

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KOMUNIKASI PADA SMART TRASH BIN

Design and Implementation of Communication System on Smart Trash Bin

Fajrin Noor Rachman¹, Ramdhan Nugraha², Sony Sumaryo³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹fajrinnr@telkomuniversity.ac.id, ²ramdhan@telkomuniversity.co.id, ³sny@ittelkom.ac.id

Abstrak

Kebersihan lingkungan merupakan hal yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia dan merupakan unsur yang fundamental dalam ilmu kesehatan dan pencegahan. Dalam masalah kebersihan lingkungan ini, banyak sekali ditemukan kasus seperti tempat sampah yang sudah penuh tapi tidak segera di angkut oleh petugas kebersihan, entah diluar alasan kelalaian petugas, apakah petugas kebersihan memiliki jadwal pengangkutan sampah yang sudah tertata rapi, ataupun karena petugas menunggu hingga semua tempat sampah yang ada di setiap wilayah pengangkutan mereka penuh dengan sampah, sehingga dapat menghemat biaya dan tenaga. Namun akibat yang ditimbulkan atas alasan diatas adalah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang disebabkan sampah yang menumpuk dibiarkan terlalu lama. Tentu masalah ini sangat penting untuk diperhatikan agar terciptanya lingkungan yang bersih, sehat dan nyaman.

Smart Trash Bin adalah inovasi teknologi tempat sampah yang dapat memberi tau petugas kebersihan jika tempat sampah sudah dipenuhi oleh sampah. Tujuan dari inovasi *Smart Trash Bin* ini adalah dapat memberikan solusi dari masalah yang ada di atas, yaitu membantu petugas kebersihan dalam menjalankan tugas pengangkutan sampah yang dapat menghemat biaya dan tenaga.

Hasil yang didapatkan berdasarkan pengujian yaitu perancangan sistem komunikasi pada *Smart Trash Bin* berhasil di realisasikan dengan menggunakan modul GSM. Pada parameter *delay*, modul GSM yang berada di luar ruangan sedikit lebih unggul dengan modul GSM yang berada di dalam ruangan, yaitu sebesar 7.786 detik, sedangkan di dalam ruangan modul GSM mendapat rata2 *delay* sebesar 7.8577 detik. Pada parameter *packet loss*, modul GSM selama proses pengiriman data tidak ada paket yang hilang atau memiliki 0% *packet loss*. Pada parameter *throughput* modul GSM mempunyai nilai *throughput* sebesar 1.1569 bps.

Kata kunci : Sistem komunikasi *Smart Trash Bin*, *Smart Trash Bin*.

Abstract

Environmental cleanliness is inseparable from human life and is a fundamental element in health science and prevention. In this environmental hygiene problem, many cases were found such as trash bins that were already full but were not immediately transported by janitors, whether outside the reasons for negligence of officers, whether the janitor had a neatly arranged garbage transportation schedule, or because officers waited until all places the garbage in each of their transport areas is full of garbage, which can save costs and energy. But the consequences caused by the above reasons are that it can cause environmental pollution caused by the accumulated garbage being left too long. This problem is very important to note in order to create a clean, healthy and comfortable environment.

Smart Trash Bin is a technological innovation in trash cans that can inform janitors if trash cans are filled with garbage. The aim of this Smart Trash Bin innovation is to be able to provide solutions to the above problems, namely helping janitors carry out the task of transporting waste that can save costs and energy

The results obtained based on testing, namely the design of the communication system on the Smart Trash Bin successfully realized using a GSM module. In the delay parameter, the GSM module outside the room is slightly superior to the GSM module in the room, which is equal to 7,786 seconds, while in the GSM module room gets an average delay of 7.8577 seconds. In the packet loss parameters, the GSM module during the process of sending data there is no packet lost or has 0% packet loss. The GSM module throughput parameters have a throughput value of 1.1569 bps.

Keywords: *Smart Trash Bin communication system, Smart Trash Bin.*

1. Pendahuluan

Manusia sering sekali meninggalkan sampah di setiap aktifitas yang dilakukannya, sampah organik maupun sampah anorganik yang termasuk ke dalam sampah domestik. Sampah domestik adalah sampah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari yang dilakukan oleh manusia (Damanhuri dan Padmini, 2010). Layanan pengangkutan sampah domestik adalah layanan yang harus disediakan oleh pemerintah untuk setiap warga negara. Menurut Li et al. (2006) pengambilan sampah adalah layanan yang paling banyak anggarannya yang perlu disediakan oleh pemerintah. Penelitian menunjukkan bahwa salah satu masalah terbesar dalam pengangkutan sampah domestik adalah waktu yang tidak efektif dan anggaran yang terbuang sia-sia. Ini disebabkan oleh jumlah sampah domestik yang dihasilkan oleh warga terutama selama akhir pekan dan hari kerja berbeda. Dengan mempertimbangkan masalah di atas, pemerintah harus memiliki sistem manajemen yang baik dan peralatan yang layak, demi efektivitas dan efisiensi anggaran.

Solusi dari permasalahan di atas ialah dengan mengembangkan inovasi *Smart Trash Bin*, salah satu inovasi *Smart Trash Bin* adalah teknologi tempat sampah yang dapat memberi tau petugas kebersihan bahwa tempat sampah sudah penuh. Inovasi ini sudah dilakukan penelitian menggunakan modul WiFi dan *monitoring* ketinggian sampah melalui *website thingspeak*. Inovasi ini menerapkan sistem pengelolaan sampah dengan *real time* dengan menggunakan sensor untuk memeriksa tingkat ketinggian sampah di tempat sampah. Dalam sistem ini, informasi tempat sampah dapat diakses dari mana saja dan kapan saja melalui *website thingspeak*. Sistem ini akan membantu menginformasikan status setiap tempat sampah secara *real time*. Jadi, manajemen petugas kebersihan dapat mengirim petugas kebersihan untuk mengambil sampah ketika tempat sampah penuh [1]. Tetapi inovasi ini mempunyai kelemahan yaitu batasan masalah yang mengharuskan sistem ini untuk terhubung dengan koneksi jaringan wifi sehingga jangkauannya tidak begitu luas.

Maka dari itu tugas akhir ini penulis berfokus pada inovasi dengan sistem komunikasi yang lebih baik dengan harapan dapat memiliki jangkauan komunikasi yang lebih luas dan efektif.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sampah

Sampah adalah material sisa yang tidak diinginkan oleh manusia setelah berakhirnya proses atau masa penggunaannya telah usai. Material sisa yang dimaksud adalah sesuatu yang dihasilkan/ditinggalkan oleh manusia, hewan serta tumbuhan yang tidak terpakai. Wujud dari sampah dapat berupa padat, cair maupun gas.

2.2. Tempat sampah

Salah satu penyelesaian masalah akan masalah sampah adalah dengan menyediakan tempat sampah. Tempat sampah adalah wadah untuk menampung sampah secara sementara yang biasanya terbuat dari logam atau plastik, yang nantinya akan diangkut menuju TPA (Tempat Pembuangan Akhir) oleh petugas kebersihan setempat. Beberapa tempat sampah memiliki penutup pada bagian atasnya yang dibuat untuk menghindari tercemarnya polusi udara yang dihasilkan oleh sampah.

2.3. Smart Trash Bin

Pada era saat ini, teknologi serta inovasi akan tempat sampah telah berkembang secara pesat, perpaduan inovasi dan teknologi ini bertujuan untuk memudahkan manusia saat proses pembuangan sampah dan pengangkutan sampah, inovasi ini dapat kita namakan dengan konsep *Smart Trash Bin*.

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolah dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang di berikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari apa yang dibaca oleh sensor tersebut, sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke penggerak. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat yang mampu berinteraksi dengan sinyal input dan sinyal output.

2.5. Global System for Mobile Communications (GSM)

GSM merupakan kepanjangan dari *Global System for Mobile Communications*. Ini merupakan sebuah jaringan komunikasi yang dapat bekerja dengan mengirimkan data pada sebuah slot waktu tertentu. Kemudian hal ini akan membentuk jalur untuk setiap sambungan yang ada dengan timeslot atau rentang paket waktu yang sangat cepat. Metode yang digunakan untuk pengiriman data pada GSM adalah TDMA atau *Time Division Multiple Access*. Metode ini menggunakan waktu sebagai

sebuah perantara untuk akses. Jika waktu ini telah digunakan oleh seorang user atau pengguna, maka pengguna lain pun tidak akan dapat mengaksesnya.

2.6. Quality of Services

Quality of Service (QoS) dapat dikatakan sebagai suatu terminologi yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik suatu layanan (*service*) jaringan untuk mengetahui seberapa baik kualitas yang ada pada layanan tersebut. QoS didesain untuk membantu *end user* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan kinerja yang handal dari aplikasi – aplikasi berbasis jaringan. Dengan adanya *Quality of Service* maka *bandwidth* dapat digunakan secara optimal sehingga dapat meningkatkan kualitas layanan internet yang diterima oleh pengguna.

3. Perancangan Sistem

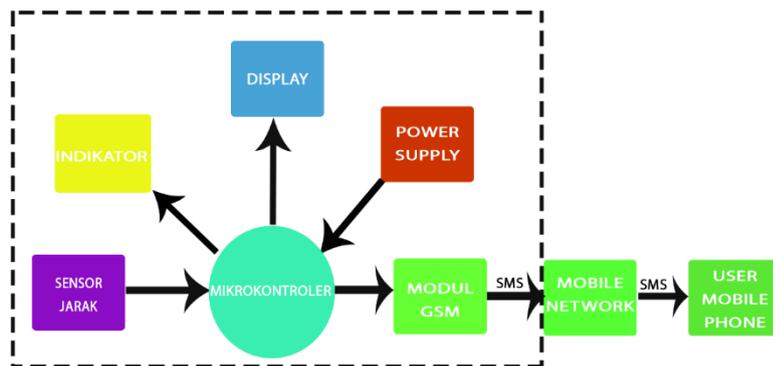
3.1. Desain Sistem

Pada bab ini akan membahas desain sistem atau perancangan umum sistem komunikasi untuk menginformasikan ketinggian sampah pada *Smart Trash Bin* sudah penuh. Perancangan utama dari sistem ini adalah pengolahan hasil pembacaan sensor ultrasonik yang jika pada kondisi tertentu modul GSM akan mengirimkan pesan kepada pengguna telepon seluler tertentu berupa pemberitahuan informasi ketinggian sampah pada kondisi:

1. >30% dan <50% dari nilai *setpoint*.
2. >50% dan <80% dari nilai *setpoint*.
3. >80% dari nilai *setpoint*.

3.1.1. Diagram Blok Sistem

Adapun diagram blok sistem dari *Smart Trash Bin* ini adalah sebagai berikut:



Gambar III-1. Diagram blok sistem *Smart Trash Bin*.

3.1.2. Cara Kerja Sistem

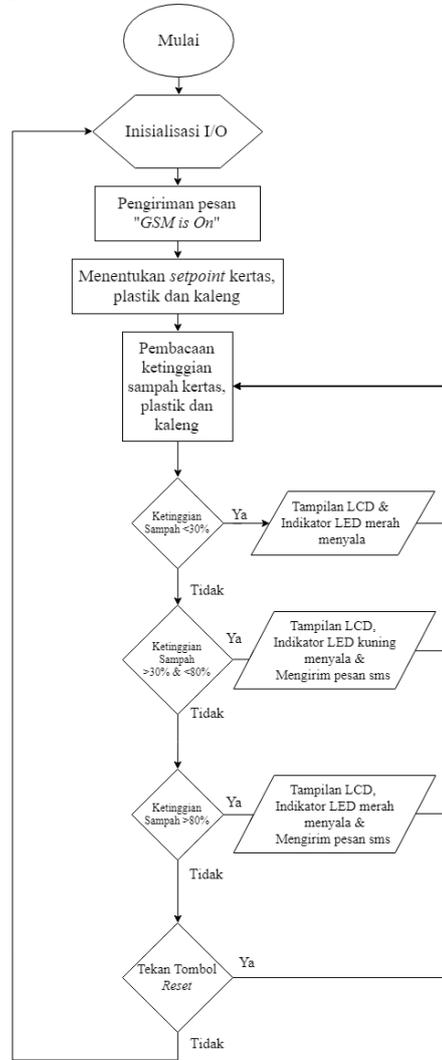
Sistem mendapat daya listrik dari *power supply*, setelah sistem mendapat daya listrik, mikrokontroler akan aktif dan memberi daya menuju sensor jarak, indikator, LCD dan modul GSM. LCD akan menampilkan tulisan “*Smart Trash Bin*” dan indikator ketinggian klasifikasi sampah. Lalu modul GSM akan mengirim pesan melalui jaringan seluler yang berisi pesan “*GSM is On*” kepada nomor telepon yang telah ditentukan untuk menandakan bahwa modul GSM sudah aktif dan siap untuk digunakan. Lalu sensor ultrasonik akan memberi masukan kepada mikrokontroler ATmega2560 yang terdapat pada Arduino Mega berupa nilai jarak ketinggian sampah pada tempat sampah untuk menentukan nilai *setpoint* dari ketinggian tempat sampah. Setelah menentukan nilai *setpoint*, sensor ultrasonik akan mendeteksi nilai jarak ketinggian sampah yang diolah oleh mikrokontroler, lalu beberapa kondisi dibawah ini akan bekerja:

- Pada jarak ketinggian sampah berada di atas 30% dari nilai *setpoint*, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah: (jarak ketinggian sampah) cm” dan indikator berwarna hijau akan menyala.
- Pada jarak ketinggian sampah berada di antara 30% dan 50% dari nilai *setpoint*, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah sudah 50%”, indikator berwarna hijau akan mati, indikator berwarna kuning akan menyala dan modul GSM akan mengirimkan pesan berupa “Sampah sisa (jarak ketinggian sampah) cm”.
- Pada jarak ketinggian sampah berada di antara 50% dan 80% dari nilai *setpoint*, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah sudah 80%”, indikator berwarna kuning tetap

menyala dan modul GSM akan mengirimkan pesan berupa “Sampah sisa (jarak ketinggian sampah) cm”.

- Pada jarak ketinggian sampah berada di atas 80% dari nilai *setpoint*, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah sudah penuh” indikator berwarna kuning akan mati, indikator berwarna merah akan menyala dan modul GSM akan mengirimkan pesan berupa “Sampah sudah penuh!!!”.

Sistem dapat direset dengan menekan tombol reset untuk menentukan *setpoint* ketinggian sampah yang baru.



Gambar III-2. Flowchart Smart Trash Bin.

Gambar III-2 menunjukkan diagram alir sistem secara keseluruhan pada sistem komunikasi pada *Smart Trash Bin*. Pertama saat sistem di mulai akan menginisialisai input dan output. Kemudian tampilan awal pada LCD akan aktif dan modul GSM SIM900a akan mengirimkan pesan “GSM is On” kepada nomor yang sudah ditentukan. Setelah itu sensor ultrasonik akan menentukan nilai *setpoint* pada ketinggian tempat sampah kertas, plastik dan kaleng. Lalu sensor ultrasonik baru akan membaca ketinggian sampah kertas, plastik dan kaleng dan kondisi dibawah ini akan bekerja:

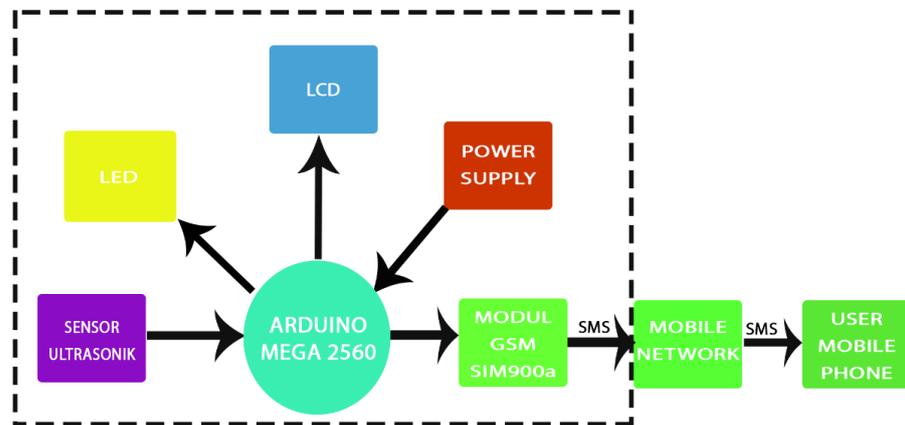
- Pada jarak ketinggian sampah berada di atas 30%, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah: (jarak ketinggian sampah) cm” dan indikator berwarna hijau akan menyala.

- Pada jarak ketinggian sampah berada di antara 30% dan 20%, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah sudah 70%”, indikator berwarna hijau akan mati, indikator berwarna kuning akan menyala dan modul GSM akan mengirimkan pesan berupa “Sampah sisa (jarak ketinggian sampah) cm”.
- Pada jarak ketinggian sampah berada di antara 20% dan 10%, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah sudah 80%”, indikator berwarna kuning tetap menyala dan modul GSM akan mengirimkan pesan berupa “Sampah sisa (jarak ketinggian sampah) cm”.
- Pada jarak ketinggian sampah berada di bawah 10%, LCD akan menampilkan tulisan “Sampah sudah penuh” indikator berwarna kuning akan mati, indikator berwarna merah akan menyala dan modul GSM akan mengirimkan pesan berupa “Sampah sudah penuh!!!”.

Lalu saat tombol *reset* di tekan, maka sistem akan kembali bekerja dari awal proses.

3.2. Desain Perangkat Keras

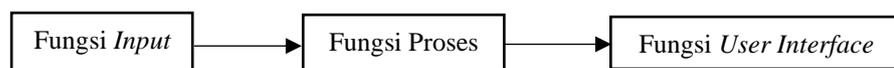
Desain perangkat keras akan merancang sensor ultrasonik, LCD, LED dan modul GSM yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler. Kemudian data dari sensor ultrasonik akan di olah oleh mikrokontroler, dan akan mengirim kan olahan data dari mikrokontroler kepada pengguna berupa pesan sms melalui jaringan gsm.



Gambar III-2. Arsitektur perangkat keras sistem elektronik

3.3. Desain Perangkat Lunak

Seluruh program pada Tugas Akhir ini dilakukan menggunakan Arduino IDE. Bahasa pemograman yang digunakan adalah C/C++. *Library* tambahan digunakan untuk fasilitas berkomunikasi dengan modul GSM SIM900a yaitu *SoftwareSerial library* digunakan untuk berkomunikasi dengan modul GSM dan mengirim perintah AT kepadanya.



Gambar III-3. Arsitektur perangkat lunak

Terdapat fungsi *input* yang mengatur sistem tersebut agar mendapatkan masukan data dari sensor. Fungsi proses yang mengatur sistem agar memproses data yang sudah masuk menuju fungsi *user interface*, lalu terakhir fungsi *user interface* yang akan mengirimkan pesan peringatan kepada *User*.

4. Analisa dan Pengujian

4.1. Pengujian dan Analisa Modul GSM

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan (*delay*), *packet loss* dan *throughput* pada saat modul GSM mengirimkan SMS kepada pengguna telepon seluler.

4.1.1. Pengujian *delay* pada Modul GSM

Berdasarkan data yang telah di dapat, di dalam ruangan, modul GSM SIM900a memiliki rata-rata *delay* pengiriman pesan sebesar:

$$\frac{235.73}{30} = 7.8577 \text{ detik}$$

Berbeda tipis dengan modul GSM SIM900a yang di tempatkan pada luar ruangan memiliki rata-rata *delay* pengiriman pesan sebesar

$$\frac{233.58}{30} = 7.786 \text{ detik}$$

Dapat disimpulkan modul GSM SIM900a, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan, memiliki perbandingan rata-rata *delay* pengiriman pesan yang tidak begitu jauh, penulis menganalisa bahwa lebih lambatnya pengiriman pesan pada kondisi di dalam ruangan disebabkan oleh sinyal yang tidak lebih baik dari saat kondisi di luar ruangan. Namun pada parameter pengujian *delay* berdasarkan *Quality of Service* TIPHOS, hasil *delay* ini berada di kategori “Jelek”.

4.1.2. Pengujian *packet loss* pada Modul GSM

Berdasarkan pengujian di atas, dapat kita nilai hitung *packet loss* pada modul GSM SIM900a adalah:

$$\left(\frac{42 - 42}{42}\right) \times 100\% = 0\%$$

Dari hasil perhitungan data *packet loss* di atas, dapat disimpulkan bahwa selama proses pengiriman data yang dilakukan oleh modul GSM SIM900a ke pengguna telepon seluler tidak ada paket yang hilang dan pada parameter pengujian *Packet Loss* berdasarkan *Quality of Service* TIPHOS, hasil *Packet Loss* ini berada di kategori “Sangat Bagus”.

4.1.3. Pengujian *throughput* pada Modul GSM

Berdasarkan pengujian data di atas dapat kita hitung bahwa nilai *throughput* pada modul GSM SIM900a adalah:

$$\frac{72 \text{ bytes}}{62.23 \text{ detik}} = 1.1569 \text{ bps}$$

Dapat kita simpulkan dari hasil pengujian di atas, kita mendapatkan nilai *throughput* pada modul GSM SIM900a adalah 1.1569 bps sehingga pada parameter pengujian *Throughput* berdasarkan *Quality of Service* TIPHOS, hasil *Throughput* ini berada di kategori “Buruk”.

4.2. Pengujian dan Analisa Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk pengecekan akurasi sensor ultrasonik.

Dari data dapat kita ketahui bahwa pengukuran yang dilakukan sensor ultrasonik untuk sampah kertas memiliki akurasi:

Nilai Sensor	48.97 cm	39.14 cm	30 cm	20 cm	10 cm
Nilai Penggaris	50 cm	40 cm	30 cm	20 cm	10 cm
Error relatif	2.06%	2.15%	0%	0%	0%
Akurasi	97.94%	97.85%	100%	100%	100%

Pada sensor ultrasonik untuk sampah plastik memiliki akurasi:

Nilai Sensor	48.97 cm	39.14 cm	30 cm	20 cm	10 cm
Nilai Penggaris	50 cm	40 cm	30 cm	20 cm	10 cm
Error relatif	3.66%	3.334%	0%	0%	0%
Akurasi	96.34%	97.5%	100%	100%	100%

Dan yang terakhir sensor ultrasonik untuk sampah kaleng memiliki akurasi:

Nilai Sensor	48.1 cm	38.4 cm	29.64 cm	20 cm	10 cm
Nilai Penggaris	50 cm	40 cm	30 cm	20 cm	10 cm
Error relatif	3.8%	4%	1.2%	0%	0%
Akurasi	96.2%	96%	98.8%	100%	100%

4.3. Pengujian dan Analisa Sistem Komunikasi *Smart Trash Bin*

Pengujian ini bertujuan untuk menunjukkan fungsi sistem komunikasi *Smart Trash Bin*, memastikan keluaran data akan sesuai dengan yang diharapkan.

Berdasarkan data yang sudah di dapatkan bahwa sistem komunikasi pada *Smart Trash Bin* pada sampah kertas, plastik dan kaleng yang telah di rancang dapat berjalan sesuai dengan yang di inginkan. Namun saat melakukan pengujian membuang sampah kertas, plastik dan kaleng terjadi beberapa *error* pada pembacaan jarak sensor ultrasonik. Nilai *error* yang dimaksud adalah pembacaan jarak yang melebihi nilai *setpoint* dan pembacaan jarak ketinggian yang tidak berbanding lurus dengan jumlah percobaan. Penulis menganalisa dapat terjadi *error* dikarenakan saat sensor ultrasonik menembakkan gelombang ultrasonik menuju tumpukan sampah kertas yang permukaannya tidak rata sehingga gelombang yang dipantulkan dari permukaan yang tidak rata itu lah yang membuat pembacaan sensor ultrasonik menjadi *error*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang sudah di dapat, maka penulis mendapat kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan sistem komunikasi pada *Smart Trash Bin* berhasil direalisasikan dengan menggunakan Arduino Mega 2560, modul GSM SIM900a dan sensor ultrasonik.
2. *Delay* pengiriman pesan pada modul GSM SIM900a yang menggunakan SIM Card TELKOMSEL di dalam ruangan dan di luar ruangan memiliki perbandingan *delay* pengiriman pesan yang tidak begitu jauh. Rata-rata *delay* pengiriman pesan saat di luar ruangan mencapai 7,786 detik, sedangkan saat di dalam ruangan *delay* pengiriman pesan mencapai 7,8577 detik. Sehingga tidak menjadi masalah yang besar untuk masalah penempatan sistem ini akan digunakan.
3. Selama proses pengiriman data yang dilakukan oleh modul GSM SIM900a ke pengguna telepon seluler tidak ada paket yang hilang.
4. Nilai *throughput* yang didapatkan pada modul GSM SIM900a adalah 1.1569 bps.
5. Berdasarkan pengujian saat kondisi jarak ketinggian sampah berada di bawah 30% dari nilai *setpoint*, LCD menampilkan tulisan "Sampah: (jarak ketinggian sampah) cm" dan indikator LED berwarna hijau menyala.
6. Berdasarkan pengujian saat kondisi jarak ketinggian sampah berada di antara 30% dan 50% dari nilai *setpoint*, LCD menampilkan tulisan "Sampah sudah 50%", indikator LED berwarna hijau mati, indikator LED berwarna kuning menyala dan modul GSM mengirimkan pesan berupa "Sampah sisa (jarak ketinggian sampah) cm".
7. Berdasarkan pengujian saat kondisi jarak ketinggian sampah berada di antara 50% dan 80% dari nilai *setpoint*, LCD menampilkan tulisan "Sampah sudah 80%", indikator LED berwarna kuning menyala dan modul GSM mengirimkan pesan berupa "Sampah sisa (jarak ketinggian sampah) cm".
8. Berdasarkan pengujian saat kondisi jarak ketinggian sampah berada di atas 80% dari nilai *setpoint*, LCD menampilkan tulisan "Sampah sudah penuh" indikator LED berwarna kuning mati, indikator LED berwarna merah menyala dan modul GSM mengirimkan pesan berupa "Sampah sudah penuh!!!".

5.2. Saran

Saran untuk pengembangan selanjutnya yang dapat dilakukan untuk melanjutkan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Penambahan fitur dengan menambahkan database yang terhubung pada web atau aplikasi di setiap pembuangan sampah yang dilakukan.
2. Untuk sistem catu daya nya dapat menggunakan sumber energi terbarukan, sebagai contoh *solar cell*.

Daftar Pustaka:

- [1] Mustafa M.R dan Ku Azir K.N.F, "Smart Bin: Internet-of-Things Garbage Monitoring System". Malaysia: ICEESI, 2017.

