

Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Menggunakan Modul GSM

Julio Melvin Ratu Nitte¹, Yetursance Y. Manafe², Frans F.G Ray³
^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui, Kotak Pos 85001, Kupang, NTT
¹melvinthung25@gmail.com

Abstract - This research aims to know (1) how the stages of designing and building clever dustbins are based arduino. (2) how to set up an ultrasonic sensor range to open the trash flap on the aeduo. (3) how to set up an ultrasonic sensor distance to lock the dustbin lid on arduino:(4) how to arrange notification text messages to an official.Design validation, design revisions, product trials, product revisions, and wear tests.Research indicates that (1) there are three stages in constructing an arduino waste-based garbage system usingGSM in preparation of the operating stages and the final stages (2) the maximum distance of objects at the ultrasonic 1 is 30 cm (3) and the rounds set on the servo motor are 90 (3) the distance set at the ultrasonic 2 to read the height of the bin is less than 15 cm (6 in.)When the utrasonic sensor 2 reads the bounce less than 15 cm.

Keywords - Smart Trash, Arduino Uno, Ultrasonic HC-SR04 Sensor, GSM Module, Servo Motor

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Bagaimana tahapan merancang dan membuat tempat sampah pintar berbasis arduino.; (2) Bagaimana cara mengatur jarak sensor ultrasonic untuk membuka tutupan tempat sampah pada arduino.; (3) Bagaimana cara mengatur jarak sensor ultrasonic untuk mengunci tutupan tempat sampah pada arduino; (4) Bagaimana cara mengatur pengiriman SMS pemberitahuan kepada petugas. Metode yang digunakan adalah metode *Reasearch* dan *Development* (R&D) melalui tahapan-tahapan yaitu: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, dan uji coba pemakaian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Terdapat tiga tahapan dalam merakit sistem tempat sampah berbasis arduino menggunakan GSM yaitu tahapan persiapan, tahapan pelaksanaan dan tahap akhir. (2) Jarak maksimum objek yang diseting pada sensor ultrasonic 1 adalah 30 cm dan putaran yang diseting pada motor servo adalah 90°. (3) Jarak yang diseting pada ultrasonik 2 untuk membaca ketinggian isi tempat sampah adalah kurang dari 15 cm.

Kata kunci - Tempat Sampah Pintar, Arduino Uno, Sensor Ultrasonic HC-SR04, Modul GSM, Motor Servo

I. Pendahuluan

Kebersihan lingkungan merupakan salah satu isu sosial yang telah lama menjadi masalah serius dalam kehidupan bermasyarakat. Hampir di berbagai tempat ditemukan sampah yang berceceran dan tidak terurus sehingga keberadaannya mengganggu lingkungan. Indonesia sendiri merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar di dunia [1] Masalah yang muncul bukan hanya pada kuantitas sampah tetapi juga menyangkut pengelolaan sampah yang masih belum baik. Faktor-faktor ini didukung kurangnya ketersediaan tempat pembuangan sampah yang layak dan didukung dengan kurangnya kesadaran diri masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya. Oleh karena itu perlu adanya pengelolaan sampah yang baik sebagai solusi dari permasalahan di atas. Pengelolaan sampah yang dimaksud disini salah satunya adalah mencakup penyediaan tempat sampah. Dengan adanya penyediaan tempat sampah yang sehat dan menarik akan membantu pengelolaan sampah yang lebih baik. Saat ini, beberapa negara maju mulai mengimplementasikan penggunaan teknologi otomatisasi dalam pengelolaan sampah seperti pengadaan tempat sampah pintar. Sayangnya di Indonesia sendiri khususnya kota Kupang belum terlihat secara efektif menggunakan tempat sampah pintar sebagai solusi pengelolaan sampah yang baik. Dari masalah-masalah di atas, dapat dilihat bahwa untuk mewujudkan lingkungan yang bersih dan bebas dari tumpukan sampah yang berceceran maka perlu adanya penggunaan tempat sampah yang lebih baik dan praktis, dengan memanfaatkan teknologi modern yaitu dengan membuat tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno. Penelitian sebelumnya sebagai penunjang penelitian ini berjudul Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis oleh [2] menggunakan sensor ultrasonic dan sensor PIR. Sensor jarak (ultrasonic) adalah sensor yang memiliki frekuensi 40 Khz, menggunakan sonar (gelombang ultrasonic) untuk menentukan jarak dari benda yang berada di depannya, sedangkan sensor PIR merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia dengan menangkap pancaran sinyal infra merah yang dikeluarkan oleh tubuh manusia maupun hewan. Ketika sensor jarak menangkap aktivitas di dekat tempat sampah, dalam hal ini tangan seseorang dengan jarak kurang dari 25 cm, motor servo akan

