

Inovasi Pengelolaan Sampah: Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT di Museum MH. Thamrin Jakarta

Rano Agustino^{1*)}, Moh Ikhsan Saputro²⁾, Handa Gustiawan³⁾, M Amin Sakaria⁴⁾, Febrianti Widyahastuti⁵⁾

¹⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Sistem Informasi, Fakultas Komputer, Universitas Mohammad Husni Thamrin

²⁾ Teknik Informatika, Fakultas Komputer, Universitas Mohammad Husni Thamrin

^{*)}Correspondence author: rano.agustino@gmail.com, Jakarta, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i1.2129>

Abstrak

Kotak sampah pintar dengan sistem deteksi otomatis hadir sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan penumpukan sampah dan pengambilan sampah yang tidak teratur di Museum. Kotak sampah ini dilengkapi sensor ultrasonik dan mikrokontroler untuk mendeteksi tingkat pengisian dan mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan ketika sampah hampir penuh. Hal ini memungkinkan pengumpulan sampah yang tepat waktu dan efisien, meminimalisir penumpukan sampah, dan meningkatkan kebersihan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, sebuah pendekatan yang menitikberatkan pada pemahaman mendalam fenomena sosial atau perilaku manusia. Berbeda dengan penelitian kuantitatif yang berfokus pada angka dan statistik, metode kualitatif menjelajahi dunia non-numerik, seperti kata-kata, gambar, dan simbol. WeMos D1 Mini dipilih sebagai mikrokontroler karena mudah digunakan dan kompatibel dengan berbagai sensor. Kemudahan penggunaan dan banyaknya tutorial online menjadikannya pilihan yang menarik bagi peneliti. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi benda atau objek dalam jarak 3cm – 3m. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dan kemudian menerima pantulan gelombang tersebut. Penelitian ini merancang dan membangun purwarupa kotak sampah pintar dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Museum, mendorong terciptanya lingkungan yang lebih bersih dan sehat, serta menjadi langkah awal menuju pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penerapan kotak sampah pintar ini diharapkan dapat mengurangi penumpukan sampah, meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah, dan mendorong partisipasi pengunjung dalam menjaga kebersihan lingkungan, sehingga Museum menjadi tempat yang lebih nyaman dan menyenangkan bagi semua orang.

Kata Kunci: Kotak Sampah IoT, Mikrokontroler, Sensor ultrasonik, WeMos

Abstract

Smart trash boxes with an automatic detection system are here as an innovative solution to overcome the problem of trash accumulation and irregular waste collection at the Museum. This trash box is equipped with an ultrasonic sensor and microcontroller to detect the filling level and send notifications to the cleaning staff when the trash is almost full. This enables timely and efficient waste collection, minimizes waste buildup, and improves environmental cleanliness. This research uses qualitative methods, an approach that focuses on in-depth understanding of social phenomena or human behavior. In contrast to quantitative research which focuses on numbers and statistics, qualitative methods explore the non-numerical world, such as words, images and symbols. WeMos D1 Mini was chosen as the microcontroller because it is easy to use and compatible with various sensors. The ease of use and abundance of online tutorials make it an attractive option for researchers. Ultrasonic sensors are used to detect objects or objects within a distance of 3cm – 3m. This sensor works by emitting ultrasonic waves and then receiving the reflected waves. This research designs and builds a prototype of a smart trash box with the hope of increasing the efficiency of waste management at the Museum, encouraging the creation of a cleaner and healthier environment, and being the first step towards sustainable and environmentally friendly waste management. It is hoped that the implementation of this smart trash box can reduce the accumulation of waste, increase the efficiency of waste collection, and encourage visitor

participation in maintaining a clean environment, so that the Museum becomes a more comfortable and enjoyable place for everyone.

Keywords: *IoT Trash Box, Microcontroller, Ultrasonic Sensor, WeMos*

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah tradisional, yang mengandalkan pengumpulan manual dan tenaga manusia, memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi dan efektivitas. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan sampah, pencemaran lingkungan, dan ketidaknyamanan bagi pengunjung Museum. Teknologi informasi (IT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Implementasi IT dalam pengelolaan sampah, seperti penggunaan sensor, sistem informasi, dan robot, dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengumpulan sampah, serta meningkatkan kebersihan dan estetika Museum.

Tempat sampah pintar dengan notifikasi berbasis IoT merupakan salah satu contoh penerapan IT dalam pengelolaan sampah. Tempat sampah ini dapat mendeteksi tingkat kepenuhan dan secara otomatis mengirimkan notifikasi kepada pengelola sampah. Hal ini memungkinkan pengumpulan sampah yang tepat waktu dan efisien, serta membantu menjaga kebersihan Museum.

Penggunaan IT dalam pengelolaan sampah tidak hanya bermanfaat bagi pengelola Museum, tetapi juga bagi pengunjung dan lingkungan. Pengunjung akan mendapatkan pengalaman yang lebih nyaman dan menyenangkan di Museum yang bersih dan terawat. Selain itu, pengurangan sampah dan pencemaran lingkungan dapat membantu mewujudkan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Penelitian dan pengembangan teknologi untuk pengelolaan sampah yang cerdas dan berkelanjutan perlu terus dilakukan. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, industri, dan masyarakat dapat mendorong inovasi dan implementasi teknologi yang efektif dan efisien. Dengan demikian, pengelolaan sampah di Museum dapat menjadi lebih modern, cerdas, dan ramah lingkungan. Penerapan IT dalam pengelolaan sampah merupakan langkah awal menuju masa depan pengelolaan sampah yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Di masa depan, diharapkan IT dapat memainkan peran yang lebih besar dalam:

Mengembangkan sistem pengumpulan sampah yang terintegrasi dan otomatis: Sistem ini dapat mengoptimalkan rute pengumpulan sampah, mengurangi waktu dan biaya, serta meningkatkan efisiensi pengolahan sampah. Mendorong partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah: Masyarakat dapat dilibatkan dalam pelaporan dan pemantauan sampah melalui aplikasi dan platform digital.

Mengembangkan teknologi pengolahan sampah yang ramah lingkungan: Teknologi inovatif seperti daur ulang dan konversi sampah menjadi energi dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomi sampah. Dengan pengembangan dan implementasi teknologi yang tepat, pengelolaan sampah di Museum dan di seluruh wilayah dapat menjadi lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan. Hal ini akan berkontribusi pada terciptanya lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan nyaman bagi semua.

Seperti penelitian dari Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2020). Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Prosesnya terbagi menjadi dua tahap: perancangan perangkat keras dan perangkat lunak (pembuatan program utama dan program kontrol) menggunakan bahasa C. Data dianalisis secara deskriptif. Hasilnya adalah prototipe tempat sampah pintar yang dapat memberikan notifikasi melalui aplikasi smartphone. Pengujian dilakukan pada komponen dan sistem secara keseluruhan, dan menunjukkan bahwa prototipe berfungsi dengan baik, dengan kemampuan mendeteksi tempat sampah penuh dan mengirim notifikasi kepada petugas kebersihan melalui aplikasi. Kesimpulannya, tempat sampah pintar ini bekerja sesuai spesifikasi dan tujuan, dengan sensor jarak yang dapat memantau isi sampah, mikrokontroler yang memproses data, dan aplikasi yang mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan.

Kemudian penelitian dari Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Penelitian ini merancang tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno untuk mengatasi permasalahan sampah. Tempat sampah ini dilengkapi sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak dan volume sampah, servo untuk membuka dan menutup tutup, sensor proximity untuk memilah jenis sampah, buzzer dan LED untuk alarm dan indikator penuh, serta modul GSM untuk mengirim SMS notifikasi kepada petugas. Tempat sampah memiliki dua ruang untuk sampah organik dan anorganik, dan satu pintu masuk. Sensor ultrasonik mendeteksi

keberadaan manusia dan membuka tutup tempat sampah otomatis. Sensor proximity memilah jenis sampah, servo mengarahkan sampah ke ruang yang sesuai. Ketika penuh, buzzer dan LED menyala, dan SMS notifikasi dikirimkan. Pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik bekerja dengan baik, buzzer dan LED menyala saat penuh, SMS terkirim, sensor proximity memilah jenis sampah, dan sensor ultrasonik mengukur kapasitas. Hasilnya, tempat sampah pintar ini dapat membantu pengelolaan sampah dengan lebih efektif dan efisien.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Febryanti, Y., Wibowo, F. M., & Zafia, A. (2021). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring tempat sampah pintar di Kebun Raya Bogor. Sistem ini menggunakan NodeMCU, sensor ultrasonik, dan sensor Load Cell untuk mendeteksi kapasitas dan berat sampah. Data sensor kemudian dikirim ke Firebase dan dimonitoring melalui aplikasi Android. Pengujian menunjukkan sistem ini bekerja dengan baik dan akurat, dengan tingkat akurasi 91.05% dan 89.34% untuk mendeteksi kapasitas sampah, serta 96.02% dan 95.44% untuk mendeteksi berat sampah. Sistem ini dapat membantu pengelola Kebun Raya Bogor dalam memantau kondisi tempat sampah dan mencegah penumpukan sampah.

