

Rancang Bangun Prototype Pengangkut Sampah di Jembatan Menggunakan Sistem Kendali Mikrokontroler ESP8266 Dengan Aplikasi Blynk

Designing A Prototype Of A Waste Carrier On A Bridge Using An ESP8266 Microcontroller Control System With Blynk Application

Andika Muhammad Nur Kholiq¹, Fahreza Daniel Hermawan^{2*}, Helfy Susilawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Universitas Garut

Jl. Jati No. 42B Tarogong, Garut 44151 – Jawa Barat – Indonesia

fahrezadanielh@gmail.com²

Abstrak – Perilaku masyarakat yang membuang sampah sembarangan merupakan salah satu tindakan yang dapat menyebabkan dampak yang negatif. Saat terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi, air akan meluap ke permukaan dan terjadilah banjir dikarenakan aliran air tersumbat oleh sampah. Hal ini biasanya diatasi dengan cara mengambil sampah langsung ke sungai. Mengambil sampah langsung ke sungai tentunya memiliki resiko yang besar terhadap keselamatan. Tujuan penelitian ini adalah Merancang prototype pengangkut sampah di jembatan menggunakan sistem kendali mikrokontroler ESP8266 dengan aplikasi Blynk. Sampah diangkat menggunakan konveyor sehingga masuk ke penampungan sampah. Penampungan sampah sudah tersedia ultrasonik untuk mengetahui penuh atau tidaknya penampungan. Saat penampungan penuh, user dapat mengetahuinya dari informasi aplikasi Blynk. Pada pengujiannya, hasil pembacaan jarak oleh ultrasonik jika kurang dari 12 cm, maka penampungan sudah dianggap penuh di suatu area. Error rata-rata dari pembacaan ultrasonik adalah sebesar 0,62 %. Pembacaan jarak oleh ultrasonik dimulai pada jarak 2 cm. Hal ini dikarenakan pembacaan ultrasonik saat kurang dari 2 cm kurang efektif. Pengujian keseluruhan menghasilkan persentase terbesar sampah yang dapat diangkat oleh konveyor adalah saat sampah memusat di satu area sungai. Persentase yang didapat sebesar 93,6%. Sedangkan saat keadaan sampah menyebar, sampah yang terangkat memiliki persentase yang lebih sedikit. Persentase terendahnya adalah sebesar 29%.

Kata Kunci: Pengangkut sampah, mikrokontroler ESP8266, aplikasi Blynk, ultrasonik, konveyor

Abstract – The behaviour of people who litter is one of the actions that can cause negative impacts. When it rains with high rainfall, water will overflow to the surface and flooding occurs because the flow of water is blocked by rubbish. This is usually solved by taking the rubbish directly to the river. Picking up rubbish directly into the river certainly has a great risk to safety. The purpose of this research is to design a prototype of waste carrier on the bridge using ESP8266 microcontroller control system with Blynk application. The garbage is lifted using a conveyor so that it enters the garbage container. The garbage container is available ultrasonic to know whether the container is full or not. When the bin is full, the user can know it from the Blynk application information. In the test, the results of distance reading by ultrasonic if less than 12 cm, then the shelter is considered full in an area. The average error of ultrasonic reading is 0.62%. Distance reading by ultrasonic starts at a distance of 2 cm. This is because ultrasonic readings when less than 2 cm are less effective. Overall testing results in the largest percentage of waste that can be transported by the conveyor is when the waste is centred in one river area. The percentage obtained was 93.6%. Meanwhile, when the garbage is spread out, the garbage that is lifted has a smaller percentage. The lowest percentage was 29%.

Keywords: Waste carrier, ESP8266 microcontroller, Blynk app, ultrasonic, conveyor

1. Pendahuluan

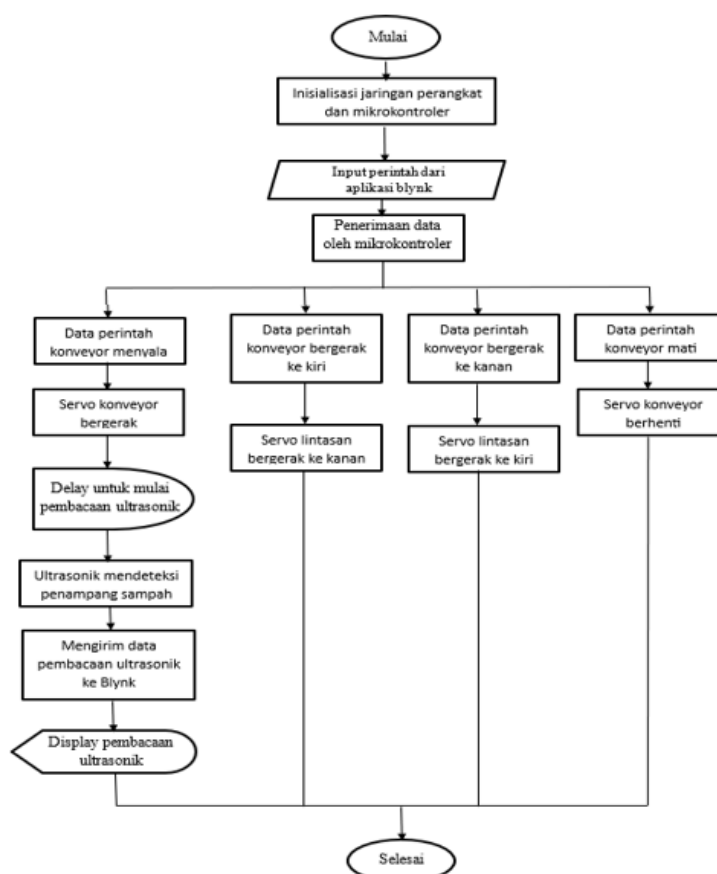
Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat dari tahun ke tahun. Teknologi digunakan dalam kehidupan manusia untuk mendapatkan berbagai kemudahan. Salah satunya adalah kemudahan dalam mencegah bencana yang disebabkan oleh manusia maupun alam. Bencana seperti banjir, tsunami, dan gempa bumi merupakan beberapa bencana yang sering terjadi di Indonesia. Perilaku masyarakat yang membuang sampah sembarangan merupakan salah satu tindakan yang dapat menyebabkan dampak yang negatif. Masyarakat di dekat sungai cenderung membuang sampah ke sungai. Hal ini dapat ditemui di sungai yang terletak di bawah Jembatan Citelu, Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut. Untuk membersihkan sampah di sungai ini, digunakan jaring sederhana yang disambung dengan bambu panjang. Tentunya saat mengambil sampah dengan jaring ini memiliki beberapa resiko. Resiko yang didapat dari mengambil sampah di sungai menggunakan jaring salah satunya adalah orang terjatuh saat jaring menyangkut pada tumbuhan atau benda di sungai. Selain itu dibutuhkan tenaga manusia yang lebih banyak jika sampah yang ada pada sungai banyak jumlahnya. Dapat diduga bahwa masalah dan resiko yang telah dipaparkan dapat di atasi menggunakan pengangkut sampah.

Pada penelitian sebelumnya yang sudah ada, pengambilan sampah ialah menggunakan pompa air. Air pada tepian sungai disedot dan masuk saringan sehingga dapat dipilah sampah dari air. Hal ini tentunya kurang efektif untuk membersihkan sampah yang mengambang di tengah sungai. Selain itu juga, penelitian lainnya terdapat pengangkut sampah menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno* dan notifikasi menggunakan GSM SIM 800 L. Tentunya hal ini dirasa kurang efektif dikarenakan modul tersebut menggunakan pulsa yang harus diisi. Selain itu penelitian tersebut hanya terbatas dengan saluran air kecil atau gorong-gorong[1].

Model yang digunakan pada referensi sebagian besar adalah menggunakan sebuah perahu. Dimana untuk mengendalikannya dibutuhkan manusia yang bisa mengoperasikan perahu. Selain itu tentunya daya yang dibutuhkan lebih besar dikarenakan perahu memiliki cakupan jelajah yang lebih luas. Sehingga membutuhkan daya yang lebih besar dan waktu pengoperasian yang lebih lama. Sedangkan model yang diterapkan pada jembatan membutuhkan daya yang lebih sedikit karena hanya bergerak sesuai jalurnya, yaitu ke kiri dan ke kanan sepanjang lebar sungai. Sampah juga sering dijumpai di bawah jembatan dan menumpuk karena tertahan. Saat tidak digunakan, konveyor dapat diletakkan di tengah sungai dengan harapan sampah yang terbawa arus sungai dapat tertahan[2].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini Adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart penelitian

2.1. Studi Literatur

Beberapa penelitian terdahulu mengembangkan perangkat pengambilan sampah pada saluran air menggunakan berbagai pendekatan, termasuk pompa penyaring dan perahu bermesin; masing-masing memiliki keterbatasan berupa efektivitas terhadap sampah mengapung di tengah aliran, kebutuhan operator, dan konsumsi daya tinggi. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengadopsi konsep pengangkut sampah berbasis konveyor yang bergerak sepanjang lintasan jembatan sehingga operasi lebih aman dan hemat daya. Sistem kendali menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terhubung ke aplikasi Blynk, memungkinkan kontrol dan monitoring real-time tanpa biaya layanan GSM, sementara deteksi level penampungan menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04) dengan ambang empiris 12 cm. Pemilihan komponen, arsitektur kendali, dan protokol pengujian (variasi volume sampah dan pola penyebaran) diadaptasi dari studi-studi sebelumnya dan dimodifikasi untuk mengoptimalkan aspek keselamatan, kemudahan operasi, dan replikasi di lapangan.

2.2. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan di area bawah jembatan yang sering mengalami akumulasi sampah untuk memvalidasi kebutuhan fungsional alat dan menginformasi desain prototipe, observasi menunjukkan pembersihan saat ini masih bergantung pada jaring dan tenaga manusia sehingga berisiko dan kurang efisien, serta sampah cenderung menumpuk pada penampang di bawah jembatan sehingga mendukung konsep konveyor yang bergerak sepanjang lintasan jembatan sebagai solusi pasif yang lebih aman. Dari pemantauan aliran dan titik akumulasi ditetapkan orientasi pemasangan konveyor, posisi sensor ultrasonik, dan jalur pergerakan alat, sementara keterbatasan lingkungan seperti paparan air atau kelembapan dan ruang lintasan yang

sempit menentukan pemilihan material tahan air dan dimensi struktur yang kompak namun kokoh. Ketersediaan jaringan lokal mendorong penggunaan modul Wi-Fi berbasis ESP8266 dan aplikasi Blynk untuk kontrol serta monitoring real-time tanpa biaya GSM, dan pemasangan sensor ultrasonik (HC-SR04) diatur serta dikalibrasi untuk deteksi level penampungan dengan threshold empiris. Survei juga merancang skenario uji lapangan (variasi volume dan pola penyebaran sampah) yang kemudian digunakan untuk mengukur efektivitas pengangkutan; hasil awal menunjukkan performa terbaik ketika sampah terfokus pada satu area dan menurun untuk kondisi penyebaran merata, informasi yang menjadi umpan balik penting untuk penyesuaian ukuran penampang, penempatan sensor, serta logika kontrol prototipe.

2.3. Pengukuran dan Pengumpulan Data

Pengukuran dan pengumpulan data dilakukan untuk mengevaluasi kinerja prototipe pengangkut sampah secara kuantitatif dan untuk memastikan replikasi eksperimen. Variabel utama yang diukur meliputi pembacaan jarak dari sensor ultrasonik (HC-SR04) sebagai indikator level penampungan, massa atau volume sampah yang berhasil diangkat oleh konveyor pada setiap uji, durasi operasi konveyor, serta parameter operasi yang direkam berupa status perintah (ON/OFF) dan posisi pergerakan konveyor (kiri/kanan/diam) yang dikirim melalui antarmuka aplikasi Blynk dan dicatat oleh mikrokontroler ESP8266[3]. Sebelum pelaksanaan uji, dilakukan kalibrasi sensor ultrasonik dengan pengukuran pada beberapa titik referensi (misalnya 2 cm, 5 cm, 8 cm, dan 12 cm) untuk menentukan offset dan varians pembacaan; koreksi offset diterapkan pada perangkat lunak pengolahan data sehingga pembacaan lapangan terstandardisasi. Untuk operationalisasi indikator penuh, digunakan ambang empiris jarak < 12 cm berdasarkan pengujian pendahuluan.

