

## PERANCANGAN DAN REALISASI ROBOT LINE FOLLOWER UNTUK PENGANGKUT SAMPAH OTOMATIS

### DESIGN AND REALIZATION LINE FOLLOWER ROBOT FOR AUTOMATIC GARBAGE CARRIER

Hebi Jaya Wahyudi<sup>1</sup>, Angga Rusdinar, ST., MT., Ph.D<sup>2</sup>, Yuli Sun Hariyani, ST., MT<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Prodi O3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom [hebijoyo@gmail.com](mailto:hebijoyo@gmail.com),  
[anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id), [yulisunhariyani@telkomuniversity.ac.id](mailto:yulisunhariyani@telkomuniversity.ac.id)

#### ABSTRAK

Melihat kondisi dilapangan saat ini terkadang masih banyak sekali kendaraan pengangkut sampah yang terlihat mengangkut beban yang melebihi batas angkutnya. Namun terkadang masih ada kendaraan pengangkut sampah yang membawa sampah kurang dari kapasitasnya. Hal ini disebabkan karena setiap hari produksi sampah dari setiap individu atau kelompok di suatu lokasi bervariasi dan sistem pengangkutan sampah yang ada lebih beracuan kepada waktu bukan berdasarkan kapasitas. Sehingga dibutuhkan sebuah solusi untuk menangani permasalahan tersebut.

Pada Proyek Akhir ini dirancang dan realisasi sebuah sistem pengangkut sampah otomatis yang terintegrasi dengan robot line follower. Pada robot ini terdapat sebuah conveyor yang digunakan untuk membuang sampah secara otomatis. Lalu untuk menentukan posisi pembuangan akhir maupun lokasi awal dengan Radio Frequency Identification (RFID). Untuk detektor kapasitas menggunakan LED yang dipancarkan ke Light Dependent Resistor (LDR) pada beberapa titik pada tempat sampah. Sehingga ketika sampah sudah penuh conveyor akan bergerak untuk membuang sampah yