

Perancangan Tempat Sampah Pembuka Tutup Otomatis dan Indikator Kapasitas

Arsa Priyo Rahardjo¹, Suraidi¹ dan Hadian Satria Utama¹

Abstract: *Trash bins are available in various places, but many people are still littering. Trash dumped carelessly can cause unpleasant odors, germs and bacteria that cause illness. To revive the public, several bins are made as attractive as possible to increase public interest to dispose trash in place. The trash designed can open the cover automatically, detects the incoming trash and trash detecting capacity when fully filled. When the trash is put in the trash bin, it will be detected and will be immediately issued to the sounds stored via MP3 module that sound "Thank you for throwing trash in its place, keep the environment clean around you". Furthermore, when the photodiode detects the trash that has been fully filled, data will be sent to the LED indicator module through the radio frequencies gaussian frequency shift keying (GFSK) modulation. Based on the tests performed, the entire sensor module, processor module, the transmitter module and receiver module work properly and effectively. The system has been designed in expectation helping to help the people to dispose of trash in place.*

Keywords: *detector capacity of trash, incoming trash, make the sound, radio frequencies, microcontroller*

Abstrak: Tempat sampah sudah banyak tersedia diberbagai tempat, namun masih ada sebagian masyarakat yang membuang sampah sembarangan. Sampah-sampah yang dibuang sembarangan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap serta kuman dan bakteri yang menyebabkan penyakit. Untuk menyadarkan kembali masyarakat, beberapa tempat sampah dibuat semenarik mungkin agar masyarakat tertarik untuk membuang sampah pada tempatnya. Tempat sampah yang dirancang dapat membuka penutup tempat sampah secara otomatis, akan mendeteksi sampah yang masuk dan mendeteksi kapasitas sampah ketika terisi penuh. Ketika sampah tersebut dimasukkan ke dalam tempat sampah, maka akan terdeteksi dan akan langsung mengeluarkan suara yang disimpan melalui modul MP3 yang berbunyi "Terima kasih telah membuang sampah pada tempatnya, jaga kebersihan lingkungan di sekitar Anda". Selanjutnya, ketika sensor photodiode mendeteksi sampah yang sudah terisi penuh, data tersebut akan dikirim ke modul indikator LED melalui frekuensi radio dengan modulasi gaussian frequency shift keying (GFSK). Berdasarkan pengujian yang dilakukan, seluruh modul sensor, modul pemroses, modul pengirim dan modul penerima dinilai dapat bekerja dengan baik dan efektif. Sistem yang telah dibuat sedemikian rupa diharapkan dapat membantu masyarakat agar mau membuang sampah pada tempatnya.

Kata kunci: pendeteksi kapasitas sampah, sampah masuk, menghasilkan suara, frekuensi radio, mikrokontroler

PENDAHULUAN

Memiliki lingkungan bersih merupakan dambaan semua manusia. Manusia merupakan makhluk hidup yang menginginkan lingkungan yang bersih dan nyaman, namun tidak mudah untuk menciptakan lingkungan agar tetap bersih dan nyaman. Tidak jarang karena kesibukan dan berbagai alasan lain, manusia kurang memperhatikan masalah kebersihan lingkungan di sekitarnya. Seiring majunya tingkat pemikiran masyarakat serta kemajuan teknologi di segala bidang kehidupan, maka tingkat kesadaran untuk memiliki lingkungan dengan kondisi bersih seharusnya lebih ditingkatkan dari sebelumnya. Terciptanya lingkungan yang bersih dan nyaman adalah tanggung jawab semua orang termasuk di dalamnya pemerintah melalui kebijakan dan realisasi tindakan nyata. Selanjutnya untuk menumbuhkan tanggung jawab tersebut dibutuhkan proses dan juga langkah nyata. Kedua hal tersebut dilakukan secara beriringan sehingga tujuan menciptakan lingkungan dalam kondisi kebersihan bisa tercapai tanpa ada paksaan. selain itu, tujuan tersebut juga merupakan kesadaran dan kebutuhan semua orang. Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan nyaman. Langkah tersebut antara lain dengan cara memberikan kesadaran tentang arti penting lingkungan yang bersih dan nyaman kepada masyarakat, terutama pada anak-anak agar kesadaran akan membuang sampah harus pada tempatnya bisa tumbuh sejak usia dini. Selanjutnya pemakaian tempat sampah yang menggunakan penutup bagian atas untuk menghindari keluarnya bau yang dikeluarkan sampah, menghindari penuhnya sampah hingga keluar sehingga berserakan di jalan dan untuk membantu manusia agar mau membuang sampah pada tempatnya karena tempat sampah yang menggunakan penutup akan terlihat bersih [1].

Survei pertama dilakukan pada stasiun kereta api Tangerang. Survei tersebut mengenai tempat sampah di stasiun kereta api Tangerang, tempat sampah yang dibuat dengan bahan plastik dengan dimensi panjang 40 cm, lebar 27 cm, tinggi 47 cm dan kapasitas 55 liter. Penerapan tentang pengelolaan sampah yang ada di stasiun kereta api Tangerang dilakukan sesuai jadwal yang sudah ditetapkan setiap dua jam petugas harus mengecek kondisi tempat sampah sudah penuh atau belum dan pada pergantian *shift* oleh petugas yang selanjutnya maka petugas sebelumnya harus melihat kondisi tempat sampah sudah penuh atau belum untuk segera dibuang oleh petugas dan begitu juga untuk petugas yang mendapatkan *shift* terakhir ketika keadaan stasiun kereta api sudah tidak ada jadwal *commuter line* maka petugas juga harus melihat kembali kondisi tempat sampah tersebut dan segera dibuang oleh petugas. Gambar 1 menunjukkan gambar tempat sampah di stasiun kereta api Tangerang. Berdasarkan hasil survei kedua yang dilakukan terdapat perbedaan sistem, pada survei ini dengan judul *the talking trash bin* Universitas Al Azhar Indonesia oleh Rahmad Arief Ashyari sistem pada tempat sampah tersebut yang terdiri dari mikrokontroler, sensor photoelektrik, *memory card*, modul *amplifier*, *light* indikator dan *battery*. Cara kerja alat ini saat sampah melewati sensor, sensor akan membaca sampah yang masuk kemudian memainkan suara ucapan terima kasih yang telah tersimpan di *memory card*. Suara yang telah disimpan nantinya akan dikeluarkan oleh modul *amplifier*

¹ Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara Jakarta

sehingga dapat didengar oleh telinga manusia. Modul *amplifier* juga memiliki fungsi pemberitahuan tentang kapasitas *battery* ketika lemah dengan menggunakan indikator LED sebagai *alarm*.



