



Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis *Internet of Thing* (IOT) Untuk Pemantauan dan Pengontrolan Jarak Jauh.

MHD Micho Januar Prananta¹, Akim Manaor Hara Pardede²,

Melda Pita Uli Sitompul³

STMIK Kaputama, Indonesia

JL.Veteran, No.4A-9A, Binjai, Sumatera Utara, Indonesia

Email : michojanuar11@gmail.com¹, akim@gmail.com², meldasitompul19@gmail.com³

Abstract. *The increasing waste problem requires innovative solutions that are efficient and sustainable. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT) based garbage cleaning robot that can be monitored and controlled remotely. This system is designed by utilizing a microcontroller as the main brain, sensors to detect the presence of garbage, and an IoT-based communication module that allows monitoring and control of the robot via mobile devices or the web. Based on the results of the analysis and testing carried out, this study shows that the use of ESP8266 in the RC Trans Robot motor control with the Blynk application has succeeded in significantly increasing system efficiency. The system successfully responds to user input via a mobile application and can control the movement of the robot in real-time. The performance of the robot system controlled via a WiFi network shows good stability in various test scenarios. The robot can operate effectively within a distance that matches the range of the WiFi network, with fast control response and reliable communication.*

Keywords: *Garbage Cleaning Robot, Internet of Thing (IOT), Remote Control*

Abstrak. Permasalahan sampah yang semakin meningkat memerlukan solusi inovatif yang efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot pembersih sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai otak utama, sensor untuk mendeteksi keberadaan sampah, serta modul komunikasi berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian robot melalui perangkat mobile atau web. Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ESP8266 dalam kontrol motor RC Trans Robot bersama aplikasi Blynk berhasil meningkatkan efisiensi sistem secara signifikan. Sistem berhasil merespons masukan pengguna melalui aplikasi mobile dan dapat mengendalikan pergerakan robot secara real-time. Kinerja sistem robot yang dikendalikan melalui jaringan WiFi menunjukkan stabilitas yang baik dalam berbagai skenario uji. Robot dapat beroperasi secara efektif dalam jarak yang sesuai dengan jangkauan jaringan WiFi, dengan respon kontrol yang cepat dan komunikasi yang andal.

Kata kunci: Robot Pembersih Sampah, *Internet Of Thing* (IOT), Pengontrolan Jarak Jauh

1. LATAR BELAKANG

Pencemaran lingkungan menjadi salah satu masalah global yang mendesak untuk diatasi di abad ke-21 ini. Salah satu aspek penting dari upaya perlindungan lingkungan adalah menjaga kebersihan dan kebersihan tempat. Namun, kegiatan pembersihan yang dilakukan secara manual oleh petugas kebersihan seringkali tidak efisien dan memerlukan banyak sumber daya manusia. Selain itu, seringkali sulit untuk memantau dan mengontrol proses pembersihan tersebut secara efektif.

Dalam konteks ini, pengembangan robot pembersih sampah yang berbasis IoT menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembersihan lingkungan. Robot pembersih sampah ini dapat dilengkapi dengan sensor yang mampu mendeteksi sampah, navigasi otomatis untuk mengelilingi wilayah tertentu, dan kemampuan untuk berkomunikasi melalui jaringan internet untuk pemantauan dan pengontrolan jarak jauh.

Dengan demikian, dalam rangka mengatasi masalah pembersihan perkotaan dan memanfaatkan potensi teknologi IoT, penelitian ini akan membahas rancang bangun dan pengembangan sebuah robot pembersih sampah berbasis IoT. Robot ini akan dirancang untuk membersihkan dengan kontrol melalui android, sambil memungkinkan pemantauan dan pengontrolan jarak jauh melalui internet. Diharapkan bahwa penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya perlindungan lingkungan dan peningkatan kualitas hidup.

