

RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI UNTUK MONITORING SAMPAH PADA BAK PENAMPUNG

Ella Angrat Karina¹, Azhar², Muhammad Kamal³

^{1,2,3}Prodi Instrumentasi dan Otomasi Industri

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan km 280,3. Buket rata, Lhokseumawe

Abstrak—Sampah merupakan hasil buangan/output dari segala aktivitas manusia. Permasalahannya bukan hanya tentang timbunan sampah dan cara mengolahnya, tetapi juga tentang perilaku membuang sampah itu sendiri. Rancang bangun sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung dilatarbelakangi oleh masalah persampahan di Kota Lhokseumawe menyangkut dengan metode pengumpulan sampah masih belum terlayani dengan maksimal. Sedangkan produksi sampah di Kota Lhokseumawe semakin meningkat. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membangun suatu sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung dan juga untuk memberikan edukasi kepada masyarakat agar tidak sembarangan membuang sampah. Monitoring bak penampungan tersebut adalah dengan cara mengirim SMS kepada penanggung jawab bak penampungan, SMS baru akan terkirim apabila level sampah telah terdeteksi penuh oleh sensor ultrasonic. Dari hasil pengujian data pada sensor ultrasonic pada saat mendeteksi objek dengan jarak sebenarnya yang diukur menggunakan mistar dan jarak terukur pada serial monitor diperoleh persen kesalahan dari 0% sampai 0,25%, sensor dapat bekerja dengan baik pada rentang jarak 5-400cm sedangkan pada jarak 4 cm diperoleh kesalahan sebesar 0,25%. Hasil yang diharapkan dari rancang bangun sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung adalah agar mampu mengefesienkan dan memaksimalkan kinerja petugas kebersihan dalam hal pengangkutan sampah tanpa perlu melakukan pengecekan secara berulang-ulang, karena informasi bak sampah penuh akan langsung dikirimkan melalui Short Message Service (SMS) kepada penanggung jawab bak penampungan.

Kata kunci : Sensor Ultrasonik, Modul GSM, Modul suara ISD1820

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan hasil buangan/output dari segala aktivitas manusia. Peningkatan jumlah penduduk, jenis aktivitas, dan tingkat konsumsi dapat mempengaruhi jumlah atau volume sampah yang dihasilkan. Persampahan menjadi isu penting di lingkungan perkotaan seiring dengan pemukiman penduduk yang padat, lahan yang sempit, peningkatan aktivitas pembangunan, dan peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya. Fenomena tersebut sudah pasti akan berpengaruh terhadap jumlah sampah yang dihasilkan, sehingga penanganan mengenai sampah menjadi hal yang penting, agar tidak terjadi sesuatu yang tidak diinginkan.

Permasalahan sampah menjadi permasalahan kompleks yang dihadapi oleh bangsa Indonesia. Masalah sampah tidak hanya tentang timbunan sampah dan cara mengolahnya, tetapi juga tentang perilaku membuang sampah itu sendiri. Banyak orang yang menganggap membuang sampah menjadi sebuah hal yang sepele, terlebih lagi jika membuang tidak pada tempatnya. Membuang sampah secara sembarangan seakan menjadi sebuah tradisi. Mereka yang membuang sampah seandainya tidak merasa malu atau bahkan bersalah. Mereka tidak memiliki kesadaran bahwa perilaku tersebut dapat menimbulkan dampak yang besar di kemudian hari.

Penulis memfokuskan permasalahan sampah ini hanya pada Kota Lhokseumawe, karena masalah umum persampahan di Kota Lhokseumawe menyangkut dengan metode pengumpulan sampah masih belum terlayani dengan maksimal. Sedangkan produksi sampah di Kota Lhokseumawe mengalami peningkatan dari sebelumnya, saat ini produksi sampah mencapai 400 meter kubik per hari, sebagian besar sampah tersebut berasal dari pusat pasar dan sampah rumah tangga. Satu rumah menghasilkan dua

kilogram sampah dalam setiap harinya. Meningkatnya produksi sampah di Kota Lhokseumawe diakibatkan jumlah penduduk yang semakin padat.