■ **Gambar 1.** Tempat Sampah di Stasiun Kereta Api Tangerang

Survei ketiga melalui internet yang berjudul *smart trash bin* yang dibuat oleh seorang anak SMA bernama Ryan Timothy. Tempat sampah yang dibuat ini berhasil meraih medali perak di ajang penemu muda International Exhibition for Young Inventors (IEYI) di Tiongkok. Selain itu terdapat dua penghargaan lainnya, yaitu Japan *Special Award* dan Macau *Special Award*. Cara kerja dari *smart trash bin* ini sebagai berikut terdapat tiga tempat sampah dari ketiga tempat sampah bisa membedakan jenis sampah yang bisa dimasukkan ke dalam tempat sampah yaitu antara organik, anorganik dan besi. Prosesnya dengan cara ketika terdapat obyek yang ingin membuang sampah maka obyek tersebut harus mendekati sampah yang dibawa ke sebuah sensor yang berada di antara tempat sampah lalu sensor tersebut bisa mendeteksi jenis sampah yang seharusnya tepat dibuang ke dalam tempat sampah tersebut. Berikut Gambar 2 *Smart Trash Bin*. Berdasarkan beberapa hasil survei, maka muncul sebuah ide untuk mengembangkan tempat sampah yang sudah ada menjadi lebih berkembang dengan penambahan kemajuan teknologi agar dapat meningkatkan kenyamanan pengguna. Tempat sampah yang ingin dibuat dapat mendeteksi batas kapasitas, sehingga akan tahu bahwa tempat sampah yang sudah mencapai batas maksimum tidak dapat terbuka lagi dan harus segera diambil atau dibuang oleh petugas. Selain bisa mendeteksi kapasitas sampah terdapat sebuah fitur unik untuk tempat sampah tersebut yang dapat menyampaikan sebuah pesan tentang menjaga lingkungan yaitu “Terima kasih telah membuang sampah pada tempatnya, jaga kebersihan lingkungan di sekitar Anda”. Seperti hal yang telah disebutkan untuk meningkatkan kesadaran akan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan maka memerlukan cara yang unik agar para individu tertarik dan senang untuk membuang sampah pada tempatnya.

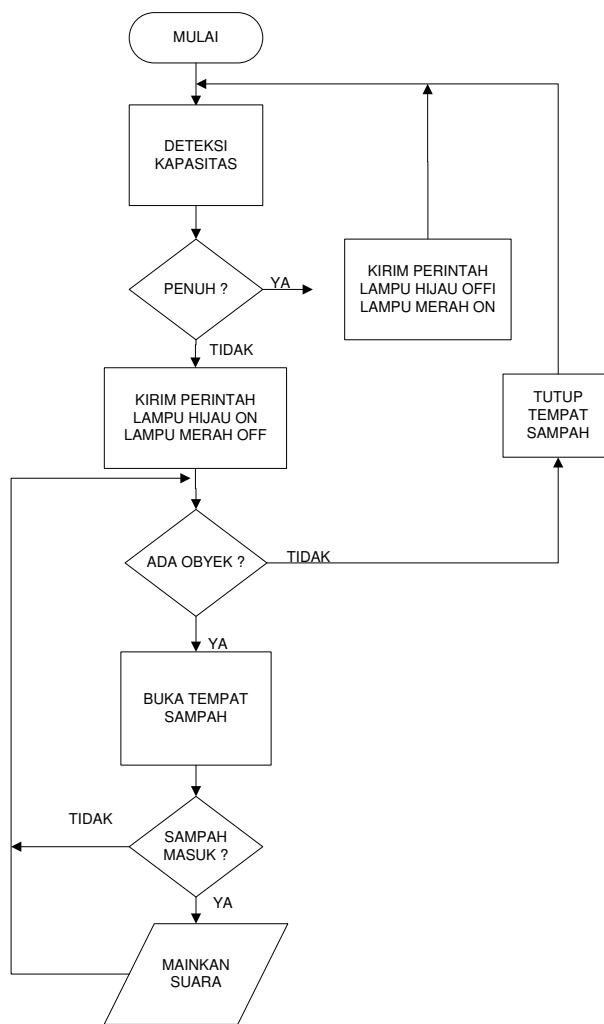


■ **Gambar 2.** *Smart Trash Bin*

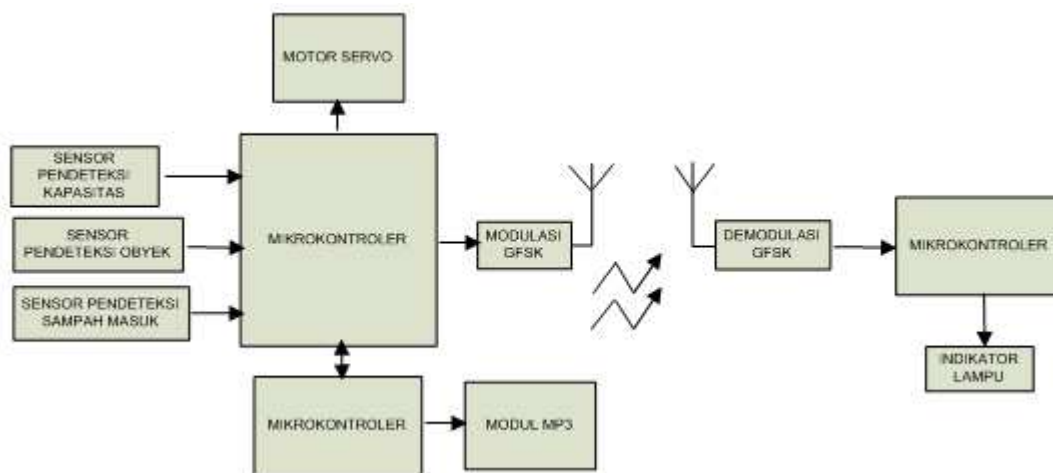
KAJIAN PUSTAKA

Perancangan yang dibuat ini adalah perancangan sebuah tempat sampah untuk meningkatkan kenyamanan pengguna. Sistem ini dirancang sebagai sebuah pengembangan tempat sampah yang sudah ada menjadi lebih menarik dengan adanya pemberitahuan kapasitas tempat sampah ketika penuh, tutup tempat sampah otomatis dan dapat menyampaikan sebuah pesan tentang menjaga lingkungan. Sistem ini menggunakan sensor *infrared* sebagai sensor untuk mengetahui kapasitas sampah sudah penuh atau belum, ketika tempat sampah terdeteksi penuh maka sensor akan memberikan informasi ke mikrokontroler untuk menyalakan indikator pada pusat kebersihan melalui media frekuensi radio. Indikator dengan lampu berwarna merah menandakan bahwa sampah penuh untuk segera dibersihkan sedangkan lampu yang menyala berwarna hijau bahwa kondisi sampah belum penuh. Selanjutnya tutup tempat sampah otomatis menggunakan sensor *passive infrared* untuk mendeteksi adanya obyek yang mendekat pada tempat sampah sensor akan memberikan informasi kepada mikrokontroler untuk membuka tutup

tempat sampah. Selain sistem pendeteksi kapasitas tempat sampah, terdapat kelebihan lainnya yaitu sistem tentang penyampaian pesan ketika pengguna telah membuang sampah pada tempatnya. Pesan tersebut sudah disimpan terlebih dahulu pada modul MP3. Proses munculnya pesan tersebut ketika sampah masuk, maka sensor *infrared* akan mendeteksi sampah tersebut kemudian akan memberikan informasi kepada mikrokontroler dan memerintahkan modul MP3 untuk mengeluarkan pesan melalui *speaker* tentang “Terima kasih telah membuang sampah pada tempatnya, jaga kebersihan lingkungan disekitar Anda”. Gambar 3 menunjukkan diagram alir rancangan ini. Diagram blok yang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian pemancar dan bagian penerima seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



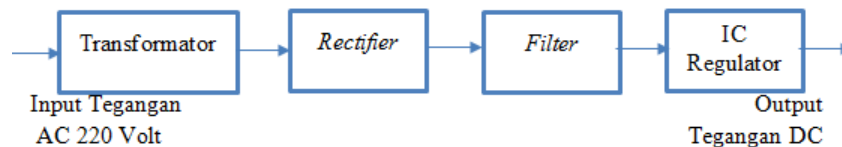
■ Gambar 3. Diagram Alir Rancangan



■ Gambar 4. Diagram Blok Rancangan

MODUL CATU DAYA

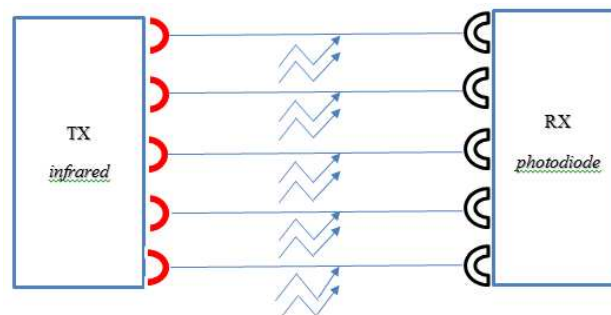
Modul catu daya berguna sebagai sumber daya bagi rangkaian elektronik. Catu daya ini terdiri dari transformator *step-down*, *rectifier*, *filter* dan sebuah IC *regulator*. Catu daya menerima tegangan masukan dari perusahaan listrik negara (PLN) sebesar 220 V_{AC} yang kemudian akan diturunkan menjadi lebih rendah dengan transformator *step-down*. Tegangan keluaran dari hasil transformator *step-down* berupa tegangan AC, sehingga perlu disearahkan dengan memakai *rectifier* (dioda penyearah) menjadi arus *direct current* (DC). Hasil keluaran DC ini masih belum bisa digunakan langsung kepada rangkaian. Oleh karena itu digunakanlah *filter* sebagai penyaring dan untuk meratakan gelombang yang terjadi. Komponen yang dipakai untuk penyaringan pada *filter* biasanya menggunakan kapasitor. IC *regulator* sebagai komponen *voltage regulator* biasanya digunakan untuk menghilangkan *ripple* (riak) gelombang yang masih ada akibat dari hasil keluaran *filter* [2]. IC *regulator* tegangan digunakan supaya tegangan keluaran pada catu daya menjadi tegangan yang stabil, sehingga nilai tegangan keluaran tidak mengalami perubahan ketika sudah diberikan beban. Diagram Blok Catu Daya dapat dilihat pada Gambar 5.



■ Gambar 5. Diagram Blok Catu Daya

MODUL SENSOR PENDETEKSI KAPASITAS

Modul untuk pendeteksi kapasitas pada sistem ini menggunakan sensor *infrared*. Modul sensor *infrared* yang diletakkan di dalam wadah tempat sampah bagian samping berjumlah lima buah, proses bekerjanya saat sampah penuh maka sampah harus mengenai tiga atau empat buah sensor tersebut dan ditambahkannya *timer* selama 5 detik untuk membuktikan bahwa sampah benar penuh, karena jika hanya mengenai 1 atau 2 buah sensor saja maka belum dinyatakan bahwa sampah itu penuh. Modul pada sistem ini menggunakan sumber cahaya dari *infrared* dan *photodiode* merupakan sensor cahaya semikonduktor. Ketika sensor *photodiode* terkena cahaya, maka bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya menjadi kecil begitu pula sebaliknya apabila tidak terkena cahaya maka nilai resistansinya akan besar atau dapat menjadi tak hingga. *Photodiode* digunakan untuk menangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh *infrared* [3]. Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh *photodiode* tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh *infrared*. Berikut Gambar 6 Sensor *Photodiode* Berkerja pada Tempat Sampah.



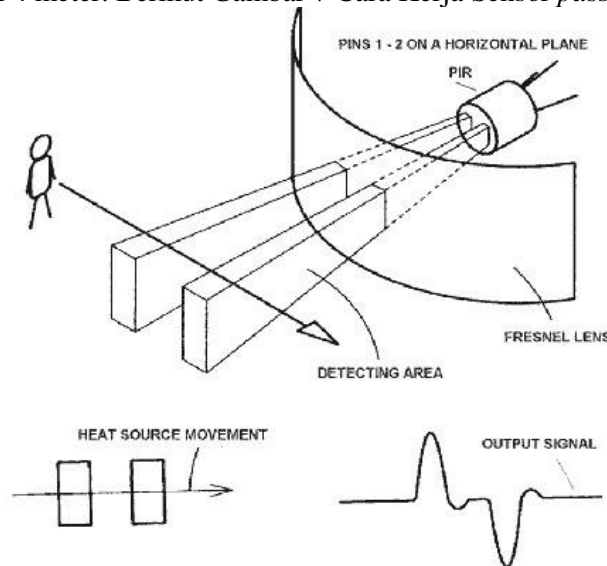
■ Gambar 6. Sensor *Photodiode* Berkerja pada Tempat Sampah

MODUL SENSOR PENDETEKSI OBYEK

Modul untuk pendeteksi objek pada sistem ini menggunakan sensor *passive infrared receiver* (PIR) yang diletakkan pada penutup tempat sampah, sensor ini merupakan sensor berbasis *infrared*, tetapi *passive infrared receiver* (PIR) berbeda dengan *active infrared* karena *passive infrared receiver* (PIR) hanya bisa merespon energi dari pancaran sinar *infrared* yang dipancarkan oleh setiap benda hidup. Salah satu benda yang memiliki pancaran *infrared* pasif adalah manusia. Pancaran sinar *infrared* kemudian ditangkap oleh *pyroelectric* sensor yang merupakan inti dari sensor *passive infrared receiver* (PIR) yang menyebabkan adanya *gallium nitride*, *caesium nitrat* dan *litium tantalite* bisa menghasilkan arus listrik, karena sinar *infrared* pasif bisa membawa energi panas [4]. Untuk membuktikan hanya suhu manusia saja yang dapat terdeteksi hal ini dikarenakan terdapat *IR filter* yang menyaring panjang gelombang sinar *infrared* pasif. *IR filter* menyaring panjang gelombang *infrared* pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sedangkan pada manusia hanya mencapai 9 sampai 10 mikrometer.

Ketika manusia berada di depan sensor *passive infrared receiver* (PIR) dengan kondisi diam, sensor *passive infrared receiver* (PIR) akan menghitung panjang gelombang yang konstan saja karena energi panas yang dihasilkan sama dengan kondisi lingkungan. Namun ketika manusia melakukan sebuah gerakan maka pancaran *infrared* pasif dapat menghasilkan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas yang

berbeda-beda menyebabkan sensor merespon dengan menghasilkan arus listrik pada *pyroelectric* dengan besaran yang berbeda kemudian *amplifier* akan menguatkan arus yang selanjutnya akan dibandingkan oleh komparator sehingga menghasilkan output. Jadi sensor *passive infrared receiver* (PIR) tidak akan menghasilkan output jika sensor dihadapkan dengan benda panas yang tidak memiliki panjang gelombang *infrared* antara 8 sampai 14 mikrometer serta benda yang diam seperti lampu, pantulan obyek benda dan suhupanas ketika musim panas. Jarak pemancaran yang efektif ketika terdeteksi oleh sensor *passive infrared receiver* (PIR) antara tempat sampah dengan obyek adalah 3 sampai 4 meter. Berikut Gambar 7 Cara Kerja Sensor *passive infrared receiver* (PIR).



■ Gambar 7. Cara Kerja Sensor *passive infrared receiver* (PIR)

MODUL SENSOR PENDETEKSI SAMPAH MASUK

Modul untuk mendeteksi sampah masuk pada sistem ini menggunakan sensor *infrared* yang diletakkan pada wadah tempat sampah bagian samping berjumlah lima buah, jadi ketika sampah yang masuk mengenai sinar yang dipancarkan *infrared* dan terpotong selanjutnya akan memberikan informasi kepada mikrokontroler untuk memerintahkan modul MP3 mengeluarkan sebuah pesan tentang menjaga lingkungan, jadi hanya cukup mengenai salah satu sensor saja. Cahaya *infrared* merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya *infrared* akan terlihat pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Radiasi *infrared* memiliki panjang gelombang antara 700 nm sampai 1 mm dan berada pada spektrum berwarna merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya *infrared* tidak akan terlihat oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih dapat dirasakan atau dideteksi.

Sinar *infrared* yang dipancarkan oleh pemancar *infrared* tentunya mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada penerima. Oleh karena itu baik di pengirim *infrared* maupun penerima *infrared* harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian pengirim) dan menerima sinyal tersebut kemudian mendekodekannya kembali menjadi data biner (bagian penerima). Komponen yang dapat menerima *infrared* ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa *photodiode* atau *phototransistor*. Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya *infrared*, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal *infrared* sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Modul sensor pendeteksi obyek ini menggunakan sensor *passive infrared receiver* (PIR) yang berfungsi untuk mendeteksi obyek. Sensor PIR ini digunakan karena sensor ini merupakan sensor berbasis *infrared*, tetapi PIR berbeda dengan *infrared* karena PIR hanya bisa merespon energi dari pancaran sinar *infrared* pasif yang dimiliki oleh setiap benda. Salah satu benda yang memiliki pancaran *infrared* adalah manusia. *Datasheet* dari *Passive Infrared* dapat dilihat pada lampiran 9. *Sensor Passive Infrared Receiver* (PIR) dapat dilihat pada Gambar 8.

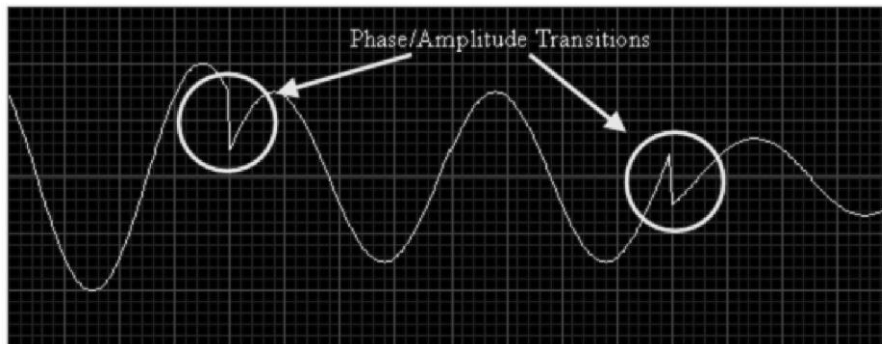


■ Gambar 8. Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR)

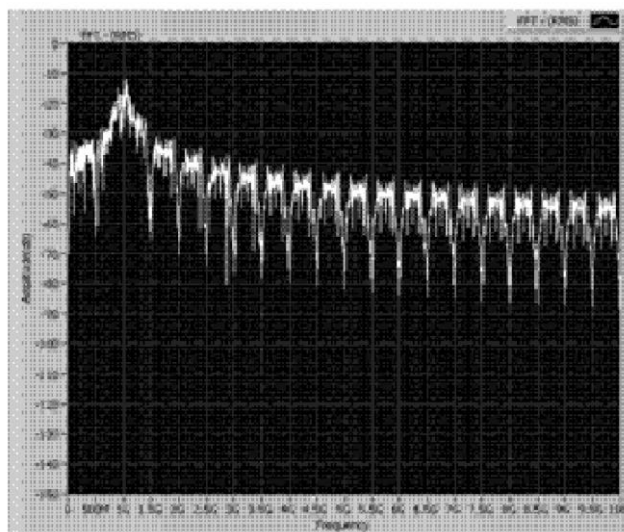
MODULASI DAN DEMODULASI GAUSSIAN FREQUENCY SHIFT KEYING

Gaussian frequency shift keying (GFSK) adalah salah satu teknik modulasi yang melewati sinyal informasi pada *Gaussian low-pass filter* sebelum proses modulasi sinyal menggunakan modulator *frequency shift keying* (FSK), keunggulan lainnya adalah *amplitude* sinyal modulasi ini konstan. *Gaussian* dapat menimbulkan

