

Prototype Tempat Sampah Cerdas dengan Monitoring Berbasis IoT (Studi Kasus Universitas Esa Unggul Tangerang)

Binastya Anggara Sekti¹⁾, Haziro Ulfa²⁾, Nizirwan Anwar³⁾

¹⁾²⁾Sistem Informasi, Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul

³⁾Teknik Informatika, Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul

^{*}Correspondence Author: anggara@esaunggul.ac.id, Jakarta, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i1.2014>

Abstrak

Tempat sampah di Universitas Esa Unggul kampus Tangerang merupakan salah satu hal penting dalam kebersihan lingkungan kampus, dimana harus selalu terjaga agar tidak menimbulkan penumpukan sampah. Teknologi IoT mengubah cara berinteraksi dengan lingkungan dan menjalani kehidupan sehari-hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan *Prototype* tempat sampah cerdas yang menggunakan IoT untuk memantau volume kapasitas sampah. Metode yang dipakai ialah *internet of things* (IoT). *Prototype* yang dibangun dapat mendeteksi pembuangan sampah secara otomatis melalui sensor dan secara *real-time* memantau kapasitas sampah. Tempat sampah ini memanfaatkan teknologi *internet of things* (IoT) dan menggunakan aplikasi *Blynk* untuk notifikasi. Sistem dibuat dari rangkaian pendukung yaitu, Wemos D1 R2 ESP8266, motor servo SG90, sensor *ultrasonic* HC-SR04, *df* player mini, speaker, *power supply* dan kabel *jumper*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki potensi besar dalam mengoptimalkan pengumpulan sampah dan mengurangi gangguan lingkungan yang disebabkan oleh penumpukan sampah. Selain itu, digunakan Wemos D1 R2 ESP8266 sebagai modul wifi untuk menghubungkan *hardware* ke server *Blynk*. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan solusi cerdas untuk manajemen sampah yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam lingkungan kampus. *Prototype* alat ini digunakan untuk memudahkan petugas *Cleaning Service* dalam memonitor kapasitas sampah dan dapat mengetahui tempat sampah sudah penuh atau belum melalui notifikasi di aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian dari sistem ini ialah sensor *ultrasonic* dapat mendeteksi sampah dan mengukur kapasitas tempat sampah dan *DF Player Mini* yang terhubung ke speaker dapat memberikan notifikasi berupa suara.

Kata Kunci: Tempat Sampah Cerdas, Sensor, IoT

Abstract

The trash bin at Esa Unggul University, Tangerang campus is one of the important things in the cleanliness of the campus environment, which must always be maintained so as not to cause a buildup of rubbish. IoT technology is changing the way we interact with our environment and live our daily lives. The aim of this research is to develop a smart trash can prototype that uses IoT to monitor the volume of waste capacity. The method used is the *internet of things* (IoT). The prototype built can detect waste disposal automatically through sensors and monitor waste capacity in real time. This trash can utilizes *internet of things* (IoT) technology and uses the *Blynk* application for notifications. The system is made from a supporting circuit, namely, Wemos D1 R2 ESP8266, SG90 servo motor, HC-SR04 ultrasonic sensor, mini *df* player, speakers, power supply and jumper cables. The results of this research show that this technology has great potential in optimizing waste collection and reducing environmental disturbances caused by waste accumulation. Apart from that, Wemos D1 R2 ESP8266 is used as a wifi module to connect the hardware to the *Blynk* server. This research contributes to the development of smart solutions for more efficient and sustainable waste management in the campus environment. The prototype of this tool is used to make it easier for *Cleaning Service* officers to monitor trash capacity and be able to find out whether the trash can is full or not through notifications in the *Blynk* application. The test results of this system are that the ultrasonic sensor can detect trash and measure the capacity of the trash can and the *DF Player Mini* which is connected to the speaker can provide sound notifications.

Keywords: Smart Trash Can, Sensor, IoT

PENDAHULUAN

Sampah adalah limbah padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia yang tidak lagi digunakan (Wijayanti et al., 2023). Sampah dapat mencakup berbagai hal, mulai dari sisa makanan, kemasan plastik, kertas, logam, hingga barang elektronik yang sudah tidak terpakai. Sampah menjadi masalah penting, karena meningkatnya produksi Sampah dapat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Di lingkungan kampus Universitas Esa Unggul, setiap hari memproduksi sampah, baik sampah dari mahasiswa dan *staff* universitas. Pengecekan sampah yang efektif di lingkungan kampus sangat berguna karena dapat berdampak pada kebersihan, keindahan, dan keselamatan kampus itu sendiri. Pengecekan sampah yang baik di area kampus juga dapat berdampak positif pada lingkungan kampus dan mendorong pengembangan kebiasaan berkelanjutan di lingkungan kampus.

