 10.33050/tmj.v6i1.1564.
- [18]
- [19] L. Jodar and E. Navarro, Closed analytical solution of Riccati type matrix differential equations, Indian J. Pure and Appl. Math., 23, pp.185-187, 1992.
- [20] D. R. Vaughn, A negative exponential solution for the matrix Riccati equation, IEEE Trans. Automat. Control, 14, pp. 72-75, 1969.
- [21] N. Lovren and M.Tomic, Analytic solution of the Riccati equation for the homing missile linear quadratic control problem, J. Guidance. Cont. Dynamics, 17, 619-621, 1994.
- [22] M. Razzaghi, Solution of the matrix Riccati equation in optimal control, Information Sci., 16, pp. 61—73, 1978.
- [23] M. Razzaghi, A computational solution for a matrix Riccati differential equation, Numerical Math., 32, pp. 271-279, 1979.
- [24] M. Razzaghi, A Schur method for the solution of the matrix Riccati equation, Int. J. Math. and Math. Sci., 20, pp. 335-338, 1997.
- [25] Albagul, Othman O. Khalifa and Wahyudi, Matlab and scilab in Mechatronics, Int. J. engng Ed., 21, pp. 896-905, 2005.
- [26] B. Simeon, Modelling a flexible slider crank mechanism by a mixed system of DAEs and PDEs, Math. Modelling Syst., 2, pp. 1-18, 1996.
- [27] J. Weickert, Navier-Stokes equations as a differential algebraic system, Preprint SFB 393/96-08, Technische Universität Chemnitz-Zwickau, 1996.