Inter Symbol Interference(ISI) pada sinyal yang ditransmisikan. Sebagai akibat peningkatan efisiensi *bandwidth*kan ada perubahan dalam efisiensi daya [5]. Teknik modulasi *gaussian frequency shift keying* (GFSK), sebelum sinyal *baseband* masuk ke modulator *frequency shift keying* (FSK), sinyal akan melewati sebuah *pulse-shape* filter yang disebut *gaussian filter* untuk membuat denyut sinyal menjadi lebih halus sehingga membatasi lebar spektrumnya. *Pulse-shape* filter digunakan untuk memenuhi persyaratan dalam komunikasi nirkabel yang salah satunya adalah menghasilkan *bandlimited channel*. Modulasi pada sebuah sinyal pembawa akan menghasilkan transisi yang konstan terhadap fasa dan amplitudo. Transisi yang tajam yang terjadi pada sinyal akan menyebabkan kemunculan komponen frekuensi tinggi dalam domain frekuensi. Grafik tersebut mengilustrasikan bahwa pada kondisi tanpa filter, daya kanal pada sinyal pembawa secara signifikan melebihi lebar *bandwith* yang telah ditentukan. Pada kondisi ini, kanal akan membutuhkan daya transmisi yang sangat besar karena rentang frekuensi yang tidak terkonsentrasi, dan juga akan menyebabkan interferensi terhadap kanal yang berdekatan terutama pada sistem komunikasi multi-channel. Berikut Gambar 9 Transisi Sinyal Termodulasi tanpa Filter dan Gambar 10 Bentuk Sinyal Tanpa Filter dalam Domain Frekuensi.



■ **Gambar 9.** Transisi Sinyal Termodulasi Tanpa Filter



■ **Gambar 10.** Bentuk Sinyal Tanpa Filter dalam Domain Frekuensi

Perancangan ini menggunakan Modul *gaussian frequency shift keying* (GFSK) dengan tipe KYL-500S sebagai komunikasi untuk pengiriman data tentang kapasitas dari tempat sampah ke modul indikator. KYL 500S merupakan modul *wireless transceiver* yang digunakan sebagai *wireless data transceiver* pada jarak jauh dengan ukuran yang kecil, ringan, dan konsumsi daya yang rendah dan dengan stabilitas dan reabilitas yang baik. Terdapat 8 *channel* frekuensi, ketika pada stasiun terdapat frekuensi yang sama maka dapat diubah frekuensinya. Modul ini sering digunakan untuk komunikasi *wireless* mikrokontroler dan sistem komunikasi yang lain. Selain kemampuan yang sangat baik harga modul ini memang mahal dibandingkan dengan modul sejenis merek lain namun kualitas dari modul ini sangat baik. *Datasheet* dari Modul *gaussian frequency shift keying* (GFSK)

MODUL INDIKATOR

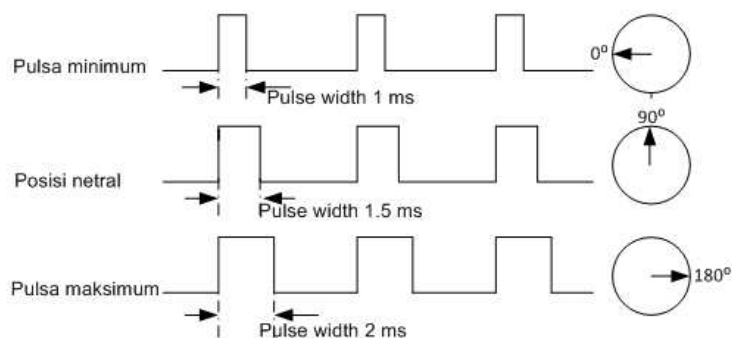
Rencana realisasi modul indikator lampu ini akan diletakkan di kantor petugas kebersihan stasiun kereta api agar petugas dapat mengetahui kondisi sampah sudah penuh atau belum dengan hanya melihat indikator lampu. Indikator ini memiliki dua fungsi yaitu untuk memberi informasi lampu merah menandakan sampah sudah penuh dan harus segera dibersihkan, lampu hijau menandakan sampah masih dalam keadaan belum mencapai batas kapasitas. Gambar 11 menunjukkan tampilan realisasi indikator.

INDIKATOR PENDETEKSI SAMPAH	
TEMPAT SAMPAH 1	TEMPAH SAMPAH 2
SAMPAH PENUH ●	SAMPAH PENUH ○
SAMPAH TIDAK PENUH ○	SAMPAH TIDAK PENUH ●

■ Gambar 11. Tampilan Realisasi Indikator

MOTOR SERVO

Motor servo adalah motor dengan sistem *closed feedback* merupakan posisi motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi menentukan batas sudut putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Seperti yang kita tahu bahwa servo terdiri dari rangkaian pengontrol, gear, potensiometer dan DC motor. Potensiometer terhubung dengan *gear* demikian pula DC motor. Ketika DC motor diberi sinyal oleh rangkaian pengontrol maka dia akan bergerak demikian pula potensiometer dan otomatis akan mengubah resistansinya. Rangkaian pengontrol akan mengamati perubahan resistansi dan ketika resistansi mencapai nilai yang diinginkan maka motor akan berhenti pada posisi yang diinginkan. Gambar 12 menunjukkan Prinsip Kerja Motor Servo. Motor servo yang digunakan pada perancangan ini menggunakan tipe motor servo towerpro SG5010 sebagai alat penggerak penutup tempat sampah karena torsiya sudah cukup untuk membuka dan menutup tempat sampah ini dipilih karena cara penggunaannya yang sederhana dan mudah didapat dipasaran. Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada Gambar 13.



