

Sistem Cerdas Pemilah Sampah Logam Non-Logam dan Penghitung Volume Sampah

Maya Rahayu^{1#}, Amy Nadia Hidayah², Ridwan Solihin³, Suci Ramadona⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Kabupaten Bandung Barat 40559, Indonesia

⁴Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Caltex Riau

Jalan Umban Sari No.1, Pekanbaru, Riau 28265, Indonesia

[#]mayarahayu@polban.ac.id

Abstrak

Saat ini kesadaran manusia untuk membuang sampah sesuai jenis sampah pada tempatnya masih sangat rendah, sehingga semua jenis sampah bercampur. Tercampurnya berbagai jenis sampah dapat merusak atau mengurangi nilai material yang dapat dimanfaatkan lagi, khususnya sampah berunsur logam yang memiliki nilai jual tinggi. Dengan pemilahan sampah yang sesuai dengan jenis sampahnya maka dapat dilakukan proses daur ulang. Oleh karena itu, pada makalah ini dibuat inovasi tempat sampah yang dapat memisahkan sampah jenis logam atau non-logam secara otomatis. Cara kerja dari sistem ini yaitu sampah ditempatkan di penampungan awal, kemudian dideteksi oleh sensor *proximity* untuk menentukan apakah sampah tersebut jenis logam atau non-logam. Ketika sampah terdeteksi logam, maka tempat penampungan sampah dapat menjatuhkan sampah ke tempat sampah logam dengan bantuan servo. Begitu juga dengan sampah non-logam. Volume sampah dapat dideteksi oleh sensor ultrasonik. Apabila volume tempat sampah sudah maksimal, maka alarm bisa berbunyi. Selanjutnya data volume tempat sampah ditransmisikan oleh modul WiFi ke aplikasi pada *smartphone*, sehingga petugas sampah dapat mengetahui apabila volume sampah mencapai maksimum. Setelah dilakukan pengujian, sistem dapat dikategorikan sangat baik dengan akurasi pembacaan sensor yang di atas 95% bahkan akurasi jarak dalam mendeteksi volume yang mencapai lebih dari 98%. Adapun *delay* rata-rata pergerakan servo lebih cepat dari 5 detik dan presentase *error* pada pengiriman data ke aplikasi yang mencapai 0%.

Kata kunci: sampah, logam, non-logam, sensor *proximity*, sensor ultrasonik

Abstract

Currently, human awareness to dispose of waste is not in accordance with the type of waste in its place, so all types of waste are mixed. The mixing of various types of waste can damage or reduce the value of materials that can be reused, especially metal-based waste which has a high selling value. By sorting the waste according to the type of waste, the recycling process can be carried out. Therefore, in this paper an innovation is made for a trash can that can separate metal and non-metallic types of waste automatically. The way this system works is that it is placed in an initial shelter, then detected by a proximity sensor to determine whether the waste is metal or non-metallic. When garbage is detected, the garbage bin can drop the garbage into the metal bin with the help of a servo. Likewise with non-metallic waste. The volume of waste can be detected by ultrasonic sensors. If the volume of the trash can is at its maximum, the alarm can sound. Furthermore, the data on the volume of the trash can is transmitted by the wifi module to the application on the smartphone, so that the garbage officer can find out if the volume of waste reaches the maximum. After testing, the e-Separator system can be categorized as very good with an accuracy of sensor readings that are above 95% accuracy of distance accuracy in detecting volume which reaches more than 98%. The average delay of servo movement is faster than 5 seconds and the error percentage in sending data to applications reaches 0%.

Keywords: garbage, metal, non-metal, proximity sensor, ultrasonic sensor.

I. PENDAHULUAN

Upaya kesehatan lingkungan ditujukan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat agar

memungkinkan setiap orang mencapai derajat kesehatan yang setinggi-tingginya [1]. Salah satu hal yang berkaitan dengan kesehatan lingkungan yaitu sampah. Sampah menjadi permasalahan yang penting dalam lingkungan kehidupan sehari-hari.

Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah manusia, maka sampah yang dihasilkan oleh manusia setiap harinya semakin meningkat. Membuang sampah pada tempatnya merupakan hal yang mudah dilakukan setiap manusia, tetapi faktanya masih banyak ditemukan sampah yang berserakan di berbagai tempat [2]. Ketika kesadaran dalam membuang sampah pada tempat sampah masih minim, begitu juga kesadaran untuk memisahkan sampah sesuai dengan jenis sampahnya sehingga sulit dalam mengelola jenis sampah. Pengelolaan jenis sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya. Pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat masih menggunakan jasa petugas kebersihan dalam memilah jenis-jenis sampah. Tercampurnya berbagai jenis sampah dapat merusak atau mengurangi nilai material yang dapat dimanfaatkan lagi, khususnya sampah berunsur logam yang sebetulnya memiliki nilai jual tinggi, akan tetapi karena sering bercampur dengan sampah non logam, nilainya dapat anjlok contohnya karena terjadi korosi yang bisa menyebabkan nilai logam jadi turun lebih dari 50%. Pengelolaan sampah untuk memisahkan jenis logam dan non-logam termasuk permasalahan yang sulit ditangani, apabila sampah logam dan non-logam tercampur maka akan sulit untuk mengolahnya dan lebih parah lagi apabila sampah yang berunsur logam dibakar maka akan terjadinya pencemaran udara dan air.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah diciptakan untuk mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan tempat sampah, baik berupa pemilahan jenis sampah atau mengetahui volume maksimum tempat sampah. Contohnya sistem pemilah sampah logam menggunakan metode elevasi elektromagnetik DC yang menyebabkan jenis sampah jenis logam akan terpisah dari sampah lainnya. Namun hal ini dirasa kurang efisien dikarenakan sampah yang berada dipojokan tidak terjangkau oleh elektromagnetik DC [3], [4]. Selanjutnya terdapat sistem pemilahan sampah menggunakan sensor *proximity* kapasitif dan induktif sebagai pemilah sampah logam non-logam [5]- [10]. Sensor *loadcell* dapat digunakan sebagai sensor berat untuk mendeteksi kapasitas tempat sampah. Namun hal tersebut dinilai kurang efisien dikarenakan setiap sampah memiliki volume atau ukuran dan berat yang berbeda-beda [7], [11], [12]. Sensor ultrasonik sebagai penghitung jarak juga dapat digunakan untuk membuka tutup tempat sampah otomatis atau menghitung ketinggian isi sampah [13], [14]. Kemudian terdapat tempat sampah yang menggunakan GPS untuk mengetahui lokasi dari tempat sampah tersebut [11]-[13]. Dari

sisi catu daya, sistem *hybrid* PV-grid sebagai penyuplai listrik *portable* untuk tempat sampah dengan pembuka tutup otomatis juga telah dikembangkan [15]. Dan solar panel 100 WP sebagai sumber listrik terbarukan untuk *prototipe* pemilah sampah [16]. Semua contoh sistem yang telah dijelaskan di atas memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Untuk itu diperlukan pembaharuan agar terciptanya perkembangan dari alat-alat yang sudah ditemukan.

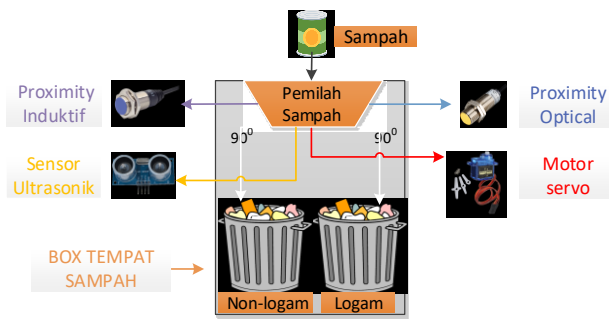
Dilihat dari beberapa karya terdahulu yang telah dijelaskan, pembaruan perancangan sistem dilakukan dengan menggabungkan semua penemuan yang telah dipaparkan yaitu berupa tempat sampah yang dapat memilah sampah jenis logam dan non-logam secara otomatis. Selain itu masalah yang sering terjadi yaitu proses pengambilan sampah yang mengalami keterlambatan sehingga mengalami penumpukan sampah yang berlebihan dapat menyebabkan sampah tersebut berserakan di sekitar tempat sampah. Jadi perlu dikembangkan sistem untuk mendeteksi volume isi tempat sampah yang datanya ditransmisikan ke aplikasi di *smartphone* dan terdapat sebuah alarm ketika tempat sampah tersebut sudah maksimum. Sehingga petugas kebersihan dapat mengetahuinya secara langsung ketika mendengar alarm atau memantau kondisi tempat sampah menggunakan aplikasi di *smartphone* secara *realtime*. Inovasi yang diusulkan penulis yaitu sistem cerdas yang dapat memilah sampah jenis logam dan non-logam secara otomatis dan mendeteksi volume tempat sampah.

