

ALAT PENGAMBIL SAMPAH DI SUNGAI MENGGUNAKAN SISTEM PEMANTAUAN BERBASIS INTERNET OF THINGS

Sri Hartanto^{1*}, Tri Ongko Priyono², Jihad Nur Fauzan³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Krisnadwipayana

Keywords:

sampah,
sensor,
Internet of Things (IoT),
sungai,
pemantauan.

Correspondent Email:

srihartanto@unkris.ac.id

Abstrak. Tumpukan sampah di sungai bisa menyumbat aliran sungai dan berpotensi menimbulkan banjir. Sementara itu, pekerja yang khusus menangani sampah di sungai umumnya terbatas dan tidak mampu membersihkan sampah di sungai secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi yang bisa mengambil sampah di sungai secara otomatis tanpa tergantung tenaga manusia yang dilengkapi dengan sistem pemantauan tumpukan sampah secara *real-time*. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini dilakukan dengan merancang suatu alat pengambil sampah di sungai yang dilengkapi sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terkoneksi dengan jaringan WiFi. Penelitian ini dibatasi pada rancangan alat berbentuk *prototype* untuk mengambil sampah jenis plastik, kaleng dan botol. *Prototype* rancangan alat tersebut dibuat menggunakan baling-baling sebagai pengangkut sampah, konveyor sebagai pengantar sampah pada bak penampung, dan aplikasi Blynk sebagai sistem pemantauan berbasis IoT. Penelitian ini diharapkan menghasilkan alat pengambil sampah dengan jarak pembacaan sensor ultrasonik HC SR04 terhadap sampah jenis plastik, botol, kaleng kurang lebih 5 cm, dan sampah jenis plastik dapat terangkut dan terkumpul pada bak penampung sampah dengan jeda waktu 8 detik dan 4 detik untuk sampah jenis botol agar motor pengangkut dan konveyor tetap berjalan.



JITET is licensed under
a Creative Commons
Attribution-NonCommercial
4.0 International License

Abstract. A pile of waste in the river can block the river's flow and potentially cause flooding. Meanwhile, workers who specifically handle river waste are generally limited and unable to clean the river waste effectively and efficiently. Therefore, there is a need for technology that can automatically collect waste in the river without relying on human labor, equipped with a real-time waste monitoring system. To address this issue, this research was conducted by designing a river waste collection device equipped with an Internet of Things (IoT)-based monitoring system connected to a WiFi network. This research is limited to the design of a prototype device for collecting plastic, can, and bottle waste. The prototype of the device was designed using propellers as waste carriers, a conveyor as a waste transporter to the collection bin, and the Blynk application as an IoT-based monitoring system. This research is expected to produce a waste collection device with an ultrasonik sensor HC SR04 reading distance of approximately 5 cm for plastic, bottle, and can waste, allowing plastic waste to be transported and collected in the waste container with an 8-second interval and 4 seconds for bottle waste so that the transport motor and conveyor operate continuously.

1. PENDAHULUAN

Tumpukan sampah di sungai merupakan permasalahan umum di lingkungan perkotaan. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), terdapat 19.071.915,46 timbunan sampah ton/tahun, dan sampah yang dapat ditangani hanya sebanyak 50,64% ton/tahun. Menurut data Dinas Lingkungan Hidup Jabar, Sungai Citarum dengan luas 11.323 km memiliki tumpukan sampah 15.838 ton perhari [1]. Hal ini disebabkan rendahnya kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah ke sungai, terutama warga yang tinggal di sekitar bantaran sungai. Akibatnya, terjadi penumpukan sampah di sungai, yang menyebabkan penyumbatan aliran sungai. Ketika curah hujan tinggi, sungai tidak mampu menyediakan tempat yang cukup untuk air mengalir, sehingga berpotensi menimbulkan banjir [2].

Berbagai upaya terus dilakukan untuk mengatasi masalah penumpukan sampah di bantaran sungai. Salah satunya adalah dengan membuat kapal pengangkut dan pemilah sampah yang dioperasikan di hilir Sungai Ciliwung, DKI Jakarta. Namun, pembangunan kapal ini membutuhkan biaya yang lumayan besar, yaitu Rp. 1.398.761.820,- dengan biaya operasional Rp. 252.921.124,- [3]. Diperlukan sistem pengambilan sampah secara otomatis yang tidak tergantung terhadap tenaga manusia untuk mengangkut sampah yang melewati bantaran sungai. Dengan demikian, diperoleh efisiensi waktu dan tenaga pengangkut sampah. Selain itu, perlu adanya data pemantauan tingkat kapasitas bak penampung sampah secara *real-time* untuk mengetahui kapan sampah diangkut ketika kapasitas telah terpenuhi.