Perkembangan teknologi telah menjadi kekuatan pendorong perubahan yang luar biasa di berbagai aspek kehidupan manusia. Teknologi ialah suatu kemajuan di era *modern*. Ini mencakup alat, sistem, dan pengetahuan yang digunakan untuk memecahkan masalah dan meningkatkan efisiensi. Inovasi teknologi yang cepat telah mengubah cara berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain. Dengan adanya perkembangan teknologi terbaru yang semakin hari semakin berkembang (Jusuf et al., 2022). Teknologi seperti kecerdasan buatan dan *Internet of Things* (IoT) telah menghasilkan banyak keuntungan dalam efisiensi waktu, konektivitas, dan akses informasi.

Internet of things (IoT) adalah sebuah perangkat keras yang memiliki kemampuan untuk terhubung ke internet yang bertujuan untuk memperluas jaringan internet yang terhubung secara menyeluruh pada *hardware* (Muzawi & Kurniawan, 2018). Konsep yang revolusioner yang menghubungkan perangkat fisik, misalnya perangkat elektronik, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan bahkan bangunan ke internet, memungkinkan mereka untuk berkomunikasi dan berbagi data dengan manusia dan antara satu sama lain. Dalam era IoT, perangkat-perangkat ini dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan perangkat keras yang memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data atau informasi secara otomatis.

Cara kerja Sensor *ultrasonic* HC-SR04 adalah menembakkan gelombang *ultrasonic* menuju suatu objek, Setelah gelombang mengenai permukaan target, maka target memantulkan kembali gelombang tersebut (Farhan & Ermin, 2018). Sistem ini berguna

untuk monitoring sampah yang terhubung dengan menggunakan aplikasi Blynk. Alat ini digunakan untuk mengukur informasi terkait kapasitas sampah dalam tempat sampah atau tempat pembuangan sampah. Sistem ini dapat membantu dalam manajemen sampah yang lebih efisien dan dapat mengurangi masalah seperti tumpukan sampah berlebih. Dengan menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 yang berguna untuk mengetahui volume kapasitas sampah didalam tempat sampah. Penelitian bertujuan untuk merancang sistem yang dapat meningkatkan efisiensi monitoring sampah dengan memanfaatkan teknologi terkini. *Prototype* yang dibangun dapat mendeteksi pembuangan sampah secara otomatis melalui sensor dan secara *real-time* memantau kapasitas sampah didalamnya. Tempat sampah ini memanfaatkan teknologi *internet of things* (IoT) yaitu menggunakan aplikasi Blynk. Rangkaian pendukung akan digunakan untuk membuat sistem yaitu, Wemos D1 R2 ESP8266, motor servo SG90, sensor *ultrasonic* HC-SR04, *Df player mini*, speaker, *power supply* 12v & 5v, dan kabel *jumper*.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, peneliti melakukan penelitian dengan memilih tema “*Prototype* Tempat Sampah Cerdas Dengan Monitoring Berbasis IoT (Studi Kasus Universitas Esa Unggul Tangerang)”.

METODE

Untuk mengumpulkan data digunakan wawancara, observasi, dan studi literatur. Peneliti mewawancarai beberapa responden yaitu petugas yang berprofesi sebagai *Cleaning Service* kampus Esa Unggul Tangerang, yang dilakukan pada tanggal 18 Desember 2023 dan pada tanggal 20 Desember 2023. Kemudian mewawancarai seorang mahasiswi kampus Esa Unggul Tangerang, pada tahap observasi yang dilakukan dari November 2023 sampai Desember 2023. Penelitian melakukan pengamatan terhadap proses di area kampus. Waktu yang digunakan untuk meneliti adalah 4 (empat) bulan.