II. METODE PENELITIAN

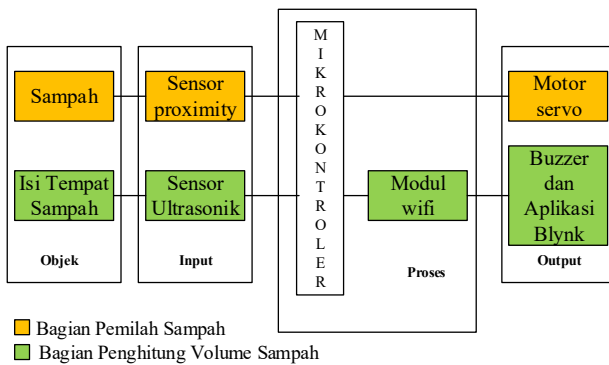
A. Perancangan Sistem

Ilustrasi sistem yang diusulkan pada makalah ini ditampilkan pada Gambar 1. Terdapat blok diagram sistem secara keseluruhan sebagai penunjang dari perancangan sistem ini yang terdapat pada Gambar 2. Blok diagram tersebut terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian pemilah sampah untuk blok yang berwarna kuning dan bagian penghitung volume sampah untuk blok yang berwarna hijau.

Sistem yang dikerjakan diawali dengan pengambilan data objek berupa sampah yang dideteksi oleh sensor *proximity* fotodioda sebagai pendeteksi adanya suatu objek, dilanjutkan dengan sensor *proximity* induktif untuk menentukan objek yang dideteksi berjenis sampah logam atau non-logam. Kemudian data tersebut akan diproses oleh Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang akan menghasilkan *output* berupa pergerakan motor servo untuk menempatkan ke tempat sampah logam atau non-logam.



Gambar 1. Ilustrasi sistem

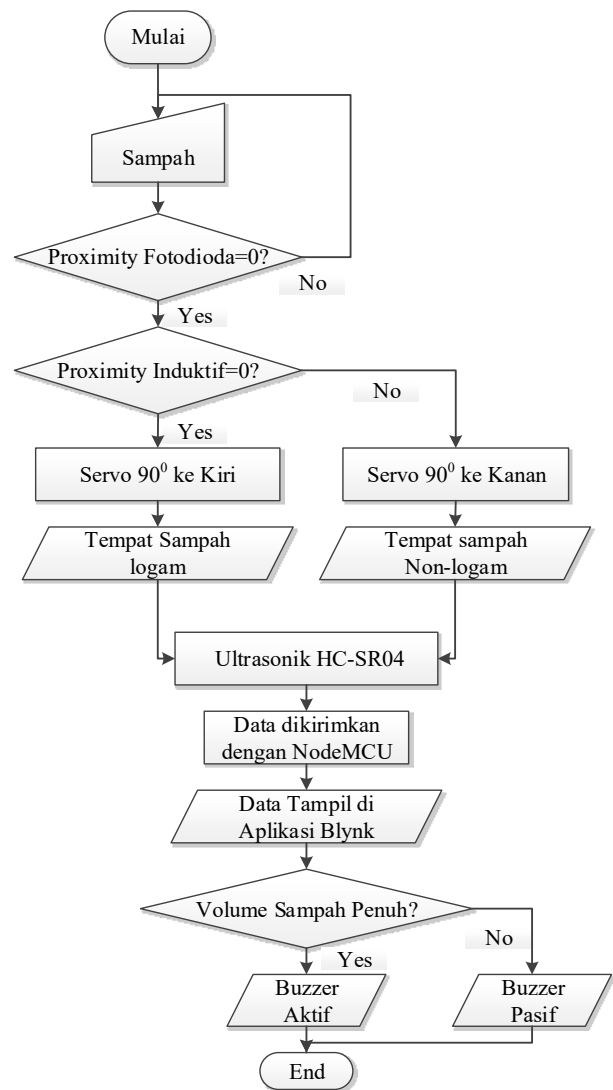


Gambar 2. Diagram blok sistem keseluruhan

Untuk blok bagian penghitung volume sampah menjelaskan bahwa sistem yang dikerjakan yaitu dengan pengambilan data objek berupa isi tempat sampah yang akan dideteksi oleh sensor ultrasonik dengan mengandalkan jarak dan datanya akan diproses oleh NodeMCU sebagai mikrokontroler yang sudah dilengkapi WiFi sebagai media transmisi data ke aplikasi Blynk di *smartphone* berupa kondisi ketinggian tempat sampah. Selain itu ketika volume tempat sampah sudah maksimum maka *buzzer* akan mengeluarkan bunyi.

B. Diagram Alir Sistem

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa *input* berupa sampah akan dideteksi menggunakan sensor *proximity* fotodioda apakah hasilnya berlogika 0 atau 1. Jika berlogika 0 maka terdapat objek sampah yang terdeteksi. Kemudian sampah tersebut dideteksi oleh sensor *proximity* induktif apakah hasilnya berlogika 0 atau 1, jika berlogika 0 maka sampah tersebut mengandung unsur logam dan motor servo akan berputar 90° ke kiri untuk menempatkan sampah ke tempat sampah logam. Namun jika berlogika 1 maka sampah tersebut tidak memiliki unsur logam sehingga motor servo akan berputar 90° ke kanan dan menempatkan sampah ke tempat sampah non-logam atau tidak.



Gambar 3. Flowchart sistem

Tempat sampah logam dan non-logam dijadikan *input* untuk menghitung volume tempat sampah. Tempat sampah tersebut dideteksi oleh sensor Ultrasonik dengan mengandalkan jarak yang datanya akan diproses dan ditransmisikan oleh NodeMCU ke aplikasi Blynk pada *smartphone* sebagai *output*. Ketika volume tempat sampah tersebut sudah mencapai maksimum maka *output buzzer* akan aktif dan jika volume tempat sampah tersebut belum maksimum maka *output buzzer* akan pasif.

C. Metode Analisis

Data hasil pengujian direpresentasikan dalam sebuah sistem dan dianalisis dengan menggunakan metode kuantitatif. Pada penelitian ini, metode kuantitatif yang digunakan lebih menuju kepada aspek pengukuran secara objektif dengan menggunakan cara-cara matematis. Data kuantitatif yang diperoleh akan dihitung secara matematis yang akan menghasilkan nilai berupa presentase *error*, presentase akurasi, dan *delay*. Analisis data

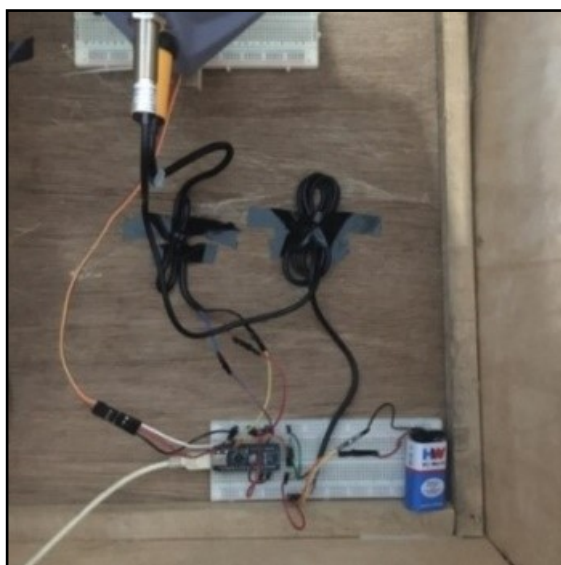
dari hasil pengujian pembacaan sensor *proximity* yang dilakukan minimal 10 kali pengambilan data akan diperoleh nilai keakuratannya dengan menghitung nilai eror yang didapatkan, begitu juga dengan akurasi jarak dari pengambilan data Sensor Ultrasonik berupa akurasi jarak. Untuk perhitungan rata-rata *delay* diperoleh dari jangka waktu pemutaran servo di bagian pemilahan sampah. Adapun analisis keakuratan data pada aplikasi adalah aplikasi dapat menerima dan menampilkan data yang sesuai secara *realtime*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi

Perakitan dan pengkabelan sistem menggunakan beberapa komponen seperti sensor *proximity* fotodioda, sensor proximity induktif, motor servo, Arduino Nano, NodeMCU, sensor ultrasonik, *buzzer*, LED, dan *power supply*.

Gambar 4 merupakan realisasi perakitan dan pengkabelan komponen bagian pemilah sampah yang meliputi sensor *proximity* fotodioda E18-D80NK dan *proximity* induktif LJ12A3-4Z yang ditempatkan pada penampung sampah, Motor Servo MG90s yang ditempatkan pada pemutaran penampung sampah, sumber tambahan untuk sensor Proximity Induktif dengan tegangan 9-12V, Arduino Nano V3 sebagai pengolah data dan *protoboard* yang difungsikan sebagai media menyalurkan daya ke modul atau komponen yang lain. Modul dan sensor yang digunakan dapat dihubungkan menggunakan kabel *female to male* dan diposisikan sesuai dengan tempatnya. Untuk data pin-pin pengkabelan yang digunakan pada bagian pemilah sampah terdapat pada Tabel 1.



Gambar 4. Perakitan komponen bagian pemilah sampah



Gambar 5. Perakitan komponen bagian penghitung volume sampah

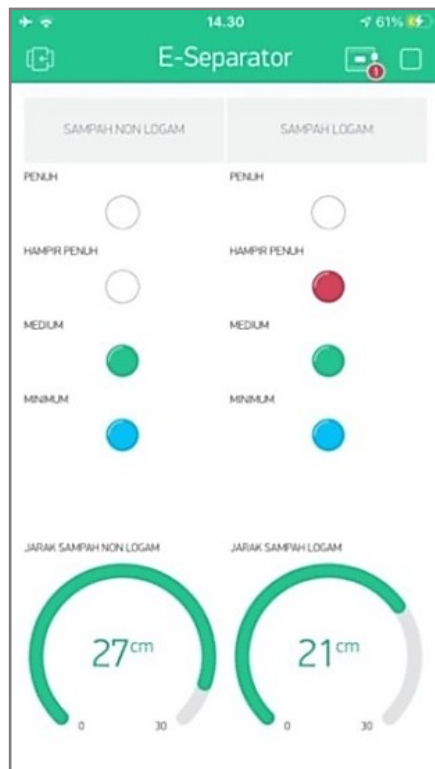
Tabel 1. Data pin pengkabelan bagian pemilah sampah

Arduino Nano	Proximity Fotodioda	Proximity Induktif	Motor Servo	Power Baterai
5v	Vcc		Vcc	
Gnd	Gnd		Gnd	
D9			Pulse	
D8	Out			
D7		Out		
		Vcc		9-12v
		Gnd		Gnd

Tabel 2. Data pin pengkabelan bagian penghitung volume sampah

NodeMCU	HC-SR04 1	HC-SR04 2	Buzzer	LED1	LED2
VU	Vcc	Vcc			
Gnd	Gnd	Gnd	-	-	-
D1	Trig				
D2	Echo				
D4			+		
D5				+	
D6					+
D7		Trig			
D8		Echo			

Pada Gambar 5 merupakan realisasi perakitan dan pengkabelan komponen bagian penghitung volume sampah yang meliputi sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditempatkan di atas tempat sampah, *buzzer*, LED, dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data sekaligus media transmisi data ke aplikasi Blynk di *smartphone*. Terdapat *protoboard* yang difungsikan sebagai media menyalurkan daya ke modul atau komponen yang lain serta sensor dan modul dihubungkan menggunakan kabel *male – female* yang ditempatkan sesuai dengan tempatnya. Untuk data pin-pin pengkabelan yang digunakan pada bagian penghitung volume sampah terdapat pada Tabel 2.



Gambar 6. Realisasi tampilan aplikasi

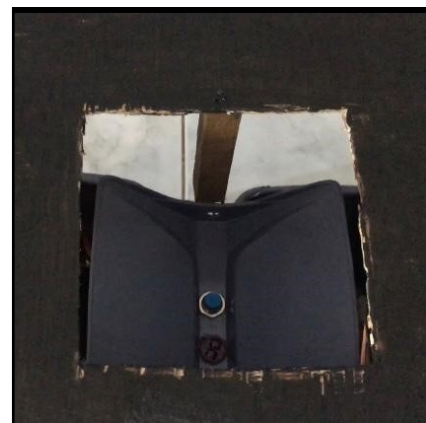
Tabel 3. Spesifikasi indikator pada tampilan aplikasi

Jarak (sensor-objek)	Warna indikator	Keterangan
$0 \leq 38 \text{ cm}$	Biru	Minimum
$0 \leq 28 \text{ cm}$	Hijau	Medium
$0 \leq 23 \text{ cm}$	Merah	Hampir Penuh
$0 \leq 20 \text{ cm}$	Hitam	Penuh

1) *Layout Aplikasi*: Aplikasi yang digunakan untuk membantu perancangan sistem yaitu aplikasi Blynk dengan nama *project* yang dibuat pada aplikasi adalah *e-Separator*. Untuk realisasi tampilan pada aplikasi Blynk terdapat pada Gambar 6. Pada tampilan aplikasi terdapat dua bagian informasi data yaitu data bagian sampah jenis logam atau sampah jenis non-logam. Di setiap bagian sampah jenis logam atau non-logam terdapat 4 indikator informasi untuk mengetahui kondisi kapasitas tempat sampah yaitu kondisi minimum, medium, hampir penuh, dan penuh. Kondisi minimum untuk LED berwarna biru, kondisi medium untuk LED berwarna hijau, kondisi hampir penuh untuk LED berwarna merah, dan kondisi penuh untuk LED berwarna hitam. Selain itu terdapat nominal jarak (cm) yang dihasilkan dari pembacaan sensor ke objek dan jarak tersebut akan dibandingkan dengan jarak sesungguhnya pada sub bab pengujian. Untuk ketentuan indikator pada tampilan aplikasi Blynk terdapat pada Tabel 3.