Selanjutnya penelitian lain juga dilakukan oleh Ismail, M., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah sampah yang berserakan dengan merancang tempat sampah pintar berbasis Raspberry Pi dan Internet of Things (IoT). Pengujian dilakukan terhadap jarak sensor, ketinggian sampah, dan respon data ke web server. Sistem ini menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi objek dan data sampah, motor servo untuk membuka dan menutup tutup tong sampah, web server untuk mengecek data sampah dari jarak jauh, dan LED untuk memberi tahu status tong sampah (penuh atau kosong). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat membuka dan menutup tutup tong sampah sesuai ketinggian sampah, mendeteksi level sampah (penuh, setengah, kosong), dan mengirimkan data ke web server dengan benar. Sistem ini memungkinkan monitoring tempat sampah dari jarak jauh dan memudahkan masyarakat membuang sampah dengan motor penggerak pintu tong sampah otomatis.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, sebuah pendekatan yang menitikberatkan pada pemahaman mendalam fenomena sosial atau perilaku manusia. Berbeda dengan penelitian kuantitatif yang berfokus pada angka dan statistik, metode kualitatif menjelajahi dunia non-numerik, seperti kata-kata, gambar, dan simbol.

Pendekatan ini bagaikan membuka jendela untuk memahami konteks, makna, dan kompleksitas suatu situasi. Peneliti kualitatif ibarat detektif yang menyelami data, mencari petunjuk dan makna tersembunyi dalam berbagai bentuk, seperti wawancara mendalam, observasi partisipan, dan analisis dokumen.

Creswell (2014) menggambarkan penelitian kualitatif sebagai sebuah petualangan yang fleksibel. Peneliti bagaikan penjelajah yang mengikuti arus data, menyesuaikan diri dengan situasi yang dihadapi, dan membuka diri terhadap berbagai kemungkinan. Denzin dan Lincoln (2018) menambahkan bahwa penelitian kualitatif menghargai keberagaman dan konteks. Peneliti tidak hanya mencari jawaban universal, tetapi juga menggali nilai-nilai, keyakinan, dan pengalaman unik yang dimiliki setiap individu dan kelompok. Dengan menyelami data secara mendalam, penelitian kualitatif diharapkan dapat memberikan pencerahan tentang fenomena sosial yang kompleks, menghasilkan temuan yang kaya dan kontekstual, dan membuka wawasan baru yang tidak terduga.

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan dari tanggal 19 Maret sampai tanggal 9 September 2023. Dalam penelitian ini berlokasi di Tempat Museum MH Thamrin Jl. Kenari 2 No. 15. Kecamatan Senen Jakarta Pusat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan spesifikasi sistem yang diperlukan agar sistem dapat berjalan dengan optimal. Kebutuhan ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. WeMos D1 Mini dipilih sebagai mikrokontroler karena mudah digunakan dan kompatibel dengan berbagai sensor. Kemudahan penggunaan dan banyaknya tutorial online menjadikannya pilihan yang menarik bagi peneliti. Alat yang dibuat dengan WeMos D1 Mini meliputi:

1. Analisis kebutuhan fungsi.

Tahap analisis kebutuhan fungsi bertujuan untuk mengolah informasi dan mengidentifikasi fungsi-fungsi yang akan dimiliki sistem. Fungsi-fungsi ini dirancang untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan, dalam hal ini:

- a. Memeriksa status isi kotak sampah dan mendeteksi ketika sudah penuh.
- b. Mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan ketika kotak sampah penuh.

Dengan fungsi-fungsi ini, diharapkan sistem dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan menjaga kebersihan lingkungan.

2. Analisis Kebutuhan masukan

Tahap analisis kebutuhan masukan, tahap ini menentukan masukan apa yang sesuai dengan penelitian yang dibuat oleh penulis. Penulis menganalisa masukan apa yang dapat memenuhi fungsi – fungsi. Kebutuhan masukan yang dimaksudkan adalah informasi data volume dari kotak sampah yang diperoleh dari modul sensor ultrasonik.

3. Analisis kebutuhan luaran

Berdasarkan masukan yang dianalisis, penulis menentukan tahapan analisis kebutuhan keluaran untuk mendefinisikan fungsionalitas sistem. Sistem yang dirancang dalam penelitian ini harus mampu mengirimkan notifikasi kepada perangkat yang ditentukan ketika kotak sampah penuh.