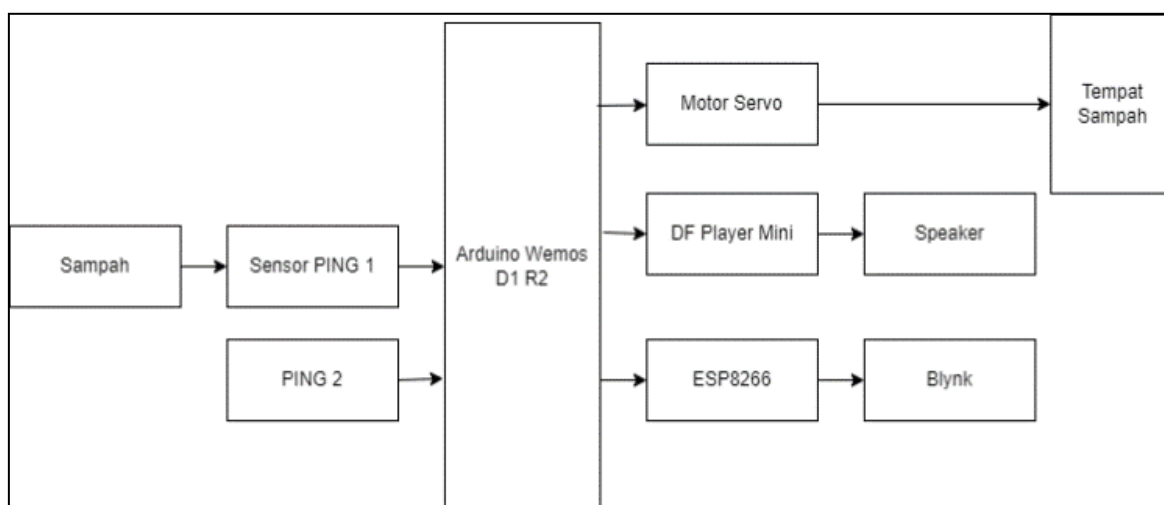
Setelah penelitian dan analisis sistem yang dilakukan, masalah yang terjadi adalah tempat sampah sering penuh diluar jam pengangkutan dan menyebabkan komplain dari pihak dosen atau manajemen kampus kepada pihak *cleaning service*. Ada kesulitan bagi mahasiswa yang ingin membuang sampah dan harus mencari tempat sampah yang kosong

di lantai yang berbeda. Adapun perancangan yang coba diusulkan di buat dengan mikrokontroler Wemos D1 R2 ESP8266, motor servo SG90, sensor ultrasonic HC-SR04, Df player mini, speaker, power supply 12v & 5v, dan kabel jumper, analisis sistem menggunakan flowchart Dan melakukan Pegujian alat, Pengujian sistem.

Berikut adalah tahapan pembuatan alat:

- Desain Alat, penulis membuat *desain* dari alat yang akan di rancang.
- Perancangan alat dirakit dengan cara menghubungkan wemos D1 R2 ESP8266, Sensor *ultrasonic* sebagai *input* dan Motor Servo, speaker dan wifi ESP8266 sebagai *output* dan *power supply* untuk menyuplai tegangan listrik
- Lalu modifikasi Blynk untuk tampilan antarmuka dan notifikasi di aplikasi android Blynk
- kemudian pembuatan program agar alat dapat di *control*
- Simulasi Alat

Komponen yang digunakan dalam penelitian biasanya di *desain* dengan diagram blok seperti pada gambar 1.