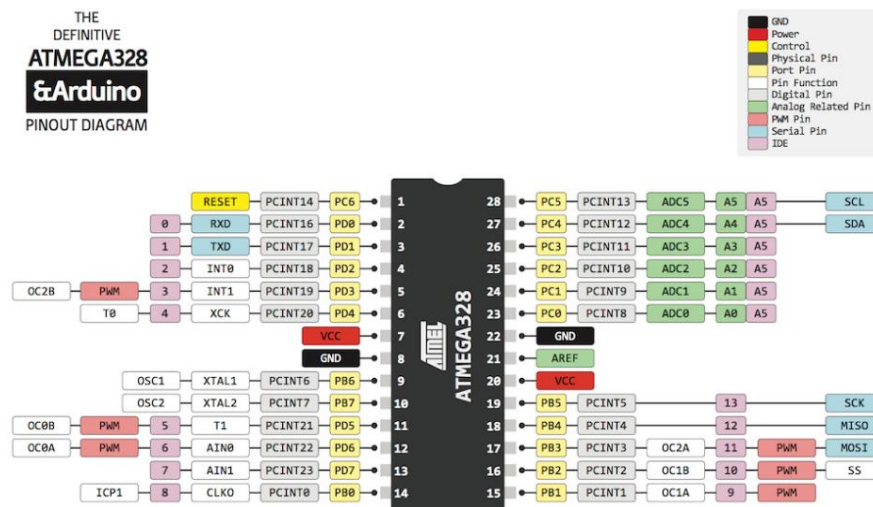
■ Gambar 12. Prinsip Kerja Motor Servo



■ Gambar 13. Motor Servo TowerPro SG5010

MODUL MIKROKONTROLER

Mikrokontroler terdiri dari mikro-komputer yang berada dalam *single chip silicon*. Mikro-komputer sendiri merupakan mikroprosesor yang dihubungkan dengan rangkaian pendukung, komponen I/O dan memori. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, *port input/output*, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. ATmega328P adalah mikrokontroler yang diproduksi dari keluaran atmel yang mempunyai arsitektur *reduced instruction set computer* (RISC) karena memiliki proses eksekusi data lebih cepat serta memiliki jumlah instruksi yang kompleks dan lengkap dari pada arsitektur *completed instruction set computer* (CISC). Mikrokontroler ATmega328P memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya akan diambil dari memori program. Berikut Gambar 14 Keterangan Pin Out ATmega328P. ATmega328P memiliki PORT utama yaitu PORT.B, PORT.C dan PORT.D dengan total pin I/O sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai I/O digital atau bisa juga sebagai alternatif lainnya.



■ Gambar 14. Keterangan Pin Out ATmega328P

MODUL ARDUINO NANO

Perancangan ini menggunakan modul Arduino Nano dengan tipe Arduino Nano V3.0 CH340 untuk menghidupkan modul MP3, karena pada modul mikrokontroler yang dirancang hanya terdapat satu buah *universal asynchronous receiver-transmitter* (UART). *universal asynchronous receiver-transmitter* (UART) pada modul mikrokontroler yang dirancang sudah terhubung dengan modul *gaussian frequency shift keying* (GFSK) maka dari itu untuk menjalankan modul MP3 dibutuhkanlah sebuah modul Arduino Nano V3.0 CH340 yang nantinya akan dihubungkan dengan komunikasi paralel ke modul mikrokontroler yang dirancang. Alasan digunakan modul dengan tipe tersebut karena hanya membutuhkan satu buah *universal asynchronous receiver-transmitter* (UART) saja tidak perlu lebih.

MODUL MP3

Modul MP3 dengan tipe DFPlayer mini berfungsi untuk memainkan *file* suara dalam format MP3. DFPlayer mini mempunyai 16 *pin interface*, DFPlayer mini dapat bekerja sendiri secara individu atau bekerja dengan modul mikrokontroler melalui koneksi serial. Melalui serial sederhana yang berguna perintah untuk menentukan bermain musik dan mudah digunakan. Modul ini dapat memainkan *file* suara dari memori eksternal. Modul MP3 memiliki fitur *autoplay*, ketika modul ini mendapatkan daya dan terdapat *file* dengan format MP3, maka secara otomatis modul akan memutar *file* tersebut. Modul MP3 digunakan untuk memberikan sebuah pemberitahuan berupa suara ketika sampah yang masuk. Pemberitahuan suara akan berulang dengan jeda waktu tertentu sampai sampah tidak dimasukkan lagi ke dalam tempat sampah. Perancangan ini menggunakan modul MP3 untuk menghasilkan suara yang sudah disimpan pada modul tersebut yang nantinya akan dikeluarkan ketika sampah sudah masuk. Modul MP3 yang digunakan pada perancangan ini yaitu TF-16P. Alasan menggunakan modul dengan tipe TF-16P karena untuk mempermudah penggunaannya ke modul mikrokontroler sebagai pemroses dan sudah terdapat modul *amplifier*. Modul MP3 ini harus menggunakan *memorySD card* hingga 32 GB, *user interface* UART pada modul MP3 sangat mudah digunakan [9]. *Datasheet* dari TF-16P dapat dilihat pada lampiran 6. Modul ini dipilih juga karena banyak dan mudah ditemukan di pasaran.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

MODUL CATU DAYA

Pengukuran catu daya ini bertujuan agar dapat mengetahui kemampuan modul catu daya dalam memenuhi daya setiap modul-modul yang digunakan dan daya alat ketika semua modul sudah terintegrasi dengan baik. Pengujian tanpa beban dengan cara menghubungkan catu daya ke PLN, kemudian mengukur keluaran dengan menggunakan multimeter. Pengujian tanpa beban dilakukan pada catu daya $5V_{DC}$ dan $12V_{DC}$. Tabel 1 menyajikan data hasil pengukuran catu daya $5V_{DC}$ dan $12V_{DC}$.

■ **Tabel 1.** Hasil Pengujian Modul Catu Daya Tanpa Beban

Tegangan Input V	Tegangan Output V
5	4.9
12	11,5

Modul catu daya yang digunakan pada alat yang dirancang ini memiliki tegangan keluaran $5V_{DC}$ dan arus listrik maksimum 2 Ampere. Pengukuran dilakukan dengan mengukur arus yang terukur ketika modul-modul diberikan tegangan $5V_{DC}$ catu daya. Dengan mengukur arus listrik, maka daya yang digunakan oleh beban dapat dihitung. Semua modul yang digunakan menggunakan tegangan kerja $5V_{DC}$. Tabel 2 menyajikan data hasil pengukuran catu daya $5V_{DC}$ dan hasil pengukuran catu daya $12V_{DC}$ pada Tabel 3.

■ **Tabel 2.** Hasil Pengujian Modul Catu Daya $5V_{DC}$ dengan Beban

No	Beban yang Digunakan	Tegangan Keluaran Catu Daya 5 Volt
1	100 Ohm	5,02 Volt
2	150 Ohm	5.02 Volt
3	220 Ohm	5.04 Volt
4	330 Ohm	5.04 Volt
5	470 Ohm	5.04 Volt

■ **Tabel 3.** Hasil Pengujian Modul Catu Daya $12V_{DC}$ dengan Beban

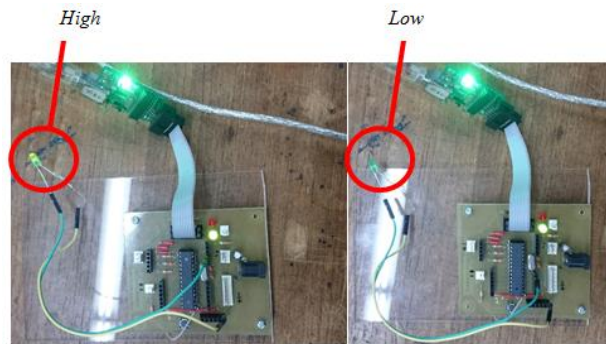
No	Beban yang Digunakan	Tegangan Keluaran Catu Daya 12 Volt
1	180 Ohm	13.01 Volt
2	90 Ohm	12.82 Volt
3	60 Ohm	12.53 Volt
4	45 Ohm	12.41 Volt
5	30 Ohm	11.88 Volt

MODUL MIKROKONTROLER

Pengujian modul mikrokontroler bertujuan untuk memeriksa apakah modul mikrokontroler dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara memakai program sederhana untuk menguji PORT.B dan PORT.D sebagai output pada mikrokontroler. Program yang diuji berupa perintah menggunakan tampilan LED yang menyala ketika diberi logika *high* dan *low* akan menyala atau mati. Selanjutnya setelah program dibuat, maka program di-*download* ke mikrokontroler ATmega 328P. *List* program pengujian mikrokontroler dapat dilihat pada lampiran 4. Hasil Pengujian PORT.B dan PORT.D sebagai *output* dapat dilihat pada Tabel 4. Pengujian pada mikrokontroler berjalan sesuai dengan perintah ketika diberi logika *high* LED menyala dan diberi logika *low* LED mati. Berikut Gambar 15 Hasil Tampilan LED Mikrokontroler ketika diberi Logika *High* dan *Low*.

■ **Tabel 4.** Hasil Pengujian PORT.B dan PORT.D sebagai *output* Mikrokontroler ATmega 328P.

No.	PORT.B (<i>output</i>)								PORT.D (<i>output</i>)							
	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0



■ **Gambar 15.** Hasil Tampilan LED Mikrokontroler ketika diberi Logika *High* dan *Low*

MODUL SENSOR *PHOTODIODE* SAMPAH MASUK

Pengujian modul sensor *photodiode* ini dilakukan untuk mengetahui apakah modul sensor *photodiode* ini dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara mengetahui kondisi saat sensor *photodiode* mendapatkan atau tidak mendapatkan cahaya sehingga bisa mengetahui berapa hasil *logic* dan tegangan yang diterima. Pengujian ini dilakukan pada setiap sensor *photodiode* yang ada pada tempat sampah yaitu berjumlah lima buah. Hasil pengujian tegangan yang diterima sensor *photodiode* Tabel 5.

■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian Tegangan yang Diterima Sensor *Photodiode*.

	Sensor <i>Photodiode</i>	<i>Logic</i>	Tegangan (V)
Mendapatkan Cahaya	1	0	0,022
	2	0	0,022
	3	0	0,022
	4	0	0,022
	5	0	0,022
Tidak Mendapatkan Cahaya	1	1	4,25
	2	1	4,25
	3	1	4,25
	4	1	4,25
	5	1	4,25

MODUL SENSOR *PHOTODIODE* KAPASITAS SAMPAH

Pengujian modul sensor *photodiode* ini dilakukan untuk mengetahui apakah modul sensor *photodiode* ini dapat mendeteksi kondisi sampah penuh atau tidak dengan cara melihat perubahan tampilan modul indikator LED. Hasil pengujian tampilan sensor *photodiode* kondisi sampah penuh dan tidak penuh Tabel 6.

■ **Tabel 6.** Hasil Pengujian Kondisi Sampah Penuh atau Tidak Penuh

Kondisi Tempat Sampah	Kondisi LED Merah (Indikator Penuh)	Kondisi LED Hijau (Indikator Tidak Penuh)
Tempat Sampah Penuh	Nyala	Mati
Tempat Sampah Tidak Penuh	Mati	Nyala

MODUL PASSIVE INFRARED

Pengujian modul *passive infrared* untuk mendeteksi obyek yang berada disekitar lokasi dimaksudkan disini adalah suhu manusia karena hanya suhu manusia saja yang dapat memancarkan pancaran sinar *infrared* pasif ketika sedang melakukan gerakan untuk mengetahui apakah modul pendeteksi obyek ini dapat mendeteksi jarak antara obyek dengan tempat sampah. Pengujian dilakukan dengan meletakkan modul pada tempat sampah pada sisi bagian kanan, kiri dan depan. Maka dilakukan pengujian obyek yang terdeteksi dan data yang dikirimkan oleh modul. Hasil pengujian dicatat di dalam Tabel 7.

■ Tabel 7. Pengujian Modul Pendeteksi Obyek

Jarak <i>Passive Infrared</i> (PIR)	Terdeteksi Obyek (Ya)
6 meter	Tidak
5 meter	Tidak
4 meter	Ya
3 meter	Ya
2 meter	Ya
1 meter	Ya

MODUL INDIKATOR LED

Pengujian modul ini dilakukan untuk melihat apakah modul ini dapat menampilkan warna LED sesuai dengan input yang diterima pada modul ini. Modul LED indikator ini terdiri dari 2 buah lampu LED yang berwarna merah dan hijau. Pengujian dilakukan dengan memberikan input biner dan melihat *output* LED sesuai dengan Tabel 8.

■ Tabel 8. Hasil Pengujian Modul Indikator LED.