Untuk membuat sistem pengambilan sampah di sungai secara otomatis yang tidak tergantung terhadap tenaga manusia bisa dengan memanfaatkan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT). Selain itu, dengan IoT, data tumpukan sampah dapat diketahui secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah tumpukan sampah di sungai dengan merancang dan membuat alat pengambil sampah di sungai menggunakan sistem pemantauan berbasis IoT. Selain itu, alat tersebut dirancang agar dapat terkoneksi dengan jaringan WiFi dengan memanfaatkan

utilitas mikrokontroler WEMOS D1 R32 yang sudah dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth. Dengan adanya alat pengambil sampah di sungai ini, tidak perlu membutuhkan petugas pengambilan sampah yang terjun langsung mengambil sampah di sungai, juga tidak perlu mengoperasikan kapal pengangkut dan pemilah sampah yang membutuhkan biaya operasional yang besar sehingga dapat meningkatkan sistem pengambilan sampah yang sudah ada [4].

Dalam penelitian yang dilakukan, masalah dibatasi pada alat dalam bentuk *prototype* yang dirancang untuk difokuskan pada jenis sampah tertentu yang sering ditemukan, seperti sampah plastik, sampah kaleng dan sampah botol. *Prototype* alat ini dirancang menggunakan baling-baling sebagai pengangkut sampah, konveyor sebagai pengantar sampah pada bak penampung sampah, dan penggunaan aplikasi Blynk sebagai sistem pemantauan berbasis IoT

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa komponen dan pendukung teori yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah suatu teknologi berbasis mikrokontroler yang dapat meningkatkan manfaat konektivitas internet untuk membuat aktivitas manusia lebih mudah dan efisien. IoT merupakan sensor-sensor yang berkomunikasi menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) [5].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa IoT telah berkembang pesat di banyak bidang ilmu dan industri, seperti informatika, kesehatan, geografi, dan bidang lain. Peralatan sehari-hari yang dilengkapi dengan sensor cerdas telah dikembangkan dan dapat dikontrol melalui internet. Sensor cerdas mengkonversi data analog menjadi data digital dan kemudian dikirim ke prosesor secara *real-time*. Dengan demikian, arsitektur ini memungkinkan otomatisasi peralatan yang dikendalikan dari jarak jauh [6].

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah rangkaian terpadu/*integrated circuit* (IC) yang digunakan untuk tujuan kontrol. Suatu mikrokontroler memiliki bagian-bagian untuk mendukung fungsi kontrolnya, seperti unit pemrosesan

pusat/*central processing unit* (CPU), memori hanya baca/*read only memory* (ROM), memori akses acak/*random access memory* (RAM), pengatur waktu (*timer*), dan unit I/O. Mikrokontroler biasanya bekerja pada frekuensi 4 MHz hingga 40 MHz dan sering digunakan untuk keperluan kontrol tertentu [7].

Mikrokontroler yang pertama dan menjadi dasar penggunaan mikrokontroler adalah Atmel, AVR, MCS51. AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, yang berarti bahwa semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit word), dan sebagian besar instruksi dilakukan dalam satu waktu, berbeda dengan instruksi MCS51, yang membutuhkan 12 waktu [8]. AVR memiliki teknologi *Reduction Instruction Set Computing* (RISC) sedangkan MCS51 berteknologi *Complex Instruction Set Computing* (CISC). Secara umum, AVR meliputi empat kelas: ATmega, AT86RFxx, dan ATmega32. Memori, peripheral, dan fungsi adalah hal utama yang membedakan masing-masing kelas [9].

C. Arduino

Arduino adalah platform perangkat keras terbuka untuk membuat peralatan elektronik interaktif awal yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino merupakan pengontrol mikro *single-board open-source* berbasis *wiring platform* yang mempermudah penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [10]. Prosesor yang digunakan adalah Atmel AVR, dan programnya menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Bahasa pemrograman Arduino memiliki syntax mirip Bahasa C, sehingga mudah dalam pemrogramannya [11]. Arduino memiliki keluaran digital dan analog yang dapat digunakan untuk membaca sensor atau mengontrol aktuator seperti LED, motor, dan relai [12].

D. Arduino Wemos D1 R32

Arduino Wemos D1 R32 adalah bagian dari keluarga modul ESP32 berbasis WiFi. Inti dari Wemos D1 R32 adalah ESP32 dual core 32-bit Xtensa Lx6, yang masing-masing memiliki kecepatan hingga 240 MHz. Arduino Wemos D1 R32 juga memiliki WiFi dual-band 802.11n/802.11ac dan Bluetooth 4.2/5.0 BLE. Bentuknya mirip dengan Arduino Uno R32 dan memiliki tegangan input 5v hingga 12V [13].

ESP32 adalah chip dengan kemampuan proses CPU dan mikrokontroler yang dapat

mengakses jaringan WiFi dan Bluetooth. Chip ESP32 biasanya ditempatkan bersama komponen dasar seperti resistor, kapasitor, kristal, dan *flash memory* sebelum disematkan pada *development board* atau papan D1-R32. Komponen tersebut kemudian dipasang di solder permukaan papan sirkuit dan menjadi modul [14].

E. Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah bahasa pemrograman pada mikrokontroler Arduino dengan kompilasi biner, dan pengunduhan memori [15]. Banyak profesional memilih Arduino IDE sebagai platform karena didukung berbagai modul, termasuk sensor, monitor, dan *reader*, selain sifatnya yang *open source*. Semua orang dapat menggunakan skema Arduino secara gratis [16].

Program yang ditulis dengan Arduino IDE disebut *sketch*. Program ini ditulis dalam editor teks dan disimpan dengan ekstensi file.ino. Arduino IDE memiliki kotak pesan berwarna hitam yang menampilkan status seperti pesan kesalahan, kompilasi, dan pengunggahan program. Papan, atau *board*, yang telah dikonfigurasi, dan port COM yang digunakan ditampilkan di bagian kanan bawah IDE Arduino [17].

F. Blynk

Blynk memungkinkan kontrol modul untuk perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, dan ESP32 melalui internet. Platform ini mendukung sistem operasi Android dan iOS. Aplikasi Blynk sangat sederhana untuk digunakan pada perangkat Android dan iOS. Namun, untuk berkomunikasi dengan perangkat keras yang digunakan, aplikasi harus mendukung papan Wi-Fi. Blynk terdiri dari tiga komponen utama: Aplikasi, Server, dan Libraries. Blynk server menangani semua komunikasi antara ponsel pintar dan perangkat keras [18].

G. Sensor HC SR04

Sensor HC SR04 adalah sensor jarak ultrasonik yang bekerja dengan menggunakan gelombang suara ultrasonik untuk mendeteksi objek di depannya. Gelombang ultrasonik dikirimkan ke sensor oleh *transmitter*, yang kemudian dipantulkan oleh objek dan

dikembalikan oleh penerima ke sensor ultrasonik. Namun, objek atau target yang diukur tidak selalu memiliki bentuk yang sama [19].

Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat digunakan untuk mengukur jarak antara objek dengan frekuensi 40 Hz. Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 terdiri dari empat pin: Vcc, Trigger, Echo, dan Ground [20].

H. Sensor Proximity SN-E18-D80NK

Sensor Proximity SN-E18-D80NK adalah sensor untuk mendeteksi perubahan nilai lingkungan sekitarnya yang kemudian mengeluarkan sinyal listrik sebagai tanggapan. Sensor ini disebut juga sebagai sensor pendeteksi halangan inframerah, karena menggunakan inframerah untuk mendeteksi objek yang ada di depannya. Sensor ini dapat mendeteksi objek dalam jarak tiga sentimeter hingga tiga puluh sentimeter. Jarak deteksi ini dapat diubah dengan mengatur trimpotnya [21].

I. Konveyor

Konveyor adalah sistem mekanis yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Konveyor sering digunakan di industri untuk mengangkut barang besar dan beban berat. Konveyor digunakan untuk membuat penanganan alat berat atau produk dalam jumlah besar menjadi lebih mudah dan lebih efisien [22].