Dari pengamatan penulis terhadap permasalahan tersebut, penulis ingin mengembangkan suatu sistem monitoring terhadap bak penampungan sebagai tugas proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Telemetri Untuk Monitoring Sampah Pada Bak Penampung”. Monitoring tersebut dilakukan apabila sampah di dalam bak penampungan sudah terindikasi penuh, maka akan ada pemberitahuan kepada penanggung jawab atau otoritas agar sampah segera di angkat oleh petugas kebersihan. Pemberitahuan tersebut akan disampaikan melalui modul GSM berupa Short Message Service (SMS) dan dikontrol oleh Mikrokontroler Arduino Uno.

Hasil yang diharapkan dari pembuatan alat ini adalah agar mampu mengefesienkan dan memaksimalkan kinerja petugas kebersihan dalam hal pengangkutan sampah. Selain itu penulis juga mengharapkan terwujudnya lingkungan bersih dan sehat yang terbebas dari tumpukan sampah yang berserakan. Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan penelitian dalam perancangan modul ini adalah :Untuk merancang dan membangun suatu sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung. Untuk menyampaikan/memberikan informasi berupa edukasi kepada masyarakat

II. TINJAUAN PUSTAKA

Setiawan, dkk. (2014). Dalam bentuk jurnal ilmiah dengan judul *Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Pada penelitian ini telah dibuat alat untuk membuka dan menutup tong

sampah untuk memudahkan masyarakat dalam membuang sampah. Sensor yang digunakan adalah sensor Passive Infra Red (PIR) dan sensor ultrasonic yang di kontrol oleh Mikrokontroler ATmega328 (Arduino Uno).

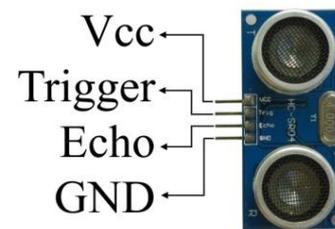
Febyan Dimas Pramanta (2016). Dalam bentuk makalah ilmiah dengan judul *Tempat Sampah Pembentuk Karakter Anak Bangsa*. Pada penelitian ini tong sampah dirancang dengan tutup tong sampah dipasangkan panel surya sebagai sumber daya yang digunakan untuk menggerakkan motor dalam membuka dan menutup tutup tong sampah secara otomatis dan ramah lingkungan. Apabila sensor ultrasonik telah mendeteksi keberadaan manusia, dan tutup tong sampah telah terbuka dengan jeda waktu 15 detik kemudian tong sampah akan menutup kembali. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik dan di kontrol oleh Mikrokontroler ATmega2560 (Arduino Mega).

Deni Ubaidillah (2015). Dalam bentuk makalah ilmiah dengan judul *Perancangan Sistem Smart Trash Can Menggunakan Arduino Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04*. Pada penelitian ini alat yang telah dibuat adalah alat buka tutup tong sampah secara otomatis dengan dipasangkan sensor untuk mendeteksi sampah buangan berupa gas yang mudah terbakar. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan manusia di sekitar tong sampah dan digunakan juga sensor asap MQ-2 untuk mendeteksi gas yang mudah terbakar di udara dan di kontrol oleh Mikrokontroler Arduino Uno.

Gading Anggawijoyono dan Januar Fajaruddin (2012). Dalam bentuk karya tulis ilmiah dengan judul *Tempat Sampah Pintar (Smart Trash Bin)*. Pada penelitian ini alat yang telah dibuat adalah alat untuk membuka dan menutup tong sampah secara otomatis, apabila tutup tong sampah telah terbuka dan kembali menutup dalam jeda waktu tertentu maka speaker yang telah di pasangkan di tong sampah akan mengeluarkan suara berupa ucapan terimakasih. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik dan penelitian ini juga dilengkapi dengan modul perekam suara ISD 1760 yang di kontrol oleh Arduino Uno.

A. Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada Gambar 1. HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *ultrasonic transmitter* dan *ultrasonic receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul.



Gambar 1 Konfigurasi Pin Dan Tampilan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor, *transmitter* akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah *receiver* menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun.

B. Modul GSM

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa *AT command* melalui RS232 sebagai komponen penghubung (*communication links*). Rangkaian Modul GSM ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Modul GSM

Modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai *transceiver*. Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan SMS. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.

C. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan

sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset.

Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Gambar Arduino Uno R3 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Arduino Uno R3 Sisi Depan dan Belakang

D. ISD 1820

Modul ISD1820 ini adalah *Sound Recording/Playback Module* yang dapat merekam dan memainkan ulang rekaman audio dengan media penyimpanan terintegrasi (*non-volatile memory*) yang terintegrasi dalam chip tunggal ISD1820 ini, dengan penggunaan yang sangat mudah dengan kemampuan penyimpanan suara dari 8 sampai 20 detik.

Terdapat builtin mic dan tombol record untuk langsung merekam suara ke dalam IC ISD1820 dan suara dapat langsung anda mainkan dengan menekan tombol play dan mendengarkannya dengan speaker yang terhubung ke papan arduino. Modul ini sudah berisi komponen-komponen yang diperlukan untuk dapat mengoperasikan IC ISD1760 dan tombol, sehingga siap untuk digunakan sebagai piranti perekam atau pemain suara dengan hanya penambahan supply tegangan saja. Bentuk fisik ISD1820 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Modul, speaker dan kabel dari ISD 1820.

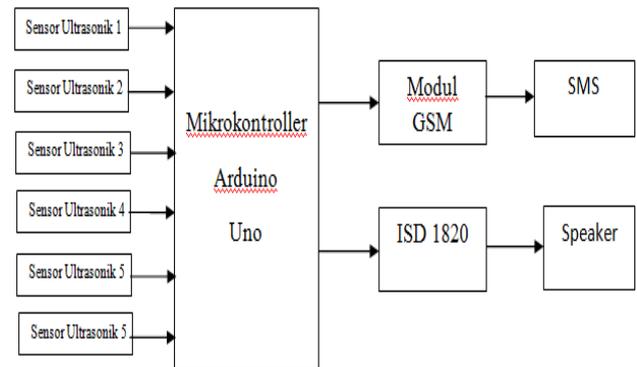
Berikut ini adalah spesifikasi ISD1820 :

- Chip utama : ISD1820
- Modul papan ukuran : 38 mm x 42,5 mm
- Tegangan kerja : DC 3 ~ 5V
- Pengeras suara : 8 Ohm, 0.5W.

III.METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram

Perancangan diagram blok dalam penelitian ini merupakan cara yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampungan. Dengan adanya diagram blok dapat mempermudah penulis dalam menganalisa cara kerja rangkaian, fungsi sensor dan fungsi akuator yang digunakan secara umum. Diagram blok juga berguna untuk mempermudah pembaca agar mengerti tentang sistem yang dirancang. Blok diagram sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung dapat dilihat pada Gambar 5.



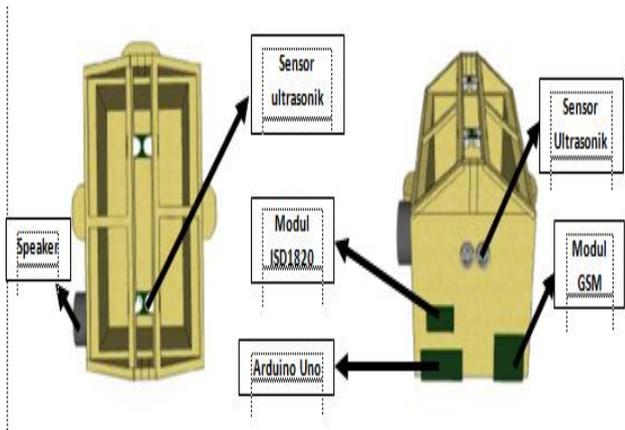
Gambar 5. Blok Diagram Sistem Telemetri Monitoring Sampah

Fungsi masing-masing dari tiap blok tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sensor Ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi keberadaan manusia dan untuk mendeteksi level sampah.
2. Mikrokontroler sebagai pengendali peralatan input dan output.
3. Modul GSM berfungsi untuk memberikan informasi kepada pihak Dinas Kebersihan berupa sebuah *Short Message Service* (SMS)
4. ISD1820 berfungsi sebagai modul pemutar suara.
5. Speaker berfungsi sebagai alarm peringatan yang dihasilkan oleh ISD1820

B. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini akan ditampilkan perancangan sistem secara keseluruhan. Penulis merancang empat bak penampungan untuk lokasi yang berbeda, yaitu untuk lokasi pasar Inpres, pasar Pusong, Blang rayeuk dan Simpang len. Dengan dimensi rancangan 34cmx19cmx17,5cm. Berikut perancangan sistem keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 6.