Protokol eksperimen dirancang untuk merefleksikan kondisi lapangan yang ditemukan pada survei: variasi jumlah sampah (setengah kapasitas, kapasitas penuh, dan dua kali kapasitas — pada studi acuan menggunakan contoh numerik 210, 420, dan 840 unit/volume) dan pola penyebaran sampah (menyebar, memusat kiri, memusat kanan). Setiap kombinasi skenario diuji berulang minimal 3–5 kali untuk mengurangi pengaruh variabilitas acak; durasi tiap uji ditetapkan 180 detik. Selama operasi, pembacaan ultrasonik dipolling pada frekuensi 2–5 pembacaan per detik (frekuensi disesuaikan untuk mengoptimalkan trade-off antara real-time monitoring dan noise pembacaan) dan disimpan bersama timestamp, perintah Blynk, dan status aktuator pada log elektronik. Untuk verifikasi dan dokumentasi, seluruh uji direkam menggunakan kamera sehingga analisis visual dapat dilakukan bila diperlukan.

Pengukuran massa/volume sampah terangkat dilakukan dengan menimbang penampung sebelum dan sesudah setiap uji; apabila penimbangan tidak memungkinkan, digunakan metode pengukuran volume terkompresi dan dikonversi ke estimasi massa dengan densitas asumsi yang dijelaskan. Analisis kuantitatif utama menggunakan persentase sampah terangkat yang dihitung sebagai berikut :

$$\% \text{ sampah terangkat} = \frac{\text{volume yang terangkat}}{\text{volume awal yang lewat}} \times 100\%$$

Untuk setiap kondisi dilaporkan nilai rata-rata dan simpangan baku dari pengulangan uji; outlier yang disebabkan oleh kegagalan mekanik atau gangguan eksternal dicatat sebagai insiden dan dikeluarkan dari analisis utama dengan penjelasan terdokumentasi. Selain metrik kuantitatif, log waktu dan rekaman video dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pengangkutan (mis. posisi relatif sampah terhadap konveyor, selip belt, atau kesalahan pembacaan sensor) serta untuk menguji reliabilitas ambang sensor yang digunakan.

Semua data elektronik disimpan dalam format CSV dengan struktur kolom standar (timestamp, perintah Blynk, status aktuator, pembacaan ultrasonik, event) dan diberi kode uji yang mengaitkan setiap file dengan rekaman video dan catatan lapangan. Prosedur manajemen

data mencakup backup ganda (salinan lokal dan penyimpanan cloud) serta pencatatan kondisi lingkungan (cuaca, kondisi aliran) yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Dokumentasi kalibrasi, prosedur pengujian, dan template lembar pengumpulan data disertakan dalam lampiran agar eksperimen dapat ditiru dan diverifikasi oleh peneliti lain.

2.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja prototipe dengan perhitungan metrik utama yaitu persentase sampah terangkat kemudian disajikan dalam bentuk ringkasan deskriptif (rata-rata, median, simpangan baku, rentang) untuk setiap kondisi eksperimen (variasi volume dan pola penyebaran) sesuai protokol uji yang diadopsi dari studi pendahulu. Untuk pengujian inferensial, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas varian, apabila asumsi normalitas dan homogenitas terpenuhi dilanjutkan dengan ANOVA satu arah diikuti uji post-hoc Tukey untuk membandingkan rata-rata antar kondisi, sedangkan jika asumsi tidak terpenuhi digunakan uji non-parametrik (Kruskal–Wallis dan uji Dunn) untuk menentukan signifikansi perbedaan ($\alpha = 0,05$).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan di sungai yang mempunyai arus untuk dapat membawa sampah. Jumlah sampah dikategorikan menjadi setengah dari kapasitas volume penampungan yaitu 210 cm^3 , sesuai kapasitas penampungan yaitu 420 cm^3 , dan dua kali kapasitas penampungan yaitu 840 cm^3 . Didapatkan hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

No.	Volume Kapasitas Penampung (cm^3)	Volume sampah yang disebar (cm^3)	Jarak rata-rata deteksi ultrasonik (cm)	Area sampah yang disebar	Waktu Pengujian (detik)	Volume rata-rata sampah yang terangkat (%)
1.	420	210	12	menyebar	180	85,6
2.	420	210	12	Kanan	180	92,8
3.	420	210	12	kiri	180	93,6
4.	420	420	12	menyebar	180	39,2
5.	420	420	8,4	Kanan	180	79,2
6.	420	420	9,4	kiri	180	71,2
7.	420	840	8,2	menyebar	180	29
8.	420	840	4,3	Kanan	180	46,8
9.	420	840	5,1	kiri	180	41,6