Konveyor jenis sabuk ideal untuk mengangkut barang atau produk secara mendatar atau lurus, tetapi juga dapat mengangkut barang atau produk dengan sudut miring. Konveyor jenis sabuk biasanya digunakan untuk mengangkut bahan dari industri pertambangan, metalurgi, dan batu bara, dengan tingkat kemiringan maksimum 18 derajat [23].

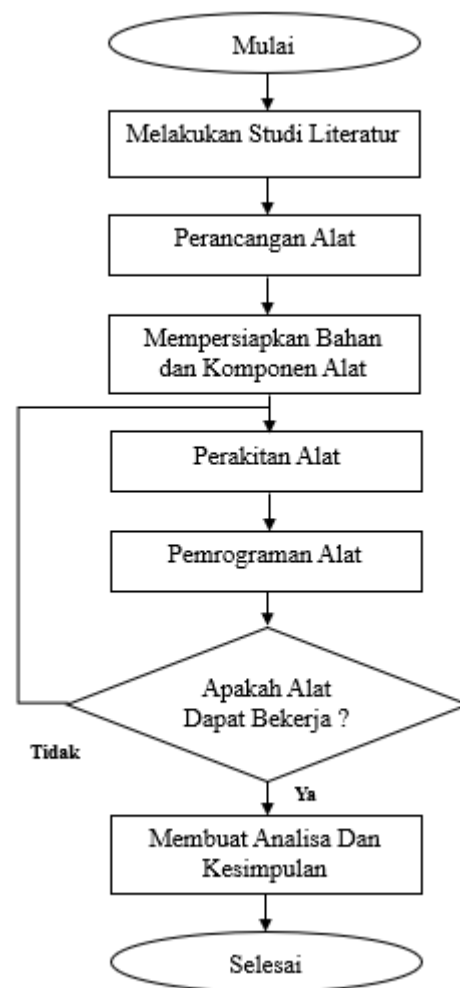
Konveyor jenis roller memindahkan barang dengan gaya gravitasi atau tarikan dan dorongan. Sistem roller dirancang untuk mengangkut material seperti karet, logam, dan lainnya [24].

Konveyor jenis pneumatic bekerja dengan aliran udara, yang dapat mengangkut material ringan dalam bentuk bongkahan kecil [25].

3. METODE PENELITIAN

Bagan alir yang menjelaskan tahap dalam

penelitian ini diperlihatkan dalam Gambar 1 berikut.

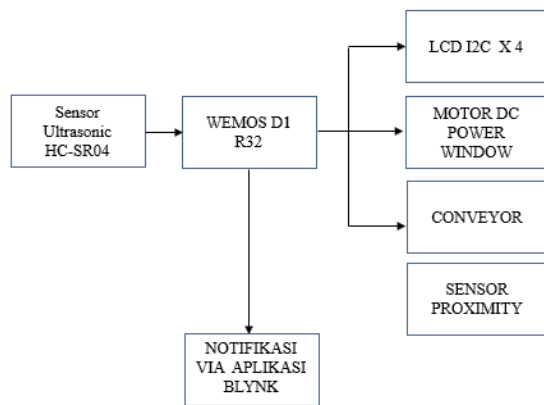


Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dengan merumuskan masalah yang akan dijadikan sebagai objek penelitian. Perumusan masalah dilakukan dengan melihat kondisi aktual di lapangan terlebih dahulu. Selanjutnya, pengumpulan data dilakukan dengan observasi terhadap sistem yang telah ada dan melalui studi literatur. Dalam tahap perancangan alat dan sistem, dirancang suatu *prototype* pengambilan sampah otomatis di sungai menggunakan mikrokontroler WEMOS D1 R32, dan menampilkan hasil pembacaan pada aplikasi Blynk di *smarthphone*. Pada proses pengujian, alat diujicoba untuk mengevaluasi hasil penelitian. Proses ini juga meliputi penilaian dan analisis terhadap kinerja alat untuk memastikan alat berfungsi sesuai harapan.