4. Analisis kebutuhan perangkat keras

Penulis melakukan analisis kebutuhan perangkat keras untuk mengidentifikasi komponen yang diperlukan dalam sistem. Berikut adalah daftar komponen yang digunakan:

- Perangkat komputer
- WeMos D1 Mini
- Modul sensor Ultrasonik
- Kabel USB
- Kabel *jumper*
- Baterai
- Lampu led kecil
- Resistor

- Saklar on off

5. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Berikut adalah perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- a. Sistem Operasi Windows: Digunakan untuk membangun kotak sampah pintar dengan mikrokontroler WeMos D1 Mini.
- b. Arduino Uno IDE: Digunakan untuk memprogram Arduino Uno agar terhubung dengan sensor dan modul yang diperlukan, serta mengunggah kode program ke WeMos D1 Mini.
- c. Blynk: Platform aplikasi mobile (iOS dan Android) untuk mengendalikan modul WeMos D1 Mini.

Setelah analisis selesai, tahap selanjutnya adalah perancangan dasar penelitian. Proses pembuatan purwarupa kotak sampah pintar dibagi menjadi beberapa tahap untuk memudahkan pemahaman.

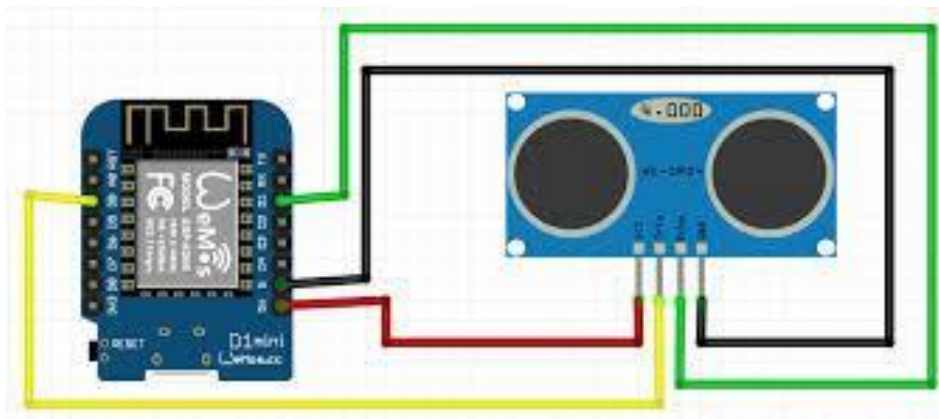
Tahap pertama adalah merancang perangkat keras dengan mengintegrasikan semua komponen yang sudah disiapkan, yaitu sensor yang diperlukan, modul, dan WeMos D1 Mini. Berikut adalah skema rangkaian perangkat keras (Gambar 1, WeMos D1 dan Sensor Ultrasonik). Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi benda atau objek dalam jarak 3cm – 3m. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dan kemudian menerima pantulan gelombang tersebut. Berikut penjelasan cara kerja sensor ultrasonik:

- Sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40KHz selama 200 μ S ketika menerima pulse trigger dari mikrokontroler (Pulse high selama 5 μ S).
- Gelombang ultrasonik akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424 m / detik (atau 1 cm setiap 29.034 μ S) dan mengenai objek, kemudian terpantul kembali ke sensor.
- Selama menunggu pantulan, sensor akan menghasilkan pulse. Pulse ini akan berhenti (low) ketika gelombang pantulan terdeteksi oleh sensor.
- Lebar pulse tersebut merepresentasikan jarak antara sensor dengan objek.

Alat ini memiliki 4 pin, yaitu:

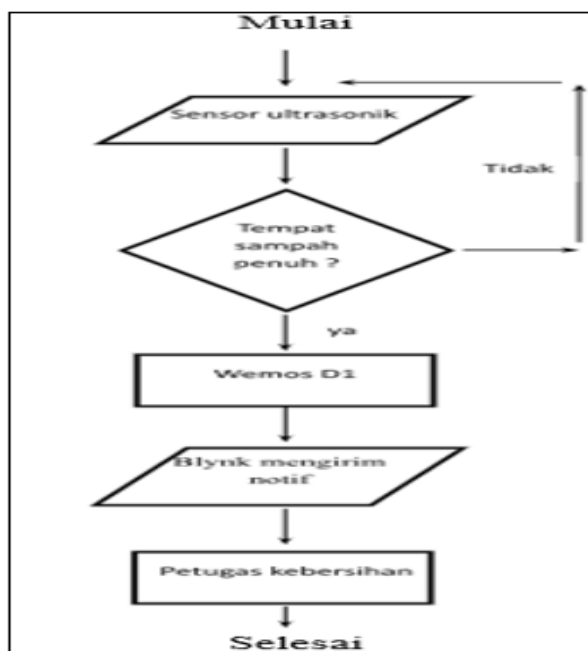
- VCC: Untuk catu daya positif 5V.