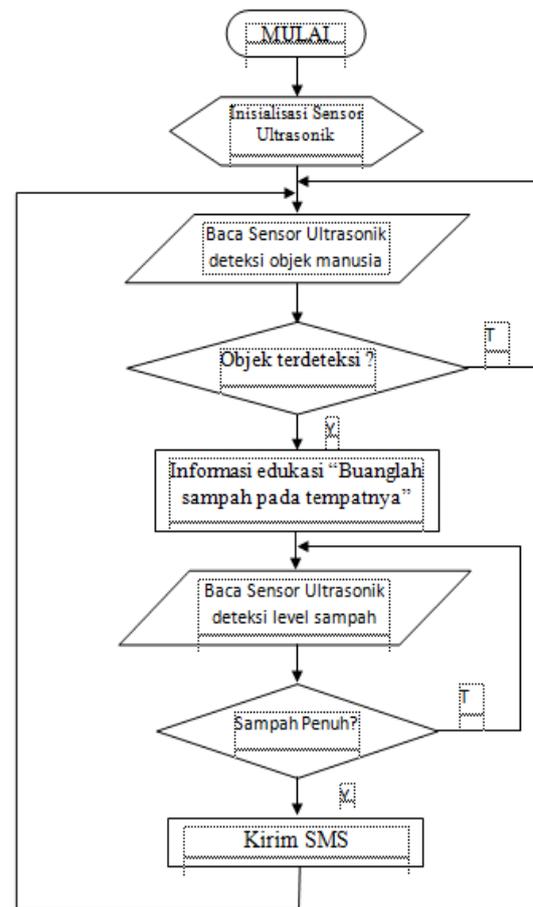
Gambar 6. Perancangan sistem secara keseluruhan

Perancangan sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung ini bekerja dengan mengetahui keberadaan manusia yang melewati bak penampungan dan kemudian sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan manusia tersebut dalam jangkauan jarak 20 cm. Kemudian, setelah sensor ultrasonic mendeteksi keberadaan manusia maka modul ISD1820 dan speaker langsung mengaktifkan suara berupa informasi edukasi kepada masyarakat dengan bunyi "Buanglah sampah pada tempatnya". Apabila level sampah di dalam bak penampungan tersebut sudah terindikasi penuh, yang di deteksi oleh sensor ultrasonik dalam jangkauan jarak 5 cm maka modul GSM akan aktif dan akan mengirimkan informasi tentang kondisi bak penampungan yang sudah terindikasi kepada pihak penanggung jawab/Dinas Kebersihan berupa sebuah short message service (SMS). Sehingga pihak penanggung jawab/Dinas Kebersihan dapat memonitoring keadaan bak penampungan dalam keadaan jarak jauh.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada pembuatan modul rancang bangun sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampungan merupakan proses untuk membuat pemrograman arduino. Listing program untuk mengendalikan mikrokontroler tercantum pada Lampiran 1. Program yang digunakan pada tugas akhir ini adalah pemrograman dengan bahasa C. Bahasa C merupakan bahasa yang sifatnya *portable* dengan sedikit tanpa perubahan dimana dengan suatu program yang ditulis dengan bahasa C pada suatu komputer dapat dijadikan pada komputer lain.

Flowchart perancangan sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Flowchart Sistem Telemetri

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik adalah mengukur jarak yang dibaca oleh sensor ultrasonik, untuk mengamati kesesuaian jarak yang terukur oleh sensor ultrasonik dengan jarak yang sebenarnya diukur dengan menggunakan mistar. Adapun hasil pengujian sensor ultrasonik untuk bak penampungan pasar Inpres dapat diperhatikan pada Tabel 1.