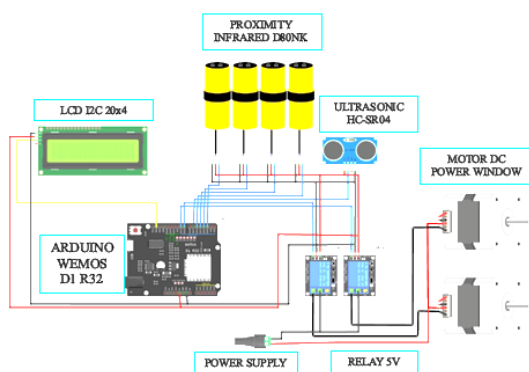
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 berikut ini menunjukkan diagram blok rancangan alat untuk memperjelas komponen-komponen di dalam alat yang dirancang.



Gambar 2. Diagram Blok

Rancangan rangkaian alat yang dibuat dalam penelitian ini diperlihatkan dalam Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Rangkaian Alat Yang Dirancang

Komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan *prototype* alat pengambil sampah di sungai dengan sistem pemantauan berbasis IoT adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler Arduino Wemos D1 R32
Mikrokontroler Arduino Wemos D1 R32 berfungsi sebagai pengontrol dan pemroses data perangkat masukan lalu diteruskan ke perangkat keluaran. Wemos D1 R32 dalam *prototype* ini memberi perintah untuk sensor-sensor dan motor-motor konveyor dan baling-baling.
2. LCD I2C 20x4
LCD I2C memiliki fungsi untuk

menampilkan karakter dari perintah yang di berikan dari mikrokontroler Wemos D1 R32 dan sebagai tampilan status kerja alat pada *prototype* ini.

3. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah sensor yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda dengan memperkirakan jarak antara sensor dan benda tersebut. Sensor ultrasonik dalam penelitian ini berguna sebagai pendeteksi keberadaan sampah-sampah yang melewati sungai.

4. Sensor Proximity Infrared E18 D80NK

Sensor Proximity Infrared E18 D80NK berfungsi sebagai pendeteksi ada atau tidak adanya keberadaan suatu objek. Jarak maximal sensor ini yaitu 80 cm. Jika ada objek berada di depan sensor dan terjangkau oleh sensor maka keluaran rangkaian sensor berlogika “1” atau “high” yaitu berarti “ada”. Dalam *prototype* ini, sensor proximity infrared E18 D80NK digunakan sebagai sensor tingkat kapasitas bak penampung sampah sehingga dapat melihat dan mengetahui presentase ketinggian bak penampung sampah. Ada sebanyak empat sensor yang digunakan dalam *prototype* ini.

5. Relay 5V

Relay 5V merupakan sakelar yang secara otomatis mengontrol arus yang tinggi dengan menggunakan sinyal arus yang rendah. Dalam *prototype* ini, penggunaan relay 5V digunakan untuk menggerakkan motor DC dari konveyor dan baling-baling.

6. Motor DC (Power Window)

Motor DC jenis power window yang sering digunakan dalam kendaraan dengan menggunakan *switch* untuk mengoperasikannya. Sistem kerja motor *power window* menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Pengoperasian motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Motor DC dalam *prototype* ini sangat diperlukan untuk menggerakkan konveyor dan baling-baling sebagai pengangkut sampah.

7. Power Supply

Power supply memiliki fungsi sebagai pengubah aliran listrik dari sumber daya listrik menjadi energi untuk menggerakkan perangkat elektronik atau mengkonversi

daya 220 V menjadi aliran listrik sesuai dengan kebutuhan keluarannya. Dengan spesifikasi tegangan 12 V dan arus 10 A, dapat menggerakkan motor konveyor dan baling-baling yang sumber tegangannya 12 V.

8. Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan kabel tunggal dengan jenis tembaga serabut. Dalam penelitian ini menggunakan ukuran 0,75 m dengan kapasitas tegangan 300 V hingga 500 V dan arus 12 A. Kabel NYAF digunakan sebagai penghubung komponen-komponen pada terminal strip.

Hasil jadi alat yang dirancang dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 4 berikut.

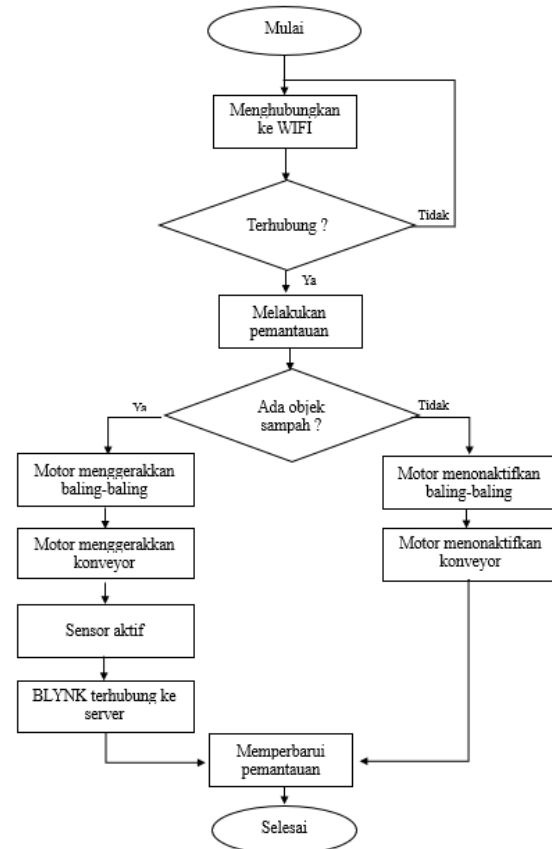


Gambar 4. Hasil Jadi Rancangan Alat

Prinsip kerja alat yang dirancang dalam penelitian ini digambarkan dalam bagan alir pada Gambar 5 berikut.

Penggunaan alat pengambil sampah ini diawali dengan menghubungkannya ke jaringan komunikasi seperti WiFi. Jika sudah terhubung (Ya), selanjutnya alat dalam keadaan siap melakukan pemantauan ada atau tidak adanya objek sampah. Jika ada objek sampah (Ya), maka motor menggerakkan baling-balik, motor menggerakkan konveyor, sensor-sensor untuk mendeteksi keberadaan sampah dan sensor untuk mendeteksi tingkat kapasitas bak penampung sampah menjadi aktif. Kemudian aplikasi BLYNK terhubung ke server untuk memperbarui data pemantauan sampah di sungai. Jika tidak ada objek sampah (Tidak), maka motor menonaktifkan baling-balik, motor menonaktifkan konveyor, sensor-sensor untuk mendeteksi keberadaan sampah dan sensor untuk mendeteksi tingkat kapasitas bak penampung sampah dinonaktifkan. Kemudian

aplikasi BLYNK terhubung ke server untuk memperbarui data pemantauan sampah di sungai.



Gambar 5. Bagan Alir Cara Kerja Alat

Persiapan pengujian efektifitas pengangkutan sampah menggunakan waktu sebagai parameternya ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Pengujian Alat

Pengujian dimulai dari sensor ultrasonik yang mendeteksi keberadaan sampah di sungai. Setelah terdeteksi, baling-baling pengangkut akan mengangkat dan memindahkan sampah ke atas konveyor. Konveyor kemudian membawa sampah ke bak penampung. Pada bak penampung telah dilengkapi sensor *proximity infrared* yang berfungsi sebagai sensor tingkat kapasitas untuk memantau tingkat tingkat kapasitas kepenuhan bak. Berikut ini pengujian dengan berbagai jenis waktu agar mengetahui waktu jarak aman pengangkutan sampah bisa terangkut sampai pada bak penampung dengan percobaan menggunakan jenis sampah plastik dan botol.

Tabel 1. Hasil Pengujian Efektifitas Waktu Pengambilan Sampah Plastik

Jenis Sampah Plastik				
No	Waktu	Status	Volume Bak	Tegangan
1	2 detik	tidak sampai	kosong	12 V
2	4 detik	tidak sampai	kosong	12 V
3	6 detik	sampai	kosong	12 V
4	8 detik	sampai	25%	12 V
5	10 detik	sampai	75%	12 V

Tabel 2. Hasil Pengujian Efektifitas Waktu Pengambilan Sampah Botol

Jenis Sampah Botol				
No	Waktu	Status	Volume Bak	Tegangan
1	2 detik	tidak sampai	kosong	12 V
2	4 detik	sampai	25%	12 V
3	6 detik	sampai	50%	12 V
4	8 detik	sampai	75%	12 V
5	10 detik	sampai	100%	12 V

Dari hasil pengujian deteksi sampah sensor ultrasonik HC SR04 sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3 berikut, didapatkan kenyataan bahwa sampah jenis plastik, botol, dan kaleng yang digunakan dalam prototipe ini semua dapat terdeteksi dengan sensor Ultrasonik HC SR04 dalam jarak 5 cm.

Tabel 3. Hasil Pengujian Deteksi Sampah Sensor Ultrasonik HC SR04

No	Jenis Sampah	Status	Jarak (cm)
1	Plastik	Terbaca	5 cm
2	Botol	Terbaca	5 cm
3	Kaleng	Terbaca	5 cm

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian dan percobaan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak pembacaan sensor ultrasonic HC SR04 terhadap sampah jenis plastik, botol, kaleng tidak lebih dari jarak 5 cm
2. Sampah jenis plastik dapat terangkut dan terkumpul pada bak penampung sampah dengan jeda waktu 8 detik dan hanya 4 detik untuk sampah jenis botol pada sensor ultrasonik sehingga motor pengangkut dan konveyor tetap berjalan.
3. Blynk dapat diakses untuk menampilkan data *real-time* harus dengan terhubung pada koneksi internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "SAMPAH DAS CITARUM CAPAI 15.838 TON/HARI." Accessed: Jun. 16, 2024. [Online]. Available: <https://citarumharum.jabarprov.go.id/sampah-das-citarum-capai-15-838-ton-hari/>
- [2] A. F. 'MA, "PERILAKU MASYARAKAT TEPI SUNGAI DALAM MASALAH SAMPAH DISEKITAR SUNGAI," pp. 1–2, Oct. 2021, doi: <https://doi.org/10.31219/osf.io/6sa5v>.
- [3] C. I. Aji and H. Hasanudin, "Desain Kapal Pengangkut dan Pemilah Sampah untuk Operasional di Hilir Sungai Ciliwung, DKI Jakarta," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 11, no. 3, 2022, doi: [10.12962/j23373539.v11i3.88755](https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.88755).
- [4] A. Rizal Tama and S. Winardi, "PEMANTAUAN ARUS LISTRIK DAN KONTROL CIRCUIT BREAKER UNTUK ARUS