membuka tutup tempat sampah selama 5 detik, akan tetapi jika tidak ada aktivitas di sekitar tempat sampah maka motor servo hanya membuka tutup tempat sampah selama 3 detik dan akan menutup kembali. Kekurangan dari penelitian ini adalah durasi tempat sampah terbuka hanya 5 detik saja, padahal dalam beberapa kondisi, seseorang bias membutuhkan durasi yang lebih lama ketika membuang sampah. Sedangkan berdasarkan penelitian yang akan dirancang, tempat sampah pintar ini akan dilengkapi dengan 2 sensor ultrasonic dengan masing-masing fungsi untuk membuka tutup tempat sampah maupun mendeteksi volume sampah di dalam tempat sampah. Dengan pemanfaatan modul GSM, dapat dikirimkan sinyal pemberitahuan bahwa volume sampah telah penuh. Berdasarkan latar belakang di atas, maka dibuatlah penelitian dengan judul “**Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Menggunakan Modul GSM (Global System for Mobile Communication)**”.

II. LANDASAN TEORI

Pengertian Robotika

Kata robot berasal dari bahasa *Czech*, robota yang berarti pekerja, mulai menjadi populer ketika seorang penulis berbangsa *Czech* (Ceko), Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul RUR (*Rossum's Universal Robot*) [3] Robotika adalah satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, Ada beberapa jenis sensor yaitu sensor cahaya, sensor suhu, sensor proximity, sensor ultrasonik, sensor suara, RFID, dan lain-lain. Adapun sensor yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensorerasi, disposisi struktural, pembuatan dan aplikasi dari robot. Sedangkan robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu.

Sistem Robotika

Pada umumnya sebuah sistem robot dapat berjalan sempurna harus memiliki elemen-elemen dasar, yaitu:

1. Kontroler

2. Sensor
3. Manipulator
4. Motor Servo

Kontroler

Kontroler merupakan bagian yang sangat penting dalam robotika. Sistem robotika tanpa kontroler hanya akan menjadi benda mekatronik yang mati. Dalam sistem kontroler robotik terdapat dua bagian yaitu sistem kontrol loop terbuka dan sistem kontrol loop tertutup [4] Kontroler yang digunakan pada penelitian ini yaitu arduino uno.

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai salah satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik [5]. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya [6]. Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan mikroprosesor. Hal ini dikarenakan dengan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori dan I/O eksternal selama memori dan I/O internal masih bisa mencukupi. Selain itu proses produksinya secara massal, sehingga harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor. Pada sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

1. *Central Processing Unit* (CPU) mulai dari *processor* 4-bit yang sederhana hingga *processor* kinerja tinggi 64-bit.
2. *Input/output* antarmuka jaringan seperti serial port (UART).
3. Antarmuka komunikasi serial lain seperti IC, *Serial Peripheral Interface* and *Controller Area Network* untuk sambungan sistem.
4. Periferal seperti *timer* dan *watchdog*.
5. RAM untuk menyimpan data.
6. ROM, EPROM, EEPROM atau *flash memory* untuk menyimpan program dikomputer.
7. Pembangkit *clock* biasanya berupa resonator rangkaian RC.
8. Pengubah analog ke digital.

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroler. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC. RISC merupakan kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer*. Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak. Sebaliknya, CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer*. Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya

Arduino

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Sensor

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa [7]

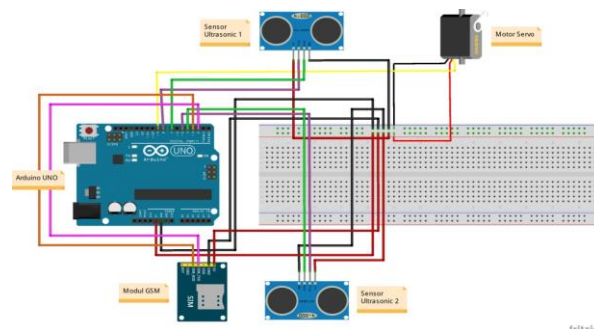
Manipulator GSM SIM900A

Manipulator merupakan sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah, atau mengolah). Manipulator yang digunakan pada penelitian ini yaitu modul GSM SIM900A.

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk

menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



Gambar 2. Simulasi Skema Rangkaian Tempat Sampah Pintar

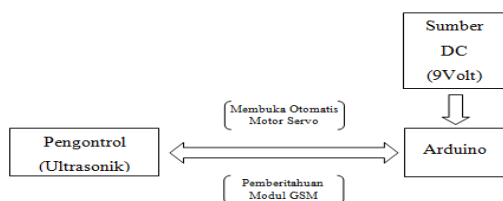
Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation/PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.

III. Hasil dan Pembahasan

Model Tampilan Skema Rangkaian Sistem Tempat Sampah Pintar Menggunakan Arduino

A. Hasil Penelitian



Gambar 1. Skema rangkaian system tempat sampah pintar menggunakan arduino

Simulasi Skema Rangkaian Tempat Sampah Pintar

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Reviewer Kepala Lab Pendidikan Teknik Elektro

| Aspek | No. | Butir penilaian | Nilai | | | |
|--------------------|-----|--|-------|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| A. Desain | 1 | Kemudahan Dioperasikan Alat | √ | | | |
| | 2 | Ketepatan Posisi Sensor | √ | | | |
| | 3 | Kesesuaian Komponen Dengan Kebutuhan | √ | | | |
| B. Program Kontrol | 1 | Pengoperasian Alat Ini Sederhana | √ | | | |
| | 2 | Alat Dapat Digunakan Diberbagai Tempat | | √ | | |
| | 3 | Reliabilitas Alat Tidak Berhenti Tiba-Tiba Saat Dioperasikan | | √ | | |
| C. Kerapihan | 1 | Kabel Rapih | √ | | | |
| | 2 | Tata Letak Komponen Tidak Mengganggu Proses Pengoperasian | √ | | | |

Berdasarkan tabel 1 diatas peneliti mendiskripsikan beberapa aspek yang perlu diperhatikan pada saat melakukan penelitian tentang Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Menggunakan Modul GSM.

Adapun aspek-aspek tersebut adalah:

1. Desain.

Dalam tahapan pembuatan alat tempat sampah pintar berbasis arduino uno menggunakan modul gsm terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu, persiapan komponen yang dibutuhkan. Komponen-komponen tersebut ialah arduino uno, motor servo, sensor ultrasonik, dan kabel jumper.

Setelah semua komponen disiapkan maka tahap selanjutnya adalah tahapan merakit. Dalam tahapan ini kita merakit komponen-komponen tersebut sesuai dengan gambar rangkaian yang sudah ada.

Dalam tahapan ini kita perlu memperhatikan ketepatan sensor agar sesuai dengan posisi yang diinginkan untuk memudahkan penggunaan tempat sampah pintar.

2. Program Kontrol

Dalam tahapan ini peneliti membuat sebuah tempat sampah pintar yang mudah untuk dioperasikan dan dapat digunakan di berbagai tempat. Meskipun belum benar-benar

sempurna namun reliabilitas alat tidak berhenti tiba-tiba saat dioperasikan.

3. Kerapihan

Dalam aspek kerapihan pengkabelan harus sangat diperhatikan agar kabel terlihat rapih dan tersembunyi. Tata letak komponen juga harus diperhatikan agar tidak mengganggu pengoperasian komponen lain.

Tabel 2. Data Komentar/Saran Dari Kepala Lab Pendidikan Teknik Elektro

| No | Reviewer | Komentar/Saran Perbaikan |
|----|--------------------------------------|---|
| 1 | Kepala Lab Pendidikan Teknik Elektro | Alat sudah bekerja dengan baik, masih perlu didemokan adalah proses pengiriman sms tranceiver ke telepon GSM Receiver |

Reviewer yang dilakukan oleh pakar terkait dengan tiga aspek yaitu aspek desain, aspek program kontrol dan aspek kerapihan. Reviewer dilakukan dengan cara membubuhkan tanda check (✓) pada instrument dengan empat skala. Selain penilaian, reviewer juga memberikan komentar/saran. Berikut adalah rekapitulasi penilaian yang diberikan oleh pakar