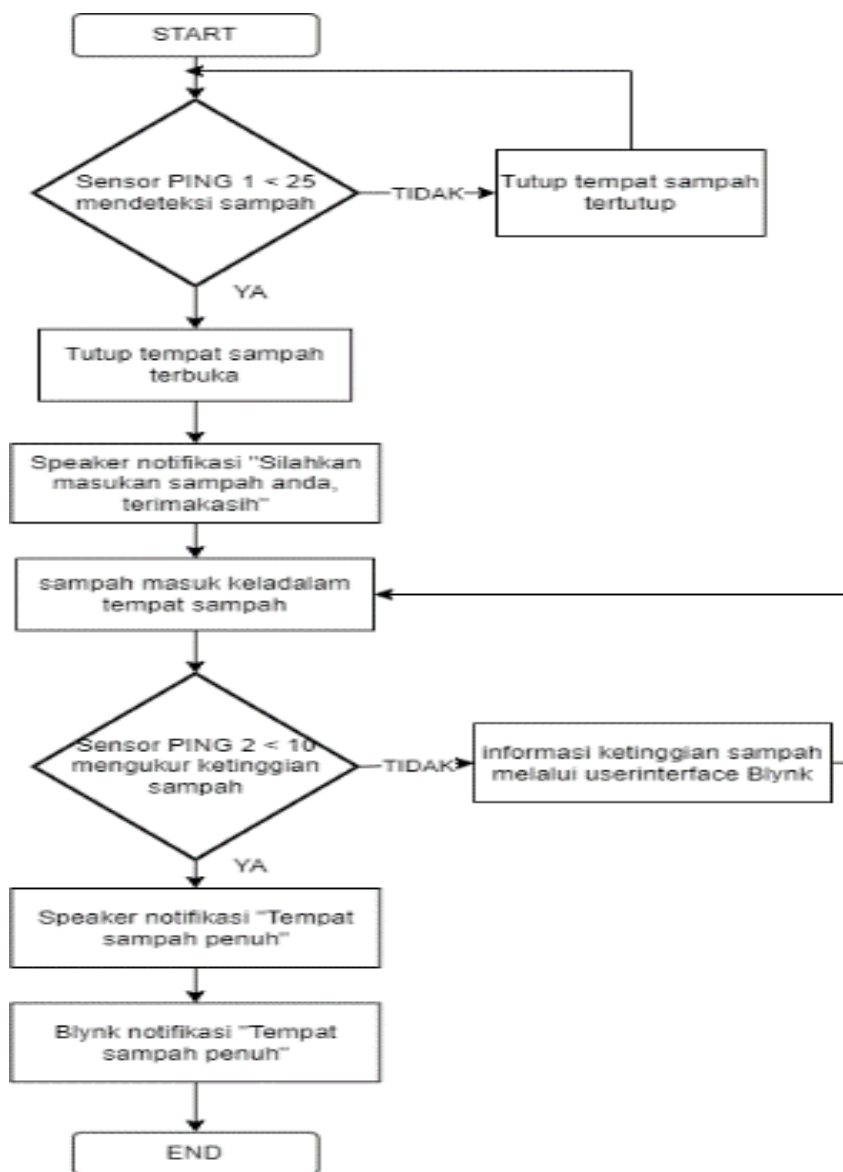


Gambar 1. Blok Diagram Tempat Sampah Cerdas

Pada gambar 1 dijelaskan, jika terdapat sampah maka di baca oleh sensor PING 1 yang akan mengirimkan sinyal ke Arduino Wemos D1 R2. Kemudian Motor servo bergerak membuka tutup tempat sampah. Selanjutnya *DF Player Mini* memberikan perintah ke speaker untuk mengeluarkan suara “Silahkan masukan sampah anda, terimakasih” atau “Tempat sampah penuh”. Lalu sensor PING 2 berfungsi sebagai pendeteksi kondisi didalam

tempat sampah sudah penuh atau belum, dan akan mengirimkan notifikasi kedalam aplikasi Blynk yang terhubung dengan wifi ESP8266 bahwa Tempat Sampah Penuh atau belum.

Flowchart alat yang dirancang dapat dilihat pada gambar 2.