- GND: Untuk catu daya negatif.
- TRIG (D3): Untuk menghasilkan sinyal ultrasonik.
- ECHO (D4): Untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.



Gambar 1. WeMos D1 dan Sensor Ultrasonik

Flowchart adalah diagram yang menggambarkan urutan langkah-langkah dan hubungan antar bagian dalam sebuah program. Flowchart digunakan untuk memvisualisasikan alur program dan membuatnya lebih mudah dipahami. Berikut adalah flowchart perancangan sistem kotak sampah pintar:



Gambar 2. Flowchart Kerja Alat Tempat Sampah Pintar

Berikut adalah penjelasan alur program pada Arduino Uno:

1. Kode program memerintahkan sensor ultrasonik untuk mengirim pulsa sinyal.
2. Sensor ultrasonik menerima pantulan sinyal dan menghitungnya untuk mendapatkan data masukan berupa persentase kapasitas kotak sampah yang terisi.
3. Jika persentase menunjukkan bahwa kotak sampah $\geq 80\%$ terisi, program akan memerintahkan WeMos D1 untuk mengirim pemberitahuan bahwa kotak sampah telah penuh.
4. Jika persentase menunjukkan bahwa kotak sampah $< 80\%$ terisi, program akan kembali ke langkah 1.

Sebelum melakukan pengujian, dipastikan semua modul dan sensor berfungsi dengan baik menggunakan library Arduino IDE. Setelah seluruh komponen teruji, kami menyiapkan wadah berbentuk kotak sampah dan mengisinya dengan berbagai benda sebagai simulasi sampah yang akan dideteksi sensor ultrasonik.

Sensor ultrasonik bekerja dengan cara menembakkan sinyal ultrasonik untuk mendeteksi sampah di depannya melalui trigger. Sensor akan menghasilkan pulse selama menunggu pantulan sinyal. Ketika pantulan terdeteksi, pulse akan berhenti (low). Lebar pulse ini merepresentasikan jarak antara sensor dan objek. Gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dipancarkan selama $200\mu\text{S}$, merambat di udara dengan kecepatan 344.424 m / detik (atau 1 cm setiap $29.034\mu\text{S}$), mengenai objek, dan terpantul kembali ke sensor. Mikrokontroler kemudian mengukur lebar pulse dan mengkonversinya menjadi jarak.

Pada bagian implemtasi berikut terdiri dari beberapa tahap pengerjaan yang harus dilakukan, yaitu tahap penjelasan perangkat keras yang akan digunakan yang telah direncanakan pada bab sebelumnya, kemudian penjelasan perangkat lunak yang akan digunakan dimana perangkat lunak tersebut yang akan digunakan untuk menuliskan kode pemrograman pada arduino sehingga dapat berkomunikasi dengan modul dan sensor yang digunakan. Tahap selanjutnya adalah perangkaian komponen yang telah disiapkan dan tahap penjelasan kode program (sketch).

Perangkat keras atau yang dikenal dengan hardware merupakan semua perangkat penyusun yang bisa dilihat secara fisik dan diraba Perangkat keras merupakan komponen penting dalam pembangunan penelitian yang akan dibuat. Komponen perangkat keras yang

dibutuhkan dalam pembuatan sistem, kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan dan membentuk sebuah sistem yang utuh. Komponen perangkat keras yang digunakan adalah:

- Perangkat komputer
- WeMos D1 Mini
- Modul sensor Ultrasonik
- Kabel USB
- Kabel jumper
- Baterai
- Lampu led kecil
- Resistor
- Saklar on off