Telah dilakukan penelitian oleh (Amin et al., 2023) yang berjudul Pengenalan Teknologi Microcontroller Dengan Kompetensi Pembuatan Tong Sampah Pintar Pada Siswa Kelas Xi Smkn 2 Tanjungbalai dengan hasil rancangan alat, ketika jarak kurang dari 40 cm maka sensor akan mengirimkan data dan akan dibandingkan oleh arduino, sehingga menggerakkan servo dari sudut 0 menuju sudut 100 derajat. *Output* dari df player mini akan aktif dan mengeluarkan suara.

Selanjutnya telah dilakukan penelitian oleh (Wahid et al., 2020) yang berjudul Rancang Bangun Robot Kendali Lingkungan Berbasis Android dengan hasil uji coba yang dilakukan yaitu rancang bangun robot kendali lingkungan bergerak sesuai dengan perintah baik melalui aplikasi android maupun dengan sistem pengikut garis yakni robot dapat bergerak mengambil sampah dan meletakkannya ke tempat sampah sesuai dengan perintah yang di inputkan aplikasi pengendali smartphone pada tampilan dari aplikasi tersebut.

2. KAJIAN TEORITIS

Mengacu permasalahan yang terdapat di latar belakang, maka rumusan masalah yang dapat diuraikan sebagai berikut :

- Bagaimana Pembuatan Robot Pembersih Sampah berbasis *Internet of Things* menggunakan modul ESP8266 ?
- Apa saja komponen penyusun Robot Pembersih Sampah Berbasis *Internet of Things* menggunakan modul ESP8266 agar dapat berfungsi dengan baik ?
- Bagaimana Efektivitas Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet Of Thing (Iot) Untuk Pemantauan Dan Pengontrolan Jarak Jauh?

Adapun tujuan dari penelitian Skripsi ini adalah

- Membuat Robot Pembersih Sampah berbasis *Internet of Things* menggunakan NodeMCU ESP8266
- Mengetahui komponen penyusun Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet Of Things menggunakan NodeMCU ESP8266 agar dapat berfungsi dengan baik.

- Bagaimana Efektivitas Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet Of Thing (Iot) Untuk Pemantauan Dan Pengontrolan Jarak Jauh.

3. METODE PENELITIAN

Rancang Bangun

Perancangan merupakan sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. Rancang Bangun merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang sudah ada.(Rahmat Gunawan et al., 2021)

Pengembangan Pembersih Sampah

Pengembangan pembersih sampah adalah proses perbaikan dan inovasi yang dilakukan pada sistem atau mekanisme yang digunakan oleh robot pembersih sampah untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kemampuannya dalam menangani berbagai jenis sampah. Tujuan dari pengembangan ini adalah untuk memastikan bahwa robot mampu membersihkan area dengan lebih baik, mengumpulkan berbagai jenis sampah, serta bekerja secara optimal dengan kontrol jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT).

Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (*search and rescue*), dan untuk pencarian tambang.

Internet of Things (IoT)

Internet Of Things (IoT) adalah Objek yang bisa terhubung ke internet dan untuk mengedalikan suatu alat melalui internet.(Novansyah et al., 2021) Istilah “*Internet of Things*” (IoT) pertama kali digunakan pada tahun 1999 oleh pelopor teknologi Inggris Kevin Ashton untuk menggambarkan sebuah sistem dimana benda-benda didunia fisik dapat dihubungkan ke

internet dengan sensor. Ashton menciptakan istilah untuk mengilustrasikan kekuatan menghubungkan *tag Radio-Frequency Identification* (RFID) digunakan dalam rantai pasokan perusahaan ke internet untuk menghitung dan melacak barang tanpa membutuhkan manusia intervensi. Saat ini, Internet of Things telah menjadi istilah populer untuk menggambarkan skenario dimana konektivitas internet dan kemampuan komputas meluas ke berbagai objek, perangkat, sensor, dan sehari-hari item.(Rose et al., 2015).

Pembersih Sampah

Sampah merupakan bahan yang dibuang dari suatu sumber akibat hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alami alam yang dinilai tidak memiliki hasil ekonomis dan dapat mencemari lingkungan. Menurut Asosiasi Kesehatan publik di Amerika, sampah atau waste dapat diartikan sebagai sesuatu yang tidak terpakai lagi atau sesuatu yang dibuang karena tidak dapat digunakan lagi dan berasal dari kegiatan manusia. Lebih lanjut dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan bahwa sampah adalah 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. Berdasarkan definisi dan pengertian tentang sampah diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa sampah merupakan benda yang dibuang dan tidak diinginkan lagi dalam proses produksi, berasal dari kegiatan manusia maupun proses alam dan dapat mencemari lingkungan hidup.(Aminullah, 2020).

NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa sistem on chip ESP8266 dari ESP8266 buatan *Espresif Systems*, juga *firmware* yang digunakan yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting Lua*. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras development kit. NodeMCU bisa di analogikan sebagai *board* Arduino-nya ESP8266. Dalam seri tutorial ESP8266 embeddednesia pernah membahas bagaimana memprogram ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul USB to Serial untuk mengunduh program.

Blynk

Merupakan sebuah aplikasi Android dan IOS yang digunakan untuk memudahkan kita mengendalikan module Arduino, Raspberry PI, ESP8266 , dan lain-lain melalui jaringan internet. Aplikasi ini sangat cocok untuk pemula dalam mempelajari *Internet of Things* karena kita tidak terlalu banyak menulis program dan juga aplikasi BLYNK dapat menerima data,

mengirim data dari perangkat lain dan juga dapat menampilkannya, dengan syarat nilai token pada perangkat yang lain harus sama dengan aplikasi BLYNK. (Luthfi Hanif, 2020).

WiFi

Wi-Fi (/ˈwaɪfaɪ/, juga ditulis Wifi atau WiFi) adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) melalui sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi Internet berkecepatan tinggi. Wi-Fi Alliance mendefinisikan Wi-Fi sebagai "produk jaringan area lokal nirkabel (WLAN) apapun yang didasarkan pada standar *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11".[1] Meski begitu, karena kebanyakan WLAN zaman sekarang didasarkan pada standar tersebut, istilah "Wi-Fi" dipakai dalam bahasa Inggris umum sebagai sinonim "WLAN".

Smartphone

Smartphone adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan dengan penggunaan dan fungsi yang menyerupai komputer. Belum ada standar pabrik yang menentukan arti ponsel cerdas. Bagi beberapa orang, ponsel cerdas merupakan telepon yang bekerja menggunakan seluruh perangkat lunak sistem operasi yang menyediakan hubungan standar dan mendasar bagi pengembang aplikasi. Bagi yang lainnya, ponsel cerdas hanyalah merupakan sebuah telepon yang menyajikan fitur canggih seperti surel (surat elektronik), internet dan kemampuan membaca buku elektronik (e-book) atau terdapat papan ketik (baik sebagaimana jadi maupun dihubungkan) dan penyambung VGA.(INSANI, 2017).

Motor DC

Motor DC memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet di antara kedua magnet tersebut. Di dalam medan magnet jangkar/rotor berputar. Jangkar yang terletak di tengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut komutator. Sikat (brushes) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada di dekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar. Ketika jangkar berputar, komutator mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

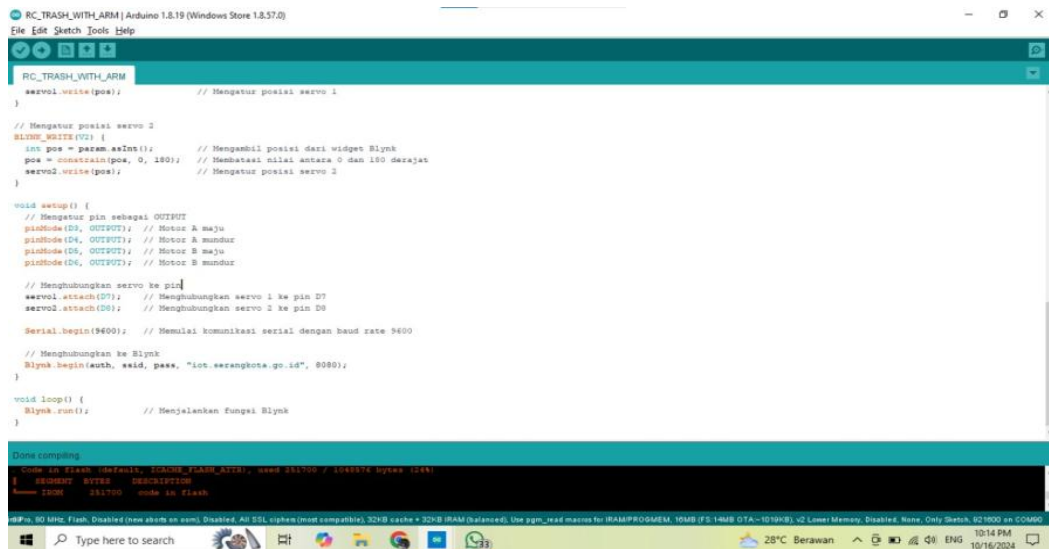
Adapun hasil dari pengujian yang dilakukan adalah sebuah alat yang dibuat atau dirancang dan di program dengan menggunakan aplikasi Arduino. Alat yang dibuat akan digunakan untuk membantu masyarakat dalam Membuang Sampah pada ruangan dengan ketentuan alat dan bahan sebagai berikut:

- NodeMCU ESP8266: Bertindak sebagai unit pemroses, yang juga berfungsi menerima dan mengirim data melalui jaringan Wi-Fi.
- Motor Servo berfungsi untuk memberikan kontrol yang presisi terhadap posisi, kecepatan, dan arah pergerakan dalam sebuah system.
- Kabel Jumper berfungsi sebagai penghubung listrik yang digunakan untuk menyambungkan berbagai komponen elektronik
- Smartphone dalam proyek robot pembersih sampah berbasis IoT berfungsi sebagai alat untuk memantau dan mengendalikan robot dari jarak jauh
- Baut dan Mur berfungsi sebagai pengencang mekanis yang digunakan untuk menyatukan dan mengamankan berbagai bagian komponen dalam proyek robot pembersih sampah berbasis IoT.
- Motor DC berfungsi sebagai penggerak utama dalam robot pembersih sampah berbasis IoT.
- Ban Mobil Mainan berfungsi sebagai komponen utama yang memungkinkan robot pembersih sampah berbasis IoT bergerak di berbagai permukaan.
- Baterai berfungsi sebagai sumber daya utama yang menyuplai energi listrik untuk mengoperasikan seluruh komponen elektronik dalam robot pembersih sampah berbasis IoT
- Motor Driver L298N berfungsi sebagai pengendali motor dalam proyek robot pembersih sampah berbasis IoT

Pembahasan

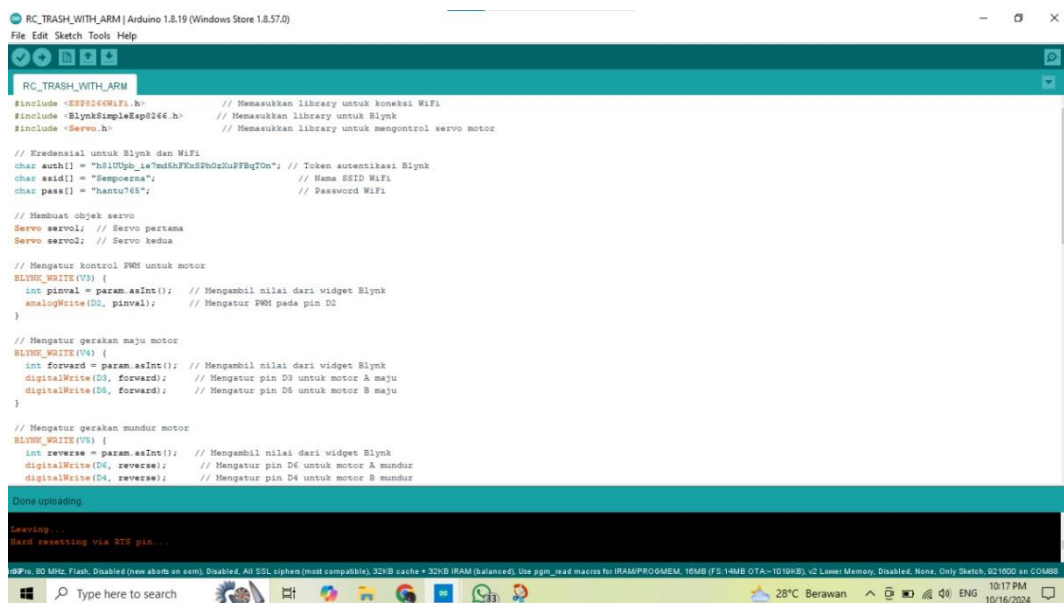
Untuk mengetahui apakah rangkaian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 telah bekerja dengan baik pada alat, maka dilakukan pengujian dengan memberikan program perintah pada Mikrokontroler dengan melakukan penginputan data dari computer ke Mikrokontroler. Dalam melakukan instalasi hubungkan terlebih dahulu antara computer dengan downloader melalui kabel USB ke rangkaian mikrokontroler. Untuk melakukan pengujian alat dengan perintah dapat dilakukan dengan beberapa Langkah antara lain :