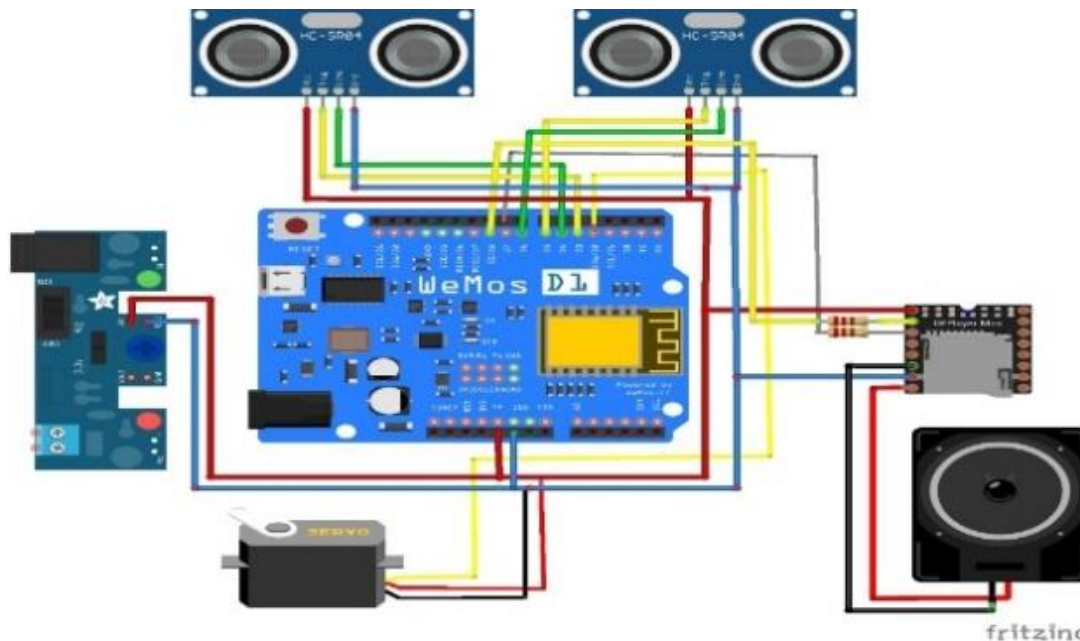


Gambar 2. *Flowchart* Tempat Sampah Cerdas

Pada gambar 2 dijelaskan program dimulai Sensor PING 1 mendeteksi sampah dengan jarak kurang dari 25 cm. Jika terdeteksinya adanya sampah maka tutup tempat sampah akan terbuka, Lalu jika jarak lebih dari 25 cm maka tutup tempat sampah akan tertutup. Kemudian speaker memberikan notifikasi lalu sampah masuk kedalam tempat sampah. Kemudian Sensor PING 2 mengukur ketinggian sampah dengan jarak kurang dari

10 cm, maka speaker memberikan notifikasi dan Blynk memperoleh notifikasi. Dan jika Sensor PING 2 mengukur ketinggian sampah dengan jarak lebih dari 10 cm maka informasi masuk ke Blynk.

Pada gambar 3 berikut skematik rangkaian keseluruhan komponen.



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan Komponen

Rangkaian pada gambar 3 terdiri dari:

- a. 2 unit Sensor *Ultrasonic* HC-SR04
- b. 1 unit Motor Servo
- c. 1 unit *DF Player Mini*
- d. 1 unit Speaker
- e. 1 unit Wemos D1 R2 ESP8266
- f. 1 unit *Power Supply* 12v

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen alat yang dipakai adalah :

a. Wemos D1 R2 ESP8266

Wemos D1 R2 ESP8266 yaitu mikrokontroler terintegrasi modul wifi ESP8266 dan berfungsi sebagai pusat kendali sistem (Anggreini et al., 2023). Pada penelitian ini menggunakan Wemos D1 R2 ESP8266 sebagai mikrokontroler yang berbasis wifi ESP8266. Dimana komponen-komponen tersebut adalah sensor pendeteksi sampah yang menerima perintah menggerakkan tutup tempat sampah serta mengaktifkan motor servo sebagai alat membuka tutup sampah. Kemudian *Df Player Mini* dan speaker diaktifkan untuk mengeluarkan suara dan sensor monitoring sampah. Modul wemos D1 R2 ESP8266 ada di gambar 4 (Anggreini et al., 2023)



Gambar 4. Wemos D1 R2 ESP8266

b. Motor Servo SG90

Motor servo terdiri dari motor DC yang memiliki sistem umpan balik (Farhan & Ermin, 2018). Pada penelitian ini menggunakan Motor Servo sebagai alat membuka dan menutup tutup tempat sampah yang di deteksi oleh sensor. Motor servo di gambar 5 (Ariyanto et al., 2021)



Gambar 5. Motor Servo SG90

c. Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonic HC-SR04 memiliki kemampuan untuk mengubah besaran bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya (Farhan & Ermin, 2018). Sensor Ultrasonic HC-SR04 digunakan dalam penelitian ini dibagian luar kotak sampah untuk mendeteksi benda agar tutup tempat sampah terbuka dan dibagian dalam tempat sampah untuk memonitoring ketinggian sampah. Sensor ultrasonic HC-SR04 di gambar 6. (Farhan & Ermin, 2018))



Gambar 6. Sensor Ultrasonic HC-SR04

d. Df Player Mini

Df Player Mini adalah komponen pemutar file audio. (Mucthar et al., 2021). Pada penelitian ini menggunakan DF Player mini yang terhubung ke speaker sehingga kotak sampah dapat mengeluarkan suara. Df Player Mini di gambar 7 (Mucthar et al., 2021).



Gambar 7. Df Player Mini

e. Speaker

Speaker adalah perangkat keras yang mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara yang dapat didengar oleh manusia. (Mucthar et al., 2021). Pada penelitian ini selain menggunakan DF Player mini juga menggunakan speaker sehingga kotak sampah dapat mengeluarkan suara. Speaker di gambar 8 (Mucthar et al., 2021).



Gambar 8. Speaker

f. Power Supply

Perangkat keras yang dikenal sebagai power supply dapat memberikan tegangan listrik langsung ke bagian perangkat yang membutuhkannya (Mucthar et al., 2021). Pada penelital ini semua komponen alat tersebut diaktifkan melalui tegangan power supply 12 & 5V. Power Supply di gambar 9 (Mucthar et al., 2021).