- LEBIH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)."
- [5] H. Mukhtar, D. Perdana, P. Sukarno, and A. Mulyana, "Sistem Pemantauan Kapasitas Sampah Berbasis IoT (SiKaSiT) untuk Pencegahan Banjir di Wilayah Sungai Citarum Bojongsoang Kabupaten Bandung," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 21, no. 1, 2020, doi: 10.29122/jtl.v21i1.3622.
 - [6] M. Choir Afrian, M. T. Asron, R. Wicaksono,) Diii, and T. Elektronika, "PROTOTYPE PENGANGKUT SAMPAH OTOMATIS PADA PINTU ALI DENGAN SISTEM INFORMASI MENGGUNAKAN NODE MCU ESP8266 BERBASIS PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)", doi: 10.21009/autocracy.05.2.5.
 - [7] Surianti and N. A. Banyal, "Perancangan Sistem Informasi Laporan Capaian Kinerja Pada Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Papua Berbasis Website," *Jurnal Ilmiah MATRIK*, vol. Vol. 24 No. 23, 2022.
 - [8] Azhar Susanto, "Sistem Informasi Akuntansi, -Struktur-PengendalianResiko- Pengembangan," *Sistem Informasi Akuntansi, -Struktur-PengendalianResiko- Pengembangan*, 2013.
 - [9] Y. W. ASTUTI and S. T. FATKHUL AMIN M.Kom, "RANCANG BANGUN SISTEM PENJUALAN SEMBAKO BERBASIS WEB MOBILE," *Information Technology and Telematics*, vol. 8, no. 1, 2018.
 - [10] H. A. Fatta, "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi."
 - [11] A. Selay *et al.*, "Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X," *Karimah Tauhid*, vol. 1, no. 2963-590X, 2022.
 - [12] Wilianto and A. Kurniawan, "SEJARAH , CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS," *Matrix*, vol. 8, no. 2, 2018.
 - [13] Junaidi Apri, "Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya: Review," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. IV, no. 3, 2015.
 - [14] I. Zulfa, H. Syahputra, A. Faisal, G. Putih, and J. JlnSimpang Kelaping-lukup Badak-Belang Bebangka, "RANCANG BANGUN SYSTEM KONTROL ALAT-ALAT LISTRIK MENGGUNAKAN BLUETOOTH BERBASIS MIKROKONTROLER," vol. 14, no. 1, pp. 188-199, 2021, [Online]. Available: <http://journal.stekom.ac.id/index.php/elko> m, page188
 - [15] Kamal Qrimly, "APA ITU MIKROKONTROLER." Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.logicgates.id/blogs/news/ap-a-itu-mikrokontroler>
 - [16] D. Sasmoko, *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*. 2021.
 - [17] F. H. Mustianto, Asni Tafrikhatin, and Ajeng Tiara Wulandari, "Rancang Bangun Pengatur Suhu Kandang Ayam Otomatis Menggunakan Sensor DHT22 Berbasis Wemos D1 R32 Dengan Keluaran Berupa LCD dan Notifikasi Telegram," *JASATEC: Journal of Students of Automotive, Electronic and Computer*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.37339/jasatec.v2i1.1237.
 - [18] Ricky Merdeka, "Internet of Things (IoT) dengan ESP32 (Board D1-R32) untuk Input Digital Sensor." Accessed: Jun. 21, 2024. [Online]. Available: <https://mrmerdeka.wordpress.com/2020/05/27/internet-of-things-iot-dengan-esp32-board-d1-r32-untuk-input-digital-sensor/>
 - [19] "AZ-Delivery D1 R32." Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.halloweenfreak.de/arduino/pdfs/D1_R32_ENG.pdf
 - [20] S. P. Santoso and F. Wijayanto, "Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Elektro*, vol. 10, no. 1, 2022.
 - [21] R. Y. Endra, A. Cucus, F. N. Afandi, and M. B. Syahputra, "MODEL SMART ROOM DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNTUK EFISIENSI SUMBER DAYA," *Explore: Jurnal Sistem informasi dan telematika*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.36448/jsit.v10i1.1212.
 - [22] I. Syukhron, "Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Pemantauan dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT," *Electrician*, vol. 15, no. 1, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2158.
 - [23] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak," *Jurnal Tera*, vol. 2, no. 2, 2022.
 - [24] A. R. Al Tahtawi, "Kalman Filter Algorithm Design for HC-SR04 Ultrasonic Sensor Data Acquisition System," *IJITEE (International Journal of Information Technology and Electrical Engineering)*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.22146/ijitee.36646.
 - [25] M. Iman Wahyudi and Rifki Abdul Aziz, "Keran Air Wudhu Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Sebagai Upaya Meminimalisasi Pemborosan Air," *Journal of Applied Computer Science and Technology*, vol. 3, no. 1, 2022, doi: 10.52158/jacost.v3i1.296.

- [26] L. A. Subagyo and B. Suprianto, "Sistem Pemantauan Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 3, 2017.
- [27] P. da S. Finamore *et al.*, "Rancang-bangun-alat-pintu-geser-otomatis-menggunakan-motor-dc-24-V," *J Chem Inf Model*, vol. 53, no. February, 2021.
- [28] A. H. Ardiansyah, "Sistem Pemantauan Kualitas Air Dan Suhu Pada Kolam Ikan Berbasis Android," *Mei - Juli 2018*, vol. 1, 2018.
- [29] J. Jamaaluddin and S. Rudi, "Penggunaan Motor DC Untuk Membantu Aktivitas Manusia," *Penggunaan Motor DC Untuk Membantu Aktivitas Manusia*, vol. 434, no. 1, 2018.
- [30] M. AZHARI, "ANALISA DAN PEMBUATAN STAND SISTEM KERJA POWER WINDOW DAN CENTRAL LOCK PADA MOBIL TOYOTA AVANZA." Accessed: Jun. 19, 2024. [Online]. Available:
<http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/17487>
- [31] Fajar Ainurrohish, Mukhamad Khumaidi Usman, and Syaefani Arif Romadhon, "Analisis Kapasitas Konveyor Robot Kendali Pengangkut Sampah," 2021.
- [32] E. K. Laksanawati, E. Efrizal, and D. A. Kusuma, "PERANCANGAN KONVEYOR PADA MESIN PEMBUAT MIE OTOMATIS," *Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.31000/mbjtm.v5i1.5815.
- [33] D. Priadana, S. & Sunarsi, 2021. *Metode Penelitian Kuantitatif*. 2021.