- Langkah pertama yang dilakukan adalah menjalankan software Arduino, setelah aplikasi melakukan load maka akan terlihat bentuk tampilan seperti gambar IV.1.



Gambar 1 Tampilan Software Arduino.

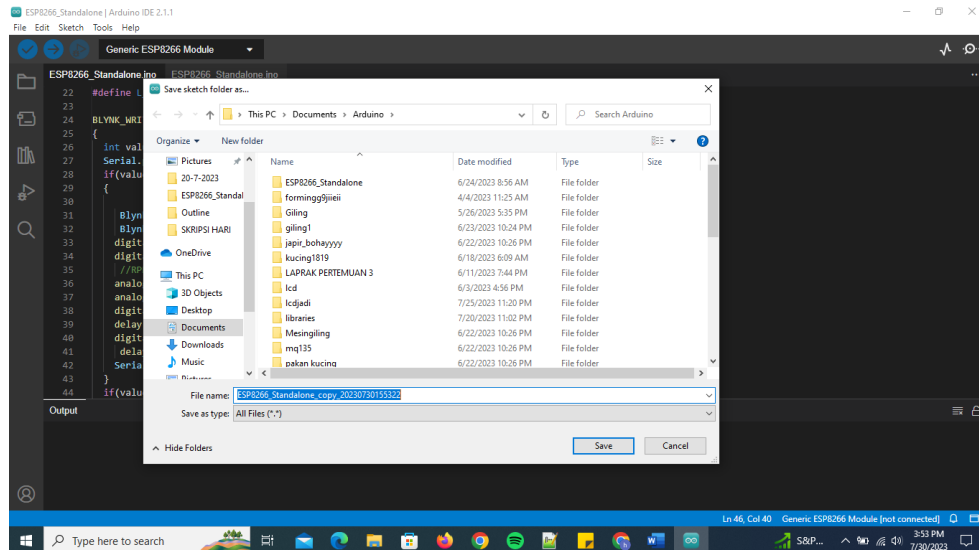
- Selanjutnya untuk memprogram Mikrokontroler Arduino Uno yaitu dengan mengetikkan program sesuai dengan yang dibutuhkan pada alat. Seperti yang terlihat pada gambar IV.2.