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Reviewer pakar

| Aspek | No. | Butir penilaian | Nilai | | | |
|--------------------|-----|--|-------|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| A. Desain | 1 | Kemudahan Alat Dioperasikan | ✓ | | | |
| | 2 | Ketepatan Posisi Sensor | ✓ | | | |
| | 3 | Kesesuaian Komponen Dengan Kebutuhan | ✓ | | | |
| B. Program Kontrol | 1 | Pengoperasian Alat Ini Sederhana | ✓ | | | |
| | 2 | Alat Dapat Digunakan Diberbagai Tempat | | ✓ | | |
| | 3 | Reliabilitas Alat Tidak Berhenti Tiba-Tiba Saat Dioperasikan | | ✓ | | |
| C. Kerapihan | 1 | Kabel Rapih | ✓ | | | |
| | 2 | Tata Letak Komponen Tidak Mengganggu Proses Pengoperasian | ✓ | | | |

Berdasarkan tabel 3 diatas peneliti mendiskripsikan beberapa aspek yang perlu diperhatikan pada saat melakukan penelitian tentang Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Menggunakan Modul GSM.

Adapun aspek-aspek tersebut adalah:

1. Desain.

Dalam tahapan pembuatan alat tempat sampah pintar berbasis arduino uno menggunakan modul gsm terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu, persiapkan komponen yang dibutuhkan. Komponen-komponen tersebut ialah arduino uno, motor servo, sensor ultrasonik, dan kabel jumper.

Setelah semua komponen disiapkan maka tahap selanjutnya adalah tahapan merakit. Dalam tahapan ini kita merakit komponen-komponen tersebut sesuai dengan gambar rangkaian yang sudah ada.

Dalam tahapan ini kita perlu memperhatikan ketepatan sensor agar sesuai dengan posisi yang diinginkan untuk memudahkan penggunaan tempat sampah pintar.

2. Program Kontrol

Dalam tahapan ini peneliti membuat sebuah tempat sampah pintar yang mudah untuk dioperasikan dan dapat digunakan di berbagai tempat. Meskipun belum benar-benar sempurna namun reliabilitas alat tidak berhenti tiba-tiba saat dioperasikan.

3. Kerapihan

Dalam aspek kerapihan pengkabelan harus sangat diperhatikan agar kabel terlihat rapih dan tersembunyi. Tata letak komponen juga harus diperhatikan agar tidak mengganggu pengoperasian komponen lain.

Table 4.Data Komentar/Saran Dari Kepala Lab Pendidikan Teknik Elektro

| No | Reviewer | Komentar/Saran Perbaikan |
|----|---------------------------------|---|
| 1 | Dosen Pendidikan Teknik Elektro | Memperkuat sinyal pada modul GSM sehingga dapat ditempatkan pada semua lokasi |

Berdasarkan hasil penelitian (uji coba pemakaian produk) beserta penilaian reviewer sebagai penilai berupa lembar penilaian kelayakan dan kinerja produk, maka dapat disimpulkan bahwa produk tersebut dapat dikatakan layak untuk digunakan serta kinerja produk tersebut juga dapat dikatakan berjalan dengan baik, namun dari segi tampilan masih perlu sedikit penambahan atau perancangan desain agar terlihat lebih rapih untuk penggunaan secara umum (publish).

B. PEMBAHASAN

Pemasangan Komponen Sistem Alat tempat sampah pintar berbasis arduino uno menggunakan modul GSM (Global System For Mobile Communication)

Adapun untuk instalasi tiap komponen ke arduino yaitu:

- a. Cara instalasi sensor ultrasonik 1:

- Awalnya tegangan input pada arduino dihubungkan dengan adaptor 5-12 VDC. Pin VCC pada sensor dihubungkan dengan pin 5V pada arduino, pin TRIGGER pada sensor 1 dihubungkan dengan pin 8 pada arduino, pin ECHO dihubungkan dengan pin 7 pada arduino, kemudian GND pada sensor dihubungkan dengan pin GND pada arduino.
- b. Cara instalasi motor servo:

Awalnya tegangan input pada motor servo dihubungkan dengan adaptor 5 VDC. Pin data pada motor servo dihubungkan pada pin 9 pada arduino, kemudian pin GND pada motor servo dihubungkan pada GND catu daya.
 - c. Cara instalasi sensor ultrasonik 2 ke arduino:

Awalnya pin VCC pada sensor dihubungkan dengan pin 5V pada arduino, pin TRIGGER pada sensor 2 dihubungkan dengan pin 5 pada arduino, pin ECHO dihubungkan dengan pin 4 pada arduino, kemudian GND pada sensor dihubungkan dengan pin GND pada arduino.
 - d. Cara instalasi modul SIM 800L ke arduino:

Awalnya VCC pada modul SIM 800L dihubungkan dengan pin 5v pada arduino, lalu pin TX dihubungkan dengan pin 2 pada arduino, pin RX dihubungkan dengan pin 3 pada arduino, kemudian pin GND dihubungkan pada pin GND pada arduino.
1. Cara Kerja Sistem alat tempat sampah pintar berbasis arduino uno menggunakan modul GSM (*Global System For Mobile Communication*)

Awalnya arduino diberikan daya sebesar 7V yang diambil dari port USB dan Setelah semua komponen terhubung dengan arduino, selanjutnya *sketch* yang telah dibuat dimasukkan atau di *upload* pada arduino sehingga alat bekerja sesuai dengan isi *sketch*. Pada saat Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan oleh sensor akan dipancarkan dari *transmitter* ultrasonik. Ketika sinyal mengenai penghalang, maka sinyal ini dipantulkan dan diterima oleh *receiver* ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap penghalang di depannya (tangan). Kemudian mikrokontroler akan mengirimkan perintah ke motor servo untuk membuka katup tempat sampah, itu adalah garis besar dari cara kerja system sensor ultrasonik 1 untuk membuka dan menutup katup tempat

sampah. Kemudian disaat sensor ultrasonik 2 membaca ketinggian sampah pada jarak yang telah diatur maka sensor 2 akan mengirim sinyal ke rangkaian mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan mengirim perintah ke sensor ultrasonik 1 untuk berhenti bekerja, lalu disaat yang bersamaan mikrokontroler mengirim perintah ke modul SIM 800L untuk memproses pengiriman SMS ke nomor tujuan yang sudah dimasukkan ke dalam sketch sebagai indikator pemberitahuan bahwa tempat sampah sudah penuh.

Data Hasil Reviewer

Review yang dilakukan oleh Kepala Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro terkait dengan tiga aspek yaitu aspek desain, aspek program control dan aspek kerapihan. Review dilakukan dengan cara membubuhkan tanda check (√) pada instrument dengan empat skala.. Selain penilaian reviewer kepala lab juga memberikan komentar/saran.

IV. KESIMPULAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat tiga tahapan dalam merakit sistem tempat sampah berbasis arduino menggunakan GSM yaitu tahapan persiapan, tahapan pelaksanaan dan tahap akhir.
2. Jarak maksimum objek yang diseting pada sensor ultrasonik 1 adalah 30 cm dan putaran yang diseting pada motor servo adalah 90°.
3. Jarak yang diseting pada ultrasonik 2 untuk membaca ketinggian isi tempat sampah adalah kurang dari 15 cm. Disaat sensor ultrasonik 2 membaca pantulan kurang dari 15 cm maka sensor ultrasonik 1 akan otomatis tidak bekerja.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk membaca pesan adalah 20 detik, lalu 100 *mili second* untuk tipe modul yang digunakan terbaca di serial monitor, 1 detik untuk mempersiapkan pesan yang akan dikirim, 1 detik untuk proses membaca nomor tujuan, 100 *mili second* untuk membaca teks yang akan dikirimkan ke nomor tujuan, 1 detik untuk proses pengiriman sms. Sms akan berhenti terkirim jika sensor ultrasonik 2 membaca objek lebih dari 15 cm (jika tempat sampah sudah dikosongkan)

REFERENSI

- [1] Jenna, R. Jambeck. 2015. *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Universitas Georgia.
- [2] Setiawan, D., T. Syahputra, M. Iqbal. 2014. *Rancang Bangun Alat Pembuka Dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi 1
- [3] Pitowarno. Endra. 2006. *“ROBOTIKA: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan”*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [4]. ITN, Malang. 2015. *Modul Praktikum Robotika Volume 4*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang
- [5] Chamim, 2012. *Mikrokontroler Belajar Code Vision AVR Mulai Dari Nol*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [6] Widodo. 2000. *Psikologi Belajar*. Jakarta:Rineka Cipta
- [7] Santoso, H. 2015 *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya*. Elang Sakti.
- [8] Sugiyono, 2012 *“metode penelitian dan pengembangan”*.Bandung : Alfabeta