Indikator LED	Logika Pin	Kondisi Lampu (Menyala atau Tidak Menyala)
Merah	1	Menyala
	0	Tidak Menyala
Hijau	1	Menyala
	0	Tidak Menyala

MODUL MP3

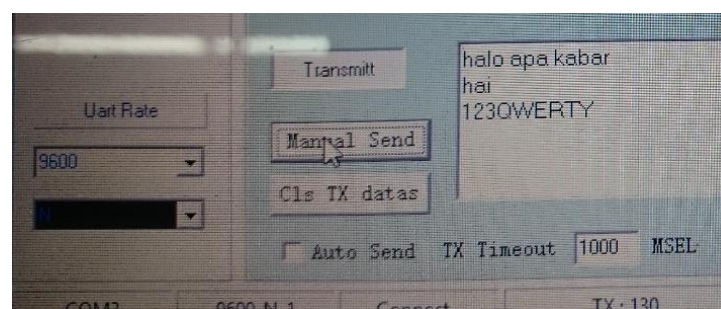
Pengujian modul ini bertujuan untuk melihat apakah modul MP3 ini dapat memainkan rekaman suara sesuai dengan penyimpanan pada *memory card* dengan memasukan sebuah keterangan angka dibelakangnya dengan urut, ketika sampah yang telah masuk langsung memainkan rekaman suara tersebut. Hasil pengujian Modul MP3 ditampilkan pada Tabel 9.

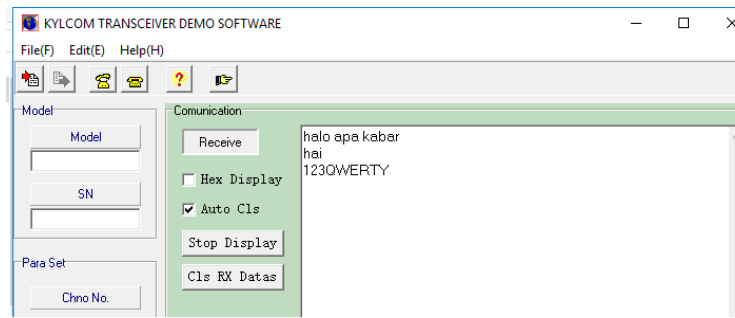
■ Tabel 9. Hasil Pengujian Modul MP3.

Rekaman Suara	Suara yang Dijalankan (Sesuai)
Terima kasih 0001	Sesuai

MODUL GFSK

Pengujian modul GFSK ini dilakukan dengan mengirimkan data dari komputer ke modul GFSK. Pengiriman data ini akan dibaca melalui *serial monitor*. Data yang dikirimkan berupa satu paket *string* yang terdiri dari beberapa karakter dan dikirim sebanyak lima kali. Modul GFSK dihubungkan dengan *downloader* melalui pin RX, TX, VCC dan *ground* lalu selanjutnya kabel *downloader* dihubungkan ke komputer. Hasil pengujian modul GFSK ini ditampilkan pada Tabel 10. Hasil pembacaan data yang dikirim dan diterima oleh modul GFSK dapat dilihat pada Gambar 16.





■ **Gambar 16.** Hasil Pembacaan Data yang Dikirim dan Diterima pada *Serial Monitor*

■ **Tabel 10.** Hasil Pengujian Modul GFSK.

Pengujian	Data yang Dikirim	Data yang Diterima Modul GFSK
Ke-1	halo apa kabar	halo apa kabar
Ke-2	hai	hai
Ke-3	123QWERTY	123QWERTY

MOTOR SERVO

Modul penggerak ini menggunakan motor servo 12V. Pada pengujian ini memberikan *input* tegangan 5V untuk mengaktifkan motor servo. Pengujian tersebut menggunakan bantuan sebuah catu daya 5V. Hasil pengujian hasil motor servo pada Tabel 11.

■ **Tabel 11.** Hasil Pengujian Motor servo

Tegangan (Volt)	Servo
5	Berputar
0	Tidak Berputar

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS KESELURUHAN SISTEM

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan cara menghubungkan antara modul yang dirancang dan modul yang tidak dirancang. Pengujian yang dilakukan ini membuktikan apakah keseluruhan dari semua sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Pengujian yang dilakukan pertama kali dilakukan dengan menguji sensor pendeteksi obyek.

- Ketika ada obyek yang mendekati tempat sampah maka tutup tempat sampah akan membuka secara otomatis yang kemudian sampah masuk akan terdeteksi oleh sensor pendeteksi sampah dan selanjutnya akan memainkan suara “Terima kasih telah membuang sampah pada tempatnya, jaga kebersihan lingkungan di sekitar Anda” yang sudah disimpan.
- Kondisi berikutnya ketika sampah dimasukkan berulang kali maka sensor akan terus membaca sampah yang masuk dan memainkan suara tersebut.
- Kondisi lainnya ketika ada obyek yang hanya melewati tempat sampah tersebut dan ternyata sensor pendeteksi obyek mendeteksi maka akan tetap terbuka penutup tempat sampah tersebut walaupun keadaannya obyek tidak ingin membuang sampah pada tempat sampah.
- Selanjutnya mengetahui kondisi pendeteksi kapasitas sampah dalam keadaan penuh atau tidak, ketika sampah sudah dalam keadaan penuh maka sensor akan mengirimkan informasi tersebut dan akan menampilkan perubahan pada indikator lampu LED yang menyala berwarna merah.
- Indikator LED berwarna merah menandakan kondisi sampah dalam keadaan penuh dan harus segera dibersihkan ketika sampah sudah dalam keadaan bersih maka tampilan indikator LED akan menyala berwarna hijau dan kembali dalam keadaan awal.

KESIMPULAN

Perancangan dan realisasi sistem ini sesuai dengan tujuannya, yaitu dapat membuka penutup secara otomatis dan memainkan suara “Terima kasih telah membuang sampah pada tempatnya, jaga kebersihan lingkungan di sekitar Anda”. Penutup tempat sampah tetap terbuka walaupun obyek hanya melewati tempat sampah. Tampilan indikator LED berwarna merah menandakan kondisi sampah penuh untuk segera dibersihkan dan LED berwarna hijau menandakan dalam keadaan awal kondisi sampah tidak penuh.

DAFTAR ACUAN

- [1] S. Rahardjo, L. Dina, dan Suyono, *Pengendalian Dampak Lingkungan*. Surabaya: Penerbit Airlangga, 2006.
- [2] J.E Istiyanto, *Pengantar Elektronika & Instrumentasi*. Jakarta: Penerbit Andi, 2014.
- [3] W. Budiharto, *Robot Cerdas*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, halaman 7.
- [4] J. Caniou, *Passive Infrared Detection Theory And Applications*, Bruz: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [5] Svedek, Tomislav, H. T. Marijan, A Simple Signal Shaper For GMSK/GFSK and MSK Modulator Based On Sigma-Delta Look-up Table, *Journal Radio Engineering*, Vol.18m no 2, University of Osijek Croatia, 2009 halaman 230-237.
- [#] Song, Choi, and Lee, Surveillance Tracking System Using Passive Infrared Motion Sensor in Wireless Sensor Network. *International Conference on Information Networking*, 2008, page; 1-5.