Gambar 2 Tampilan Program

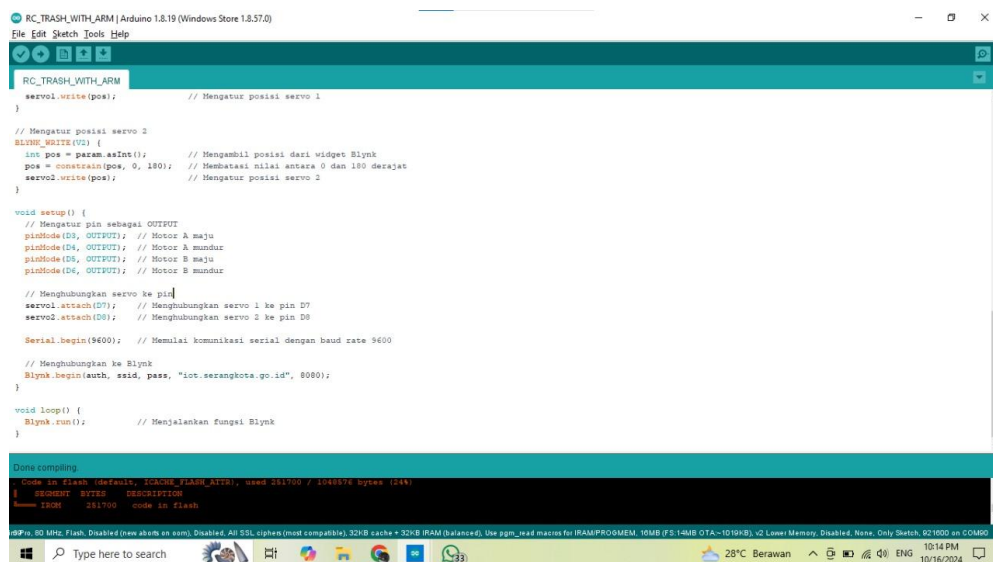
- Sebelum melanjutkan tahap instalasi mikrokontroler pada program yang telah selesai, maka terlebih dahulu program tersebut di Save sebelum di Compile. Untuk menyimpan program dapat dilihat pada gambar IV.3.

Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet of Thing (IoT) Untuk Pemantauan dan Pengontrolan Jarak Jauh.



Gambar 3 Proses Penyimpanan File

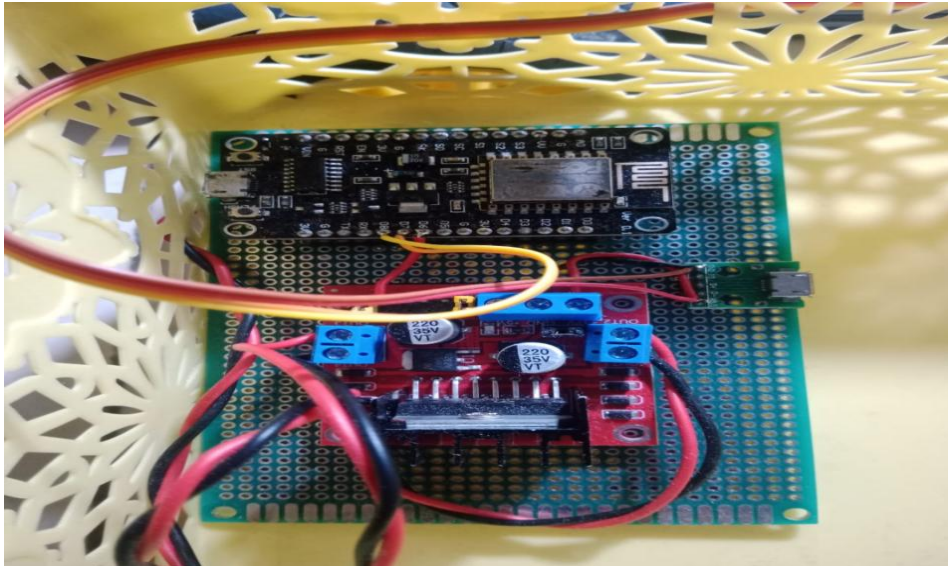
- Untuk melanjutkan tahap instalasi mikrokontroler, program terlebih dahulu di-check dengan mengklik tombol “Compile” atau ikon proses berfungsi untuk mensetting program kedalam ChipMikrokontroler. Dapat dilihat apakah program yang dibuat memiliki kesalahan atau tidak, kalau berhasil maka akan tertulis “No errors”. Proses Compile dapat dilihat pada gambar IV.4.



Gambar 4 Hasil Compile

Pengujian Hardware

Setelah semua rangkaian yang telah selesai dirancang pada “Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet Of Thing (Iot) Untuk Pemantauan Dan Pengontrolan Jarak Jauh”, kemudian dilakukan penyatuan semua rangkaian yang telah selesai. Berikut adalah gambar hasil dari perancangan sistem ditunjukkan Pada gambar IV.5.