Pengujian jarak pendeteksian sensor ultrasonik dilakukan dengan mendekatkan dan menjauhkan posisi objek yang ada di depan sensor. Berdasarkan pengujian pada Tabel 4.1 untuk menghitung persen kesalahan menggunakan persamaan berikut :

$$\frac{\text{Jarak sebenarnya} - \text{Jarak terukur}}{\text{Jarak sebenarnya}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 1 Hasil Pengukuran Terhadap Manusia dan Level Sampah

Jarak Sebenarnya diukur menggunakan mistar (cm)	Jarak terukur di serial monitor (cm)	Kesalahan (%)
4	3	0.25%
5	5	0%
10	10	0%
20	20	0%
30	30	0%
40	105	0%
50	50	0%
60	61	0.01%
70	69	0.01%
80	79	0.01%
100	99	0.01%
101	100	0.00%
125	126	0.00%
150	149	0.00%
151	151	0%
185	184	0.00%
220	218	0.00%
221	220	0%
250	249	0.00%
300	299	0.00%
350	348	0.00%
400	399	0.00%

Dari hasil perhitungan kesalahan pada Tabel 4.1 terlihat bahwa sensor bekerja dengan baik pada jarak 5 cm sampai dengan 400 cm dengan kesalahan 0% pada jarak 5 cm. Sementara pada jarak 4 cm sensor tidak bekerja dengan baik dapat terlihat pada kesalahan yang besar hingga 0,25%. Dengan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa sensor ultrasonic lebih baik jika bekerja untuk mendeteksi jarak yang jauh. Perbedaan jarak sebenarnya yang diukur menggunakan mistar dengan jarak terukur pada serial monitor dapat disebabkan oleh adanya noise, sehingga menyebabkan hasil pengukuran yang tidak akurat.

B. Pengujian SMS

Pengujian SMS pada bak penampungan untuk lokasi pasar Inpres yang diterima oleh penanggung jawab bak penampungan bertujuan untuk melihat bagaimana hasil SMS yang diterima, hal ini diperlihatkan pada tabel 2. Dari tabel pengujian 2, dapat diamati bahwa untuk mengaktifkan modul GSM supaya dapat mengirim SMS kepada penanggung jawab bak penampungan, maka sensor ultrasonic atas_1 dan sensor ultrasonic atas_2 harus aktif secara bersamaan. Sehingga apabila pada suatu bak penampungan, level sampah yang terisi penuh hanya pada satu sisi maka modul GSM tidak akan memberikan perintah kepada Mikrokontroler untuk mengirimkan SMS kepada penanggung jawab bak penampungan tersebut. Akan tetapi, Modul GSM hanya akan memberikan perintah kepada penanggung jawab bak

penampungan apabila level sampah terisi penuh pada kedua sisi dan kedua sensor ultrasonic telah mendeteksi level sampah yang terisi penuh tersebut. Bentuk SMS yang dikirimkan adalah berupa informasi tentang keadaan bak penampungan yang level sampahnya sudah penuh. Contoh tampilan SMS yang diterima oleh penanggung jawab bak penampungan, dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 2. Pengujian SMS yang akan diterima oleh penanggung jawab

Kondisi Sensor		Kondisi Modul GSM
Sensor ultrasonic atas_1	Sensor ultrasonic atas_2	
Aktif	Tidak Aktif	SMS tidak terkirim
Tidak Aktif	Aktif	SMS tidak terkirim
Aktif	Aktif	Mengirim SMS

Pengujian yang sama dilakukan pada tiga bak penampungan lainnya, yaitu bak penampungan untuk lokasi pasar Pusong, bak penampungan untuk lokasi Blang rayeuk dan bak penampungan untuk lokasi Simpang len. Hasil pengujian yang diperoleh untuk bak penampungan lokasi pasar Pusong adalah sesuai dengan hasil yang diinginkan sama seperti bak penampungan untuk lokasi pasar Inpres. Namun terjadi eror pada bak penampungan untuk lokasi Blang rayeuk dan bak penampungan untuk lokasi Simpang len. Kedua bak penampungan tersebut, tidak dapat lagi bekerja sesuai dengan perintah yang telah diprogramkan dikarenakan komponen yang digunakan adalah komponen dengan kualitas yang rendah, sehingga alat akan rentan dengan eror.