Gambar 9. Power Supply

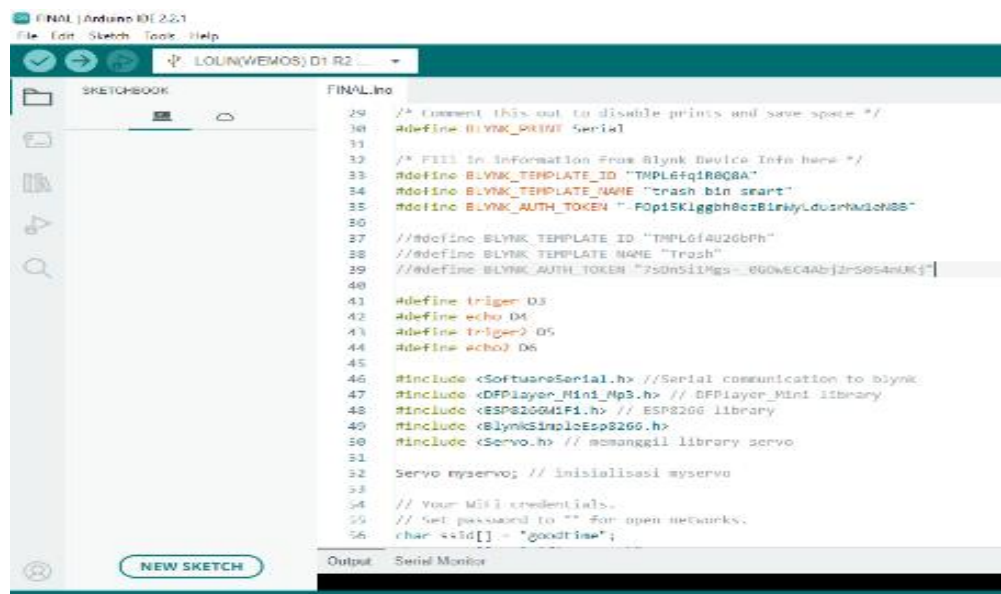
g. kabel jumper

Kabel jumper adalah konektor komponen di ujung kabel. Ada dua jenis konektor yaitu konektor jantan dan konektor betina (Hamidah et al., 2023). Pada penelitian ini menggunakan kabel jumper *male to male* dan *male to female* untuk menghubungkan ke modul-modul. Kabel jumper di gambar 10 (Hamidah et al., 2023).



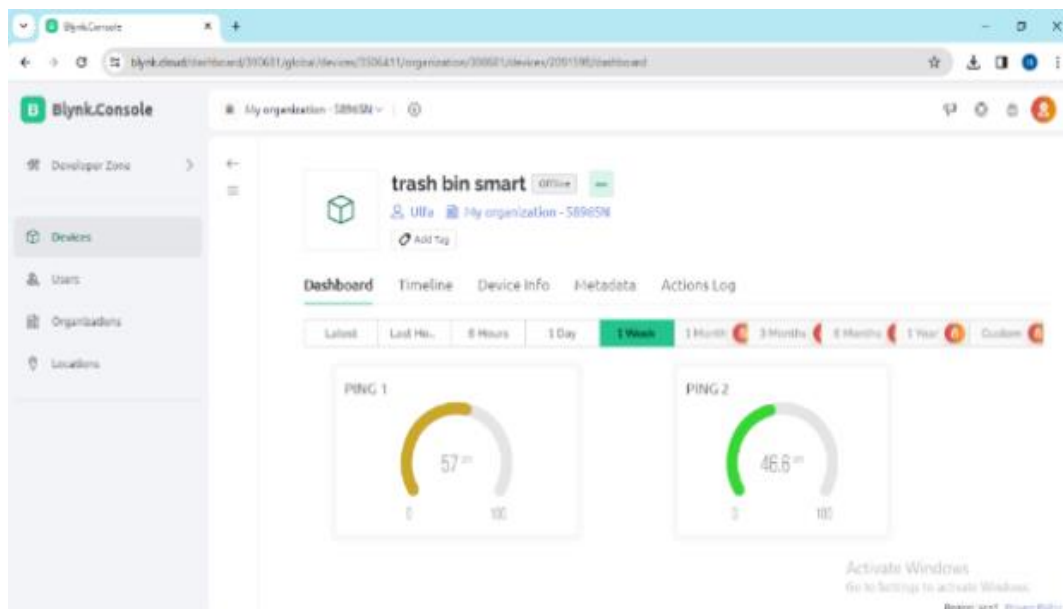
Gambar 10. Kabel Jumper

Tools yang dipakai adalah program IDE Arduino yang dapat digunakan untuk memasukkan program untuk menjalankan fungsi-fungsinya. Selain itu digunakan Wemos D1 R2 ESP8266 untuk menghubungkan ke server Blynk. Tampilan *software* arduino IDE di gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Antar Muka Arduino IDE