Berdasarkan hasil pengujian diperlihatkan bahwa sampah dapat lebih banyak terambil pada saat kondisi sampah memusat pada satu area. Saat sampah yang melewati sungai berjumlah setengah volume, sampah yang banyak terangkat adalah sampah yang memusat di area kiri dengan persentase 93,6%. Pada pengujian sampah yang berjumlah sesuai kapasitas dan dua kali kapasitas juga sama, yaitu sebesar 79,2% dan 46,8%. Hal ini dikarenakan cakupan konveyor

untuk mengambil sampah menjadi lebih sedikit, sehingga sampah yang datang dapat lebih banyak terambil.

Pembacaan ultrasonik jika kurang dari 12 cm maka hal itu menandakan sebagian area penampungan sampah telah penuh. Hal ini dibuktikan melalui Tabel pengujian secara keseluruhan. Dimana semakin kecil jarak yang dideteksi oleh ultrasonik menandakan area kiri penampungan mulai penuh. Sedangkan semakin nilai deteksinya mendekati 12 cm maka area kanan penampang yang mulai penuh. Jika deteksi ultrasonik memperlihatkan angka 12 cm, maka hal ini menandakan semua area penampungan sampah belum penuh. Error rata-rata dari pembacaan ultrasonik adalah sebesar 0,62%

4. Kesimpulan

Sistem pengangkut sampah di sungai yang terdapat jembatan dibuat dalam model prototype. Prototype menggunakan mikrokontroler ESP8266 dengan Aplikasi Blynk sebagai interface dengan pengguna. Sampah diangkut menggunakan konveyor, sehingga sampah masuk ke penampungan sampah. Penampungan sampah sudah tersedia ultrasonic [5] untuk mengetahui penuh atau tidaknya penampungan. Saat penampungan penuh, user dapat mengetahuinya dari informasi aplikasi Blynk.

Cara kerja prototype pengangkut sampah di sungai ini adalah dengan menggunakan aplikasi Blynk sebagai perintah penggunaan alat. Data yang dikirim oleh pengguna dari Blynk diterima oleh mikrokontroler ESP8266 dan diteruskan untuk menggerakkan servo [4]. Servo berfungsi menggerakkan konveyor sehingga sampah yang ada di depan konveyor dapat terangkat. Selain itu servo lainnya dapat berfungsi sebagai penggerak konveyor ke arah kiri maupun kanan pada lintasan yang telah disediakan. Sampah yang terangkat masuk ke penampungan sampah yang telah dipasang sensor ultrasonik untuk mengetahui apakah penampungan sudah penuh atau tidak. Jika pembacaan kurang dari 12 cm pada display, maka penampungan sudah dianggap penuh di suatu area. Error rata-rata dari pembacaan ultrasonik adalah sebesar 0,62 %. Sedangkan hasil pengujian untuk pengangkatan sampah dengan jumlah terbanyak adalah saat sampah memusat di sisi kanan sungai dengan persentase 93,6% . Persentase terendah di dapat saat keadaan sampah menyebar dengan persentase 29% sampah yang terangkat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Garut serta semua pihak yang telah berkontribusi dan bekerja sama dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] T. A. Wiharso, H. Susilawati, M. A. Yahya, The prototype of automatic garbage carrier from a small scale drain using Arduino Uno , Institute of Physics Publishing, vol. 1402, 2019.
- [2] S. S. Hari, R. Rahul, H. Umesh Prabhu, V. Balasubramanian, Android application controlled water trash bot using internet of things, ICEES, February 2021.
- [3] A. Satriadi, Wahyudi, Y. Christiyono, PERANCANGAN HOME AUTOMATION BERBASIS NodeMCU, Transient, vol.8, no.1, 2019.
- [4] Sujarwata, PENGENDALI MOTOR SERVO BERBASIS MIKROKONTROLER BASIC STAMP 2SX UNTUK MENGEMBANGKAN SISTEM ROBOTIKA, vol.5, no.1, Mei 2013.

- [5] F. Puspasari, I. Fahrurrozi, Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian, JURNAL FISIKA DAN APLIKASINYA, vol.15, no.2, 2019.