Gambar 7. Realisasi kerangka sistem



Gambar 8. Objek pembuangan sampah

Tabel 4. Spesifikasi kerangka sistem

Keterangan	Spesifikasi
Kerangka	Kayu jati
Casing	Triplek
Penampung sampah	Plastik
Panjang	42 cm
Lebar	32 cm
Tinggi	42 cm

2) *Mekanik*: Perancangan mekanik diawali dengan membuat kerangka sistem yang memiliki 6 sisi yaitu 5 sisi untuk bagian yang tertutup dan 1 sisi untuk bagian yang terbuka sehingga memudahkan akses untuk pengambilan sampah apabila tempat sampah sudah penuh seperti pada Gambar 7. Untuk mengetahui lebih detail dari spesifikasi kerangka tempat sampah terdapat pada Tabel 4.

Pada Gambar 8 merupakan objek tempat pembuangan sampah yang akan ditampung oleh penampung sampah. Pada penampung sampah tersebut terdapat sensor *proximity* fotodioda dan *proximity* induktif. Untuk penentuan akhir jenis sampah digunakan motor servo yang dikaitkan dengan penampung sampah sehingga servo tersebut dapat menggerakkan penampung sampah.

Tabel 5. Data pengujian deteksi sampah

Uji coba ke-	Nama sampah	Data sensor <i>proximity</i>		Hasil deteksi			Kesesuaian Output
		Fotodioda	Induktif	Logam	Non-logam	Tidak terdeteksi	
0	-	1	1			√	√
1	Make up	0	1		√		√
2	Kertas	0	1		√		√
3	Steples	0	0	√			√
4	Tutup gelas	0	0	√			√
5	Botol	0	1		√		√
6	Meteran	0	0	√			√
7	Obeng	0	0	√			√
8	Plastik	0	1		√		√
9	Kertas	0	1		√		√
10	Kaleng	0	0	√			√

B. Pengujian Deteksi Sampah

Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi sampah jenis logam maupun non-logam dengan menggunakan sensor *proximity* fotodioda dan induktif. Sensor ini akan berlogika 1 ketika tidak mendeteksi objek dan akan berlogika 0 jika mendeteksi objek. Sensor *proximity* fotodioda dapat mendeteksi benda jenis logam maupun non-logam, namun sensor *proximity* Induktif hanya mendeteksi benda jenis logam.

Pada Tabel 5 terdapat 10 data nama sampah atau nama barang dan dijadikan sebagai objek deteksi. Barang-barang tersebut dipilih secara acak yang memiliki unsur bahan berbeda-beda contohnya besi, alumunium, karet, plastik, kertas dan memiliki ukuran yang berbeda-beda. Dari 10 data percobaan atau pengujian deteksi sampah tersebut, hasil antara pembacaan sensornya dan hasil deteksinya sesuai dengan jenis sampah sesungguhnya. Perhitungan presentase *error* pada percobaan ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%Error = \frac{\text{Jumlah Kesalahan Percobaan}}{n} \times 100\% \quad (1)$$

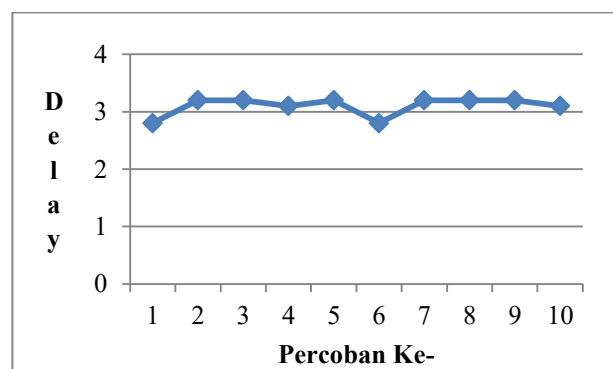
dengan:

n = jumlah percobaan

Dari hasil percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali dan seluruh hasil deteksi sesuai dengan jenis sampah maka presentase *error* yang diperoleh pada percobaan ini yaitu 0%. Hal tersebut menunjukkan bahwa keakuratan sebuah sistem ini yaitu 100%.

C. Pengujian Delay Servo

Pergerakan servo merupakan *output* dari pembacaan data sensor *proximity* fotodioda dan *proximity* induktif. *Delay* dihitung dari sampah dimasukan dan dideteksi oleh sensor *proximity*



Gambar 10. Grafik delay pergerakan servo

sampai motor servo tersebut bergerak atau berputar ke kanan atau kekiri sebesar 45° . Hal ini sebagai penentu akhir untuk menempatkan sampah ke tempat sampah logam atau non-logam.

Pada Gambar 9 terdapat 10 data *delay* dari pergerakan servo yang setiap pengujiannya memiliki nilai *delay* yang berbeda-beda. Pada pengujian tersebut diperoleh data *delay* terkecil dalam pemutaran servo yaitu 2,8 detik, *delay* yang terbesar yaitu 3,2 detik, dan rata-rata *delay* 3,11 detik. *Delay* tersebut masih termasuk ke dalam ketentuan dikarenakan tidak lebih dari 5 detik. Untuk menentukan rata-rata *delay* dari percobaan tersebut yaitu dengan rumus :

D. Pengujian Akurasi Jarak Deteksi Isi Sampah

Pengujian menggunakan sensor ultrasonik digunakan untuk mengetahui volume isi tempat sampah apabila sudah terisi minimum-maksimum dengan mengandalkan sebuah jarak. Volume tempat sampah atau bisa disebut kapasitas memiliki 3 unsur yaitu panjang, lebar, dan tinggi. Namun panjang dan lebar tempat sampah dianggap konstan, jadi parameter jarak yang diperhatikan hanya ketinggian dari sampah. Tempat sampah yang digunakan

Tabel 6. Data pengujian akurasi jarak (tempat sampah non-logam)

Uji coba ke-	Jarak Nyata (cm)	Jarak pembacaan sensor (cm)	Selisih jarak
1	38	38	0
2	34	33	1
3	31	31	0
4	26	27	1
5	22	23	1
6	19	18	1
Persentase <i>error</i>			0,392%

Tabel 7. Data pengujian akurasi jarak (tempat sampah logam)

Uji coba ke-	Jarak Nyata (cm)	Jarak pembacaan sensor(cm)	Selisih jarak
1	38	37	1
2	33	34	1
3	31	29	2
4	28	28	0
5	23	22	1
6	19	20	1
Persentase <i>error</i>			0,581%

memiliki tinggi 20 cm dan jarak dari sensor ultrasonik sampai tempat sampah yaitu 18 cm. Ketika volume tempat sampah maximum maka *buzzer* akan berbunyi dan LED akan menyala sebagai pembeda tempat sampah logam atau non-logam. Dilakukan pengujian akurasi jarak deteksi isi menggunakan sensor ultrasonik sebanyak 6 percobaan atau perbedaan jarak sampah yang akan dideteksi dengan perbedaan jarak sampah 2-5 cm seperti pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Pada Tabel 6 terdapat data hasil pengujian mengenai akurasi jarak deteksi isi sampah di tempat sampah non-logam dengan membandingkan 2 data yaitu data jarak nyata dan data pembacaan sensor. Dari dua data tersebut diperoleh selisih jarak pada beberapa pengujian yaitu pada pengujian ke- 2, 4, 5, dan 6 yang memiliki nilai selisih jarak sebesar 1 cm. Untuk percobaan ke 1 dan 3 nilai jarak pembacaan sensor sesuai dengan nilai jarak nyata sehingga tidak memiliki selisih jarak. Untuk menghitung nilai presentase *error* dari percobaan ini digunakan rumus sebagai berikut:

$$\%Error = \frac{\text{Jumlah selisih Jarak}}{\text{Jumlah Jarak Nyata}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

n = Jumlah Percobaan

Hasil pengujian akurasi jarak deteksi dari sensor ke objek di tempat sampah non-logam memiliki

persentase *error* yaitu 0,392%. Hal tersebut menunjukan bahwa keakuratan kinerja sistem masih diatas 95% yaitu 99,608%.

Pada Tabel 7 terdapat data hasil pengujian mengenai akurasi jarak deteksi isi sampah di tempat sampah logam dengan membandingkan 2 data yaitu data jarak nyata dan data pembacaan sensor. Dari dua data tersebut diperoleh selisih jarak pada beberapa pengujian yaitu pengujian ke- 1, 2, 3, 5, dan 6 yang memiliki nilai selisih jarak sebesar 1 cm untuk percobaan ke 1, 2, 5, dan 6 serta selisih jarak 2 cm untuk percobaan ke 3. Untuk percobaan ke-4 nilai jarak pembacaan sensor sesuai dengan nilai jarak nyata sehingga tidak memiliki selisih jarak. Hasil pengujian akurasi jarak deteksi dari sensor ke objek di tempat sampah logam pada tabel memiliki persentase *error* yaitu 0,581%. Hal tersebut menunjukan bahwa keakuratan kinerja sistem masih diatas 95% yaitu 99,419%.

E. Pengujian Tampilan Data Pada Aplikasi Blynk

Pengujian tampilan data pada aplikasi Blynk dilihat dari kondisi tempat sampah sesungguhnya, apakah data pada aplikasi Blynk sesuai dengan kondisi sesungguhnya atau tidak. Data yang akan dibandingkan yaitu antara jarak ketinggian sampah sesungguhnya dengan indikator pada aplikasi Blynk di *smartphone*.

Pada Gambar 11 terdapat data hasil pengujian mengenai tampilan data di aplikasi Blynk. Tampilan menunjukan berbagai kondisi ketinggian sampah dengan indikator yang sesuai. Semakin kecil jarak deteksi sensor ultrasonik, artinya kondisi sampah semakin penuh. Pada kondisi ini indikator LED penuh yang berwarna hitam akan menyala pada deteksi jarak 18 cm dan 20 cm. Sebaliknya jika jarak deteksi semakin besar, artinya kondisi sampah masih minimum. Pada kondisi ini LED yang menyala berwarna biru pada deteksi jarak lebih besar atau sama dengan 28 cm.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap sistem *e-Separator* dapat disimpulkan bahwa akurasi pembacaan sensor *proximity* fotodiode dan *proximity* induktif dalam memilah sampah logam non-logam yaitu 100% atau memiliki *error* 0% dalam 10 kali percobaan. Rata-rata *delay* pergerakan servo dalam pemilahan sampah untuk 30 kali percobaan tidak lebih dari 5 detik yaitu 3,046 detik. Akurasi jarak pembacaan sensor Ultrasonik untuk tempat sampah non-logam memiliki keakuratan 99,608% dengan *error* yaitu 0,392%. Akurasi jarak pembacaan sensor Ultrasonik untuk tempat sampah non-logam



Gambar 11. Data pada aplikasi

memiliki keakuratan 99,419% dengan *error* yaitu 0,591%. Pengujian tampilan pada aplikasi sesuai dengan kondisi ketinggian sampah sesungguhnya. Saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu gunakan sensor proximty induktif yang lebih banyak agar tingkat kepekaan dalam mendeteksi benda logam lebih tinggi dan usahakan untuk mencoba membuat aplikasi Android dengan desain sendiri, tidak menggunakan aplikasi yang sudah ada.

REFERENSI

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia No 36 Tahun 2019, *Kesehatan Lingkungan Pasal 163*. Jakarta, 2019.
- [2] Undang-Undang Republik Indonesia No 18 tahun 2018, *Pengelolaan Sampah Pasal 4*. Jakarta, 2018.
- [3] B. F. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Pemisah Sampah Logam Ferromagnetik & Non-logam pada Robot Manajemen Sampah," *Tugas Akhir Univ. Brawijaya*, 2017.
- [4] A Suwandi, M Sulaiman, and E Maulana, "Perancangan Mesin Eddy Current Separator Untuk Pemilah Sampah Logam Non-Ferrous," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017*, Jakarta, 2017, pp. 1-9.
- [5] P. Aritonangun, E. C. Bayu, and J. Prasetyo, "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis," in *SNITT*, Balikpapan, 2018, pp. 1-7.
- [6] R. H. Sitorus, "Pemisahan Letak Sampah Logam Dan Non Logam Pada Smart Trashbin Berbasis Mikrokontroler," *Tugas Akhir Ins. Tekn. Sepul. Nov.*, 2018.

- [7] R. D. Ibrahim, "Sistem Monitoring Berat Dan Pemilah Sampah Logam Dan Non-Logam Pada Bak Sampah Otomatis Berbasis IoT," *Tugas Akhir Univ. Mercubuana*, 2020.
- [8] A. E. Widodo and Suleman, "Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno," *IJSE*, vol. 6, pp. 12-18, Juni 2020.
- [9] A. R. Mustofa, "Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Jenis Sampah Organik, Anorganik dan Logam," *Tugas Akhir IBI STIKOM*, 2018.
- [10] E. C. Nugroho, A. R. Pamungkas, and I. P. Purbaningtyas, "Rancang bangun Alat Pemisah Sampah Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560," *GO INFOTECH*, vol. 24, no. 2, Desember 2018.
- [11] M. M. Almabrur, "Rancang Bangun Sistem Smart Trash Can Berbasis Android," *Tugas Akhir UIN Alauddin Makassar*, 2016.
- [12] D. Citra, I. Hadi, and Sarjana, "Platform Web Sebagai Penampil Data Monitoring Kotak Sampah Berbasis IoT," *JIRE*, vol. 3, November 2020.
- [13] R. H. Putra, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT," *Tugas Akhir Telkom University*, Bandung, 2017.
- [14] R. Yahya, "Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis Iot (Internet Of Things)," *TeknoSAINS FTIE UTY*, pp. 1-15, Agustus 2018.
- [15] A. I. Darmansyah, A. Sumardiono, E. Alimudin, and M. Rahayu, "Tempat Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things dengan Penyulangan hybrid PV-grid," *JITEL*, vol. 1, no. 2, pp. 189-200, 2021.
- [16] D. Almanda, H. Isyanto, and R. Samsinar, "Perancangan Prototype Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Solar Panel 100 WP Sebagai Sumber Energi Terbarukan," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Jakarta, 2018.