Selain komponen perangkat keras, selanjutnya menyiapkan komponen perangkat lunak. Perangkat lunak yang dibutuhkan antara lain:

a. Sistem operasi

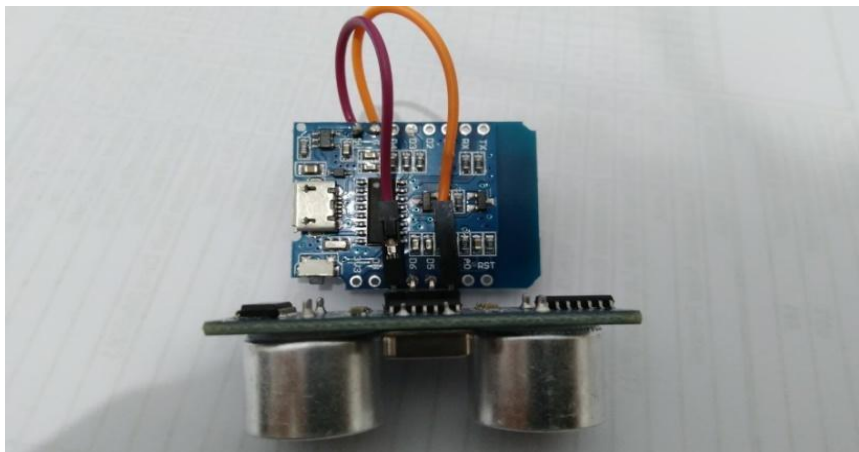
Sistem operasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Windows.

b. Arduino IDE 1.8.9

Arduino IDE 1.8.9 merupakan perangkat lunak yang berasal dari Arduino sendiri yang digunakan untuk pemrograman pada arduino. Agar kode program dapat di upload untuk dijalankan pada Arduino Uno yang digunakan pada menu tool – board. Untuk menjalankan Arduino Uno dan IDE Arduino 1.8.9 hubungkan Arduino Uno dengan komputer menggunakan kabel USB. Setelah IDE Arduino Uno terhubung dengan komputer Arduino Uno telah dapat digunakan untuk melakukan penulisan kode program dan diunggah ke mikrokontroler untuk dijalankan.

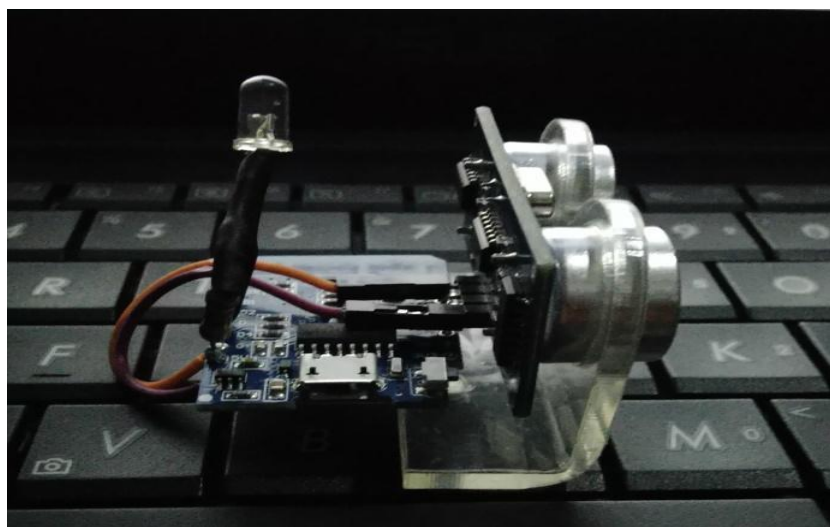
Pada tahap ini akan dijelaskan tentang proses perangkaian alat yang diawali dengan menghubungkan antara mikrokontroler WeMos D1 mini dengan sensor ultrasonik yang digunakan. Sensor ultrasonik dihubungkan menggunakan kabel *jumper* menuju ke WeMos D1 mini. Pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor dengan Arduino Uno ada 4 yaitu pin (VCC) sebagai arus tegangan positif dari sensor ultrasonik menuju ke pin 5v pada WeMos D1, kemudian pin (GND) sebagai arus tegangan negative dari sensor ultrasonik menuju pin (GND) pada WeMos D1, pin (TRIG) pada sensor ultrasonik yang berfungsi

sebagai pemancar gelombang suara ultrasonik dihubungkan dengan pin (D6) pada WeMos D1, pin (ECHO) pada sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai penerima pantulan gelombang ultrasonik yang ditembakkan oleh pin (TRIG) dihubungkan menggunakan kabel jumper menuju ke pin (D5) WeMos D1.



Gambar 3. Rangkaian WeMos dengan sensor ultrasonik

Setelah WeMos dan sensor ultrasonik telah terpasang selanjutnya adalah memasang lampu LED yang sudah dirangkai menggunakan resistor 220 dengan kutub negatif dihubungkan pada pin 5v sedangkan kutub positif dihubungkan pada (D8).