Gambar 5. Hasil Perancangan Sistem

Uji Coba Perangkat

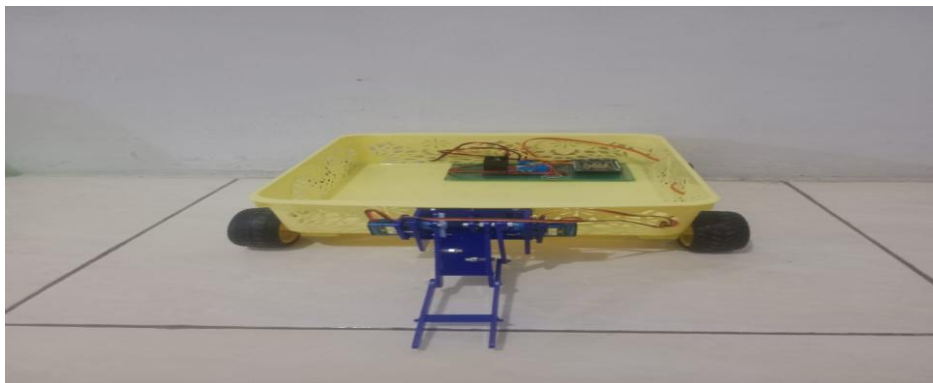
Setelah semua komponen terpasang dan program selesai disusun, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dari satu rangkaian ke rangkaian berikutnya.

Pengujian Downloader Programmer

Pengujian pada rangkaian downloader dilakukan dengan cara memindahkan data program dari komputer ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Downloader terlebih dahulu disambungkan ke Laptop melalui port USB. Program yang telah diketik menggunakan software Arduino kemudian dikompilasi dan diunduh ke mikrokontroler. Jika proses pengunduhan berjalan tanpa error, berarti downloader dan mikrokontroler dalam kondisi baik.

Hasil Pengujian Perangkat Hardware

Setelah perangkat *hardware* diprogram ke mikrokontroler dan dieksekusi menggunakan *downloader*, program akan secara otomatis masuk ke dalam mikrokontroler. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil Robot Pembersih Sampah

Adapaun penjelasan singkat tentang robot ini sebagai berikut:

- Robot dikontrol menggunakan handphone menggunakan software aplikasi android yaitu blynk.
- Untuk menggerakkan robot maju, mundur, belok kanan atau belok kiri menggunakan fitur tombol yang ada di aplikasi blynk.
- Robot memungut sampah dikontrol melalui aplikasi blynk yang menggunakan fitur tombol yang ada di blynk dan akan meletak sampah ke bagian tempat sampah yang ada di badan robot.

Hasil Pengujian Perangkat Hardware

Untuk hasil pengujian RC Trans Robot, digunakan aplikasi *Blynk* sebagai antarmuka untuk memantau kontrol jarak jauh. Tampilan hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7: Hasil Pengujian Monitoring Motor Menggunakan Blynk

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet Of Thing (Iot) Untuk Pemantauan Dan Pengontrolan Jarak Jauh” dengan hasil sebagai berikut::

- Rangkuman Penelitian: Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ESP8266 dalam kontrol motor RC Trans Robot bersama aplikasi Blynk berhasil meningkatkan efisiensi sistem secara signifikan. Sistem berhasil merespons masukan pengguna melalui aplikasi mobile dan dapat mengendalikan pergerakan robot secara real-time.
- Kinerja Sistem: Kinerja sistem robot yang dikendalikan melalui jaringan WiFi menunjukkan stabilitas yang baik dalam berbagai skenario uji Robot dapat beroperasi secara efektif dalam jarak yang sesuai dengan jangkauan jaringan WiFi, dengan respon kontrol yang cepat dan komunikasi yang andal.

- Efektivitas Penggunaan Blynk: Penggunaan aplikasi Blynk terbukti efektif sebagai platform kontrol jarak jauh. Fitur antarmuka yang sederhana memudahkan pengguna dalam mengatur berbagai parameter robot tanpa membutuhkan konfigurasi perangkat keras yang kompleks.