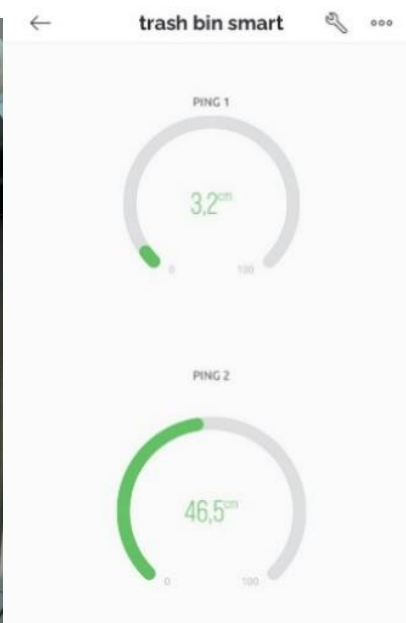
Tampilan aplikasi Blynk di gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Aplikasi Blynk

Pengujian sistem alat tempat sampah cerdas dapat di lakukan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Sebelum alat digunakan, sambungkan terlebih dahulu ke daya listrik, lalu bila sensor PING 1 mendeteksi sampah maka akan muncul informasi jarak di aplikasi Blynk. Sensor PING 1 di gambar 13 dan informasi jarak di Blynk di gambar 14



Gambar 13. Sensor PING 1 **Gambar 14.** Informasi jarak Blynk

2. Lalu motor servo bekerja untuk membuka tutup tempat sampah. Tutup sampah terbuka di gambar 15.



Gambar 15. Tutup Sampah Terbuka

3. Kemudian *DF Player Mini* yang terhubung ke speaker mengeluarkan notifikasi berupa suara “Silahkan Masukkan Sampah Anda, Terimakasih”. *DF Player Mini* dan speaker di gambar 16.

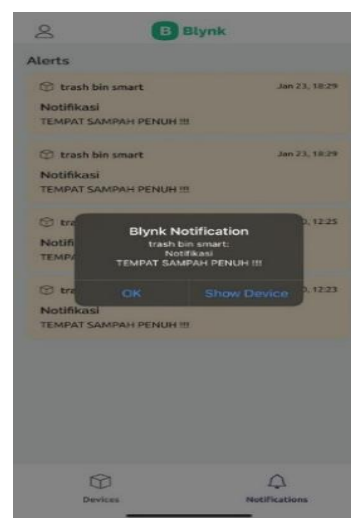


Gambar 16. DF Player Mini dan Speaker

4. Kemudian sampah masuk dalam dan sensor PING 2 mendeteksi sampah penuh maka speaker memberikan notifikasi “Tempat Sampah Penuh” dan Blynk mendapatkan notifikasi “Tempat Sampah Penuh”. Sensor PING 2 di gambar 17 dan notifikasi di Blynk di gambar 18.



Gambar 17. Sensor PING 2



Gambar 18. Notifikasi Blynk

Tabel 1 berikut hasil pengujian Sistem Tempat Sampah Cerdas.

Tabel 1. Pengujian Sistem Tempat Sampah Cerdas

No	Komponen	Pengujian	Hasil akhir yang diharapkan	Hasil Uji Sistem	Kesimpulan
1	Wifi ESP8266	Wifi ESP8266 tidak terkoneksi	Terkoneksi		Valid
2	Sensor Ultrasonic-HC-SR04	Sensor tidak membaca objek	Sensor membaca objek		Valid
3	Motor Servo	Motor Servo Tidak Terbuka	Motor Servo Terbuka		Valid
4	Df Player Mini & Speaker	Df Player Mini tidak ada Mp3 & Speaker Tidak Mengeluarkan Suara	Df Player Mini ada Mp3 & Speaker Mengeluarkan Suara		Valid
5	Sensor Ultrasonic-HC-SR04	Sensor tidak membaca objek	Sensor membaca objek		Valid

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan pembahasan *prototype* tempat sampah cerdas dengan monitoring berbasis IoT dapat dirancang menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 R1 ESP8266, motor servo SG90, sensor *ultrasonic* HC-SR04, *Df player mini*, speaker, *power supply* 12v & 5v, dan kabel *jumper*. Alat-alat tersebut terhubung dengan aplikasi Blynk melalui wifi ESP8266 yang terdapat didalam modul wemos D1 R1 ESP8266. Prototype alat ini digunakan untuk memudahkan petugas *Cleaning Service* dalam memonitor kapasitas sampah dan dapat mengetahui tempat sampah sudah penuh melalui notifikasi di aplikasi Blynk. Alat ini juga memudahkan mahasiswa saat membuang sampah tanpa perlu menyentuh tempat sampah. Hasil pengujian dari sistem ini ialah sensor *ultrasonic* dapat mendeteksi sampah dan mengukur kapasitas tempat sampah dan *DF Player Mini* yang terhubung ke speaker dapat memberikan notifikasi berupa suara.