Gambar 4. Rangkaian lampu LED dengan WeMos dan sensor ultrasonik

Setelah selesai dengan rangkaian, selanjutnya adalah meletakkan sensor bersamaan dengan WeMos pada atas tempat sampah.



Gambar 5. Rangkaian lampu LED WeMos dan ultras

Setelah rangkaian terpasang selanjutnya adalah menaruh *power supply* pada sisi samping tempat sampah.



Gambar 6. Penempatan Power Supply

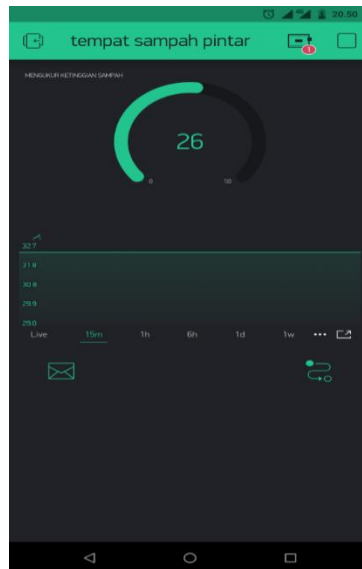
Tahap pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen dirakit dan sistem siap beroperasi. Tujuannya adalah untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan mengidentifikasi kelebihan dan kekurangannya. Sebelum pengujian, perlu dilakukan pemeriksaan koneksi kabel jumper yang menghubungkan semua komponen ke

mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan mengisi kotak sampah dari kondisi kosong hingga penuh.

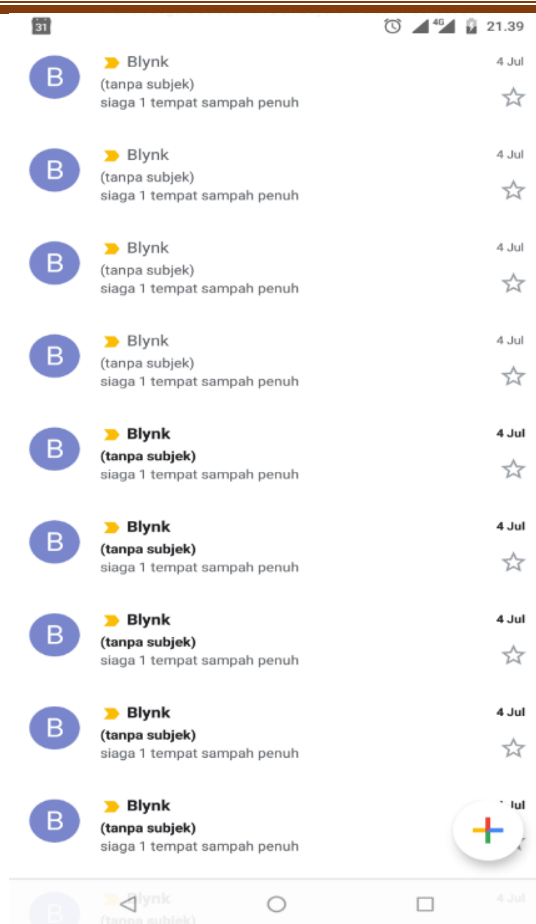


Gambar 7. Tempat Sampah Dalam Keadaan Kosong

Posisi sensor ultrasonik juga harus diperhatikan untuk memastikan akurasi keluaran dan memastikan sensor terhubung dengan baik. Pada Gambar 7, terlihat kotak sampah dalam keadaan kosong dengan sensor ultrasonik yang terpasang dengan baik di bagian tutupnya.



Gambar 8. Tempat Sampah Dalam Keadaan Terisi Pada Sistem



Gambar 9. Notifikasi E-Mail

Gambar diatas menunjukkan notifikasi bahwa tempat sampah telah penuh. Pengujian yang dilakukan berjalan dengan baik karna memiliki sinyal yang kuat dan dalam kondisi cuaca yang baik.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Purwarupa kotak sampah pintar dengan sistem deteksi otomatis telah berhasil dikembangkan. Kotak sampah ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Museum dengan mendeteksi tingkat pengisian sampah dan mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan tepat waktu.
2. Implementasi kotak sampah pintar dengan sistem deteksi otomatis terbukti efektif dalam mengurangi penumpukan sampah dan meningkatkan kebersihan di Museum. Hal ini

menunjukkan bahwa teknologi ini dapat memberikan solusi yang inovatif untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sampah di Museum.

3. Penerapan teknologi IT untuk pengelolaan sampah yang cerdas dan berkelanjutan di Museum memiliki banyak potensi manfaat. Namun, ada juga beberapa tantangan yang perlu diatasi. Dengan perencanaan dan implementasi yang cermat, teknologi IT dapat menjadi alat yang berharga untuk meningkatkan pengelolaan sampah dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat di Museum.

Sedangkan untuk saran pada penelitian ini, peneliti memilkin beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dari perancangan alat tersebut masih banyak kekurangan yang dapat ditambahkan dalam perancangan selanjutnya. Untuk perancangan kedepan alat mengukur ketinggian sudah menggunakan bilangan persentase. Alat juga dapat dinonaktifkan secara otomatis.
2. Mengembangkan sistem pengumpulan sampah terintegrasi. Sistem ini dapat mengoptimalkan rute pengumpulan sampah, mengurangi waktu dan biaya, serta meningkatkan efisiensi pengolahan sampah dengan memanfaatkan teknologi IoT dan Big Data. Big Data dapat digunakan untuk menganalisis pola pembuangan sampah dan memprediksi kebutuhan pengumpulan sampah di masa depan, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan sampah secara keseluruhan.
3. Melakukan studi tentang dampak sosial dan ekonomi. Studi ini dapat meneliti bagaimana teknologi IT memengaruhi pekerjaan petugas kebersihan, kepuasan pengunjung, dan citra Museum, serta meneliti potensi manfaat ekonomi dari penerapan teknologi IT, seperti pengurangan biaya operasional dan peningkatan pendapatan dari daur ulang sampah. Informasi ini dapat membantu pemangku kepentingan dalam membuat keputusan yang tepat tentang investasi dalam teknologi IT untuk pengelolaan sampah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mohammad Husni Thamrin (UMHT) atas dukungannya dengan memberikan Pendanaan Hibah Internal untuk melaksanakan kegiatan Penelitian ini.

REFERENSI

- Agustino, R., Widodo, Y. B., Wiyatno, A., & Saputro, M. I. (2020). Sistem Informasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Universitas Mohammad Husni Thamrin: Sistem Informasi LPPM, Sistem Database LPPM, Rancang Bangun LPPM. *Jurnal Jaring SainTek*, 2(1).
- Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73-79
- Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal of Computer Science*, 6(2), 124-134.
- Febryanti, Y., Wibowo, F. M., & Zafia, A. (2021). Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan Dan Kebun Raya-Lipi. *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, 4(1), 81-90.
- Ismail, M., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(1), 7-12.
- Widodo, Y. B., Sutabri, T., & Faturahman, L. (2019). Tempat sampah pintar dengan notifikasi berbasis iot. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 5(2), 50-57.
- Dinata, Andi. 2018. Fun Coding with Micropython. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Kadir, Abdul. 2018. Wireless Programming untuk Arduino. Yogyakarta: Andi Offset.
- Syahwil, Muhammad. 2017. Panduan Mudah Belajar Arduino Menggunakan Simulasi Proteus. Yogyakarta: Andi Offset.
- Yohandri, dan Asrizal. 2016. Elektronika Dasar 1, komponen, Rangkaian, dan Aplikasi. Jakarta: Kencana.
- Trihatmoko, Fajar. Dkk. 2019. “Desain dan Implementasi Lampu LED Bebas Internet Of Things (IoT) dan Berstandar EMC Menggunakan Single Tuned Filter” (sumber: diakses dari <https://libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8726> tanggal 17 juli 2019 pukul 12:28)

- Firmansya, Teguh. Dkk. 2016. "Rancang Bangun Low Power Elektrik Surgery (Pisau Bedah Listrik) pada Frekuensi 10Khz" (sumber: diakses dari <http://jnte.ft.unand.ac.id/index.php/jnte/article/view/213/219> tanggal 17 juli pukul 14:18).
- Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 21(1), 55-60.
- Solihati, T. I., Nuraida, I., & Hidayanti, N. (2020). Pemanfaatan Kardus Menjadi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino UNO R3: Model Pengembangan Watterfall. *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 342-350.
- Narji, M., Agustino, R., Setiadi, D., & Effendi, M. R. (2022). Simulasi Otomatisasi Sistem Penyiraman Tanaman Menggunakan Moisture Sensor Berbasis Mobile. *J. Teknol. Inform. dan Komput*, 8(1), 215-227.