Saran

Adapun saran dalam penelitian ini untuk pengembangan pada penelitian berikutnya sebagai berikut:

- Pengembangan Lebih Lanjut: Pengembangan sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur sensor tambahan seperti kamera untuk navigasi yang lebih baik atau implementasi kecerdasan buatan untuk pengambilan keputusan otomatis saat robot mendeteksi halangan.
- Pengoptimalan Daya: Mengingat sistem ini bergantung pada sumber daya baterai, penting untuk mempertimbangkan penggunaan modul daya yang lebih efisien atau optimisasi penggunaan energi di level software agar robot dapat beroperasi lebih lama.
- Integrasi dengan IoT: Mengintegrasikan sistem ini dengan platform Internet of Things (IoT) dapat memberikan manfaat lebih lanjut, seperti kemampuan untuk memonitor kondisi robot dari jarak jauh dan melakukan kontrol melalui platform cloud, memungkinkan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam operasional.

DAFTAR REFERENSI

- Ambarita, J., & Priramadhi, R. A. (2019). Rancang bangun prototipe *smarthome* berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi Blynk dengan modul ESP8266. *EProceedings of Engineering*, 6(2).
- Amin, M., Ananda, R., Nofriadi, N., Muflih, H., & Arif, M. (2023). Pengenalan teknologi *microcontroller* dengan kompetensi pembuatan tong sampah pintar pada siswa kelas XI SMKN 2 TanjungBalai. *Jurnal Pemberdayaan Sosial dan Teknologi Masyarakat*, 2(2), 175–180.
- Aminullah, T. (2020). Rancang bangun drone pembersih sampah menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama [Skripsi, Universitas Dinamika].
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, & Rosi, F. (2020). Alat pantau jumlah pemakaian daya listrik pada alat elektronik berbasis Arduino. *JTST*, 1, 29–34.
- Bangun, R. (2021). Rancang bangun sistem presensi mahasiswa dengan menggunakan QR code berbasis Android. *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 14(1), 47–58.
- Daeng, I. T. M., Mewengkang, N. N., & Kalesaran, E. R. (2017). Penggunaan *smartphone* dalam menunjang aktivitas perkuliahan oleh mahasiswa FISPOL Unsrat Manado. *Acta Diurna Komunikasi*, 6(1).
- Fahmi, A. (2019). Rancang bangun robot pemilah sampah organik dan nonorganik. *Jurnal Teknik Informatika*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

- Gunawan, R., Yusuf, A. M., & Nopitasari, L. (2021). Rancang bangun sistem presensi mahasiswa dengan menggunakan QR code berbasis Android. *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 14(1), 47–58.
- Hadikristanto, W., & Suprayogi, M. (2019). Penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem kontrol dan monitoring lampu gedung menggunakan NodeMCU berbasis Telegram. *Jurnal SIGMA*, 10(2), 167–172.
- Miftah, Z. (2018). Simulasi pembelajaran Internet of Things menggunakan Cisco Packet Tracer 7.1. *Journal Information Engineering and Educational Technology*, 2549, 869X.
- Novansyah, H., Mukti, Y. I., & Syahri, R. (2021). Rancang bangun mesin pembuat pellet berbasis Internet of Things (IoT) untuk mengotomatisasi produksi pakan. *Jurnal Ilmiah Binary STMIK Bina Nusantara Jaya Lubuklinggau*, 3(2), 68–75.
- Samsugi, S., Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem pengaman pintu otomatis dengan mikrokontroler Arduino dan *module RF remote*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 1(1), 1–6.
- Santoso, J. T., & Meguni. (2021). *Desain dan analisis sistem berorientasi obyek dengan UML*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik.
- Titahningsih, P., Primananda, R., & Akbar, S. R. (2018). Perancangan penempatan *access point* untuk jaringan WiFi pada kereta api penumpang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(5), 2008–2015.
- Wahid, S. H., Laksono, A. B., & Ilmi, U. (2020). Rancang bangun robot kendali lingkungan berbasis Android. *SinarFe7*, 3(1).