Rekomendasi yang dapat diberikan terkait dengan penelitian ini adalah:

1. *Prototype* ini untuk perlindungan alatnya masih sangat minim. Contohnya resiko kena air ataupun terkena benturan, maka perlu dikembangkan untuk pelindung di bagian komponen-komponen agar mengurangi resiko kerusakan.
2. Untuk sistem monitoring pada penelitian ini bisa lebih dikembangkan karena bukan hanya untuk tempat sampah saja tetapi bisa juga untuk penelitian lain, sebagai contoh sistem pemantaun banjir ataupun ketinggian air.

REFERENSI

- Anggreini, N. L., Ekawati, N., & Ichsan, H. N. (2023). Prototype Sistem Kendali Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT). *Infotekmesin*, 14(2), 257–264.
<https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1893>
- Ariyanto, P., Iskandar, A., & Darusalam, U. (2021). Rancang Bangun Internet of Things (IoT) Pengaturan Kelembaban Tanah untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 5(2), 112.
<https://doi.org/10.35870/jtik.v5i2.211>
- Farhan, T. H. I., & Ermin, E. (2018). Rancang Bangun Prototype Mitigasi longsor Berbasis Arduino Nano. *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 4(2), 65.
<http://journal.thamrin.ac.id/index.php/jtik/article/view/2014/pdf>

- Fatmawati, K, Sabna, E, & Irawan, Y (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. Riau Journal Of Computer, e-journal.upp.ac.id, <https://e-journal.upp.ac.id/index.php/RJOCS/article/view/2058>
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Sherly, O., & Uly, I. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). *Elektron Jurnal Ilmiah*, 15(1), 13–20.
- Herliza, S, & Almasri, A (2022). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar sebagai Media Pembelajaran Sekolah. Jurnal Pendidikan Tambusai, jptam.org, <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3131>
- Ismail, M, Abdullah, RK, & ... (2021). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi. Jambura Journal of ..., ejurnal.ung.ac.id, <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjee/article/view/8099>
- Jusuf, H., Lazuardi, M., Ma'ruf, I., Kusuma, I., Sawo, J., No, M., 61, P. B. J., & Selatan, I. (2022). Perancangan Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things. *Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 11(3), 807–818.
- Muchtar, F., Adi Wibowo, S., & Ariwibisono, A. (2021). Penerapan IoT (Internet of Thing) Terhadap Rancang Bangun Sangkar Burung Pintar Untuk Burung Teriep. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 162–170. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3219>
- Muliadi, M, Imran, A, & Rasul, M (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. Jurnal Media ..., download.garuda.kemdikbud.go.id, <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1747009&val=4329&itle=PENGEMBANGAN%20TEMPAT%20SAMPAH%20PINTAR%20MENGUNAKAN%20ESP32>
- Muzawi, R., & Kurniawan, W. J. (2018). Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Sistem Kendali Lampu Berbasis Mobile. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 2(2), 115. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v2i2.75>
- Solihati, TI, Nuraida, I, & Hidayanti, N (2020). Pemanfaatan Kardus Menjadi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino UNO R3: Model Pengembangan Watterfall. <http://journal.thamrin.ac.id/index.php/jtik/article/view/2014/pdf>

ABDIMAS: Jurnal ..., journal.umtas.ac.id,
<http://www.journal.umtas.ac.id/index.php/ABDIMAS/article/view/962>

Widodo, YB, Sutabri, T, & ... (2019). Tempat sampah pintar dengan notifikasi berbasis iot.
... Teknologi Informatika Dan ..., journal.thamrin.ac.id,
<http://journal.thamrin.ac.id/index.php/jtik/article/view/175>

Wijayanti, A. N., Dhokhikah, Y., & Rohman, A. (2023). Analisis partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah di Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 7(1), 28–45.
<https://doi.org/10.36813/jplb.7.1.28-45>

Wuryanto, A, Hidayatun, N, & ... (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Khatulistiwa* ..., pdfs.semanticscholar.org,
<https://pdfs.semanticscholar.org/9788/cacf512474eb97fcf98355b17d6d8e0b0935.pdf>