Gambar 8 Contoh Tampilan SMS Yang Diterima Penanggung Jawab Bak Penampungan

Pengujian yang sama dilakukan pada tiga bak penampungan lainnya, yaitu bak penampungan untuk lokasi pasar Pusong, bak penampungan untuk lokasi Blang rayeuk dan bak penampungan untuk lokasi Simpang len. Hasil

pengujian yang diperoleh untuk bak penampungan lokasi pasar Pusong adalah sesuai dengan hasil yang diinginkan sama seperti bak penampungan untuk lokasi pasar Inpres. Namun terjadi eror pada bak penampungan untuk lokasi Blang rayeuk dan bak penampungan untuk lokasi Simpang len. Kedua bak penampungan tersebut, tidak dapat lagi bekerja sesuai dengan perintah yang telah diprogramkan dikarenakan komponen yang digunakan adalah komponen dengan kualitas yang rendah, sehingga alat akan rentan dengan error.

C. Pengujian Modul Suara ISD1820 Untuk Informasi Edukasi

Modul ISD1820 merupakan modul yang dapat merekam dan memainkan ulang rekaman audio. Adapun data pengujian hasil Modul ISD1820 yang digunakan pada rancang bangun sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Pengujian Modul ISD1820

No	Jenis Komponen	Kondisi	Tegangan Output
1	Modul ISD1820	Aktif	4,6 V

Ketika sensor ultrasonik telah mendeteksi keberadaan manusia, maka Modul suara ISD1820 akan aktif untuk memberikan informasi edukasi kepada masyarakat untuk selalu membuang sampah pada tempatnya. Tegangan Modul suara ISD1820 ketika sedang aktif adalah 4,6 Volt.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap aplikasi rancang bangun sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Perancangan alat untuk monitoring sampah pada bak penampungan menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi keberadaan manusia, ketika manusia sudah terdeteksi oleh sensor maka akan muncul informasi edukasi dengan bunyi "Buanglah sampah pada tempatnya". Sensor ultrasonic juga dipakai untuk mendeteksi level sampah, apabila level sampah sudah terdeteksi penuh maka informasinya akan dikirimkan melalui SMS kepada penanggung jawab bak penampungan dengan isi "BAK SAMPAH LOKASI PASAR INPRES TERINDIKASI PENUH".
2. Pada saat pengujian untuk ke empat bak penampungan dengan lokasi berbeda, hanya dua bak penampungan yang dapat bekerja sesuai dengan perintah yang telah di programkan. Sedangkan dua bak penampungan lainnya

tidak dapat bekerja sesuai dengan perintah yang telah di programkan , dikarenakan komponen yang digunakan adalah komponen dengan kualitas yang rendah, sehingga alat akan rentan dengan eror

Saran

Dalam perencanaan dan pembuatan aplikasi rancang bangun sistem telemetri untuk monitoring sampah pada bak penampung terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan untuk kesempurnaan penelitian ini selanjutnya antara lain :

1. Penggunaan sensor yang lebih akurat dalam pembacaan objek yaitu manusia atau menggunakan sensor khusus untuk mendeteksi manusia, sehingga objek lainnya yang melewati sensor tidak akan terdeteksi.
2. Penggunaan Panel Surya, sebagai catu daya.

REFERENSI

- Setiawan, dkk. 2014. "Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler", Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, Volume 1, Nomor 1, hlm 55-62.
- Pramanta, Febyan, D. 2016. "Smile Trash (Smart Learning Trash) Tempat Sampah Pembentuk Karakter Anak Bangsa", Karya Tulis Ilmiah Universitas Negeri Malang.
- Anggawijoyono, G. Dan Fajaruddin, J. 2014. "Tempat Sampah Pintar (Smart Trash Bin)", Karya Tulis Ilmiah Universitas Negeri Malang.
- Ubaidillah, D. 2015. "Perancangan Sistem Smart Trash Can Menggunakan Arduino Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04", Naskah Publikasi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Amikom Yogyakarta.
- "Sensor ultrasonic" [http:// www.elangsakti.com /2015/05/sensor-ultrasonik.html](http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html) (Diakses 10 Juli 2017)
- "Mikrokontroler arduino mega" [http://ecadio.com/ belajar-dan-mengenal-arduino-mega](http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega) (Diakses 10 Juli 2017)
- "Modul GSM" [https://www.google.co.id /search ?q = modul+gsm](https://www.google.co.id/search?q=modul+gsm) (Diakses 10 Juli 2017)
- "Modul SD Card" [https://splashtronic.wordpress.com /2013/10/29/modul-sd-card/](https://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-sd-card/) (Diakses 10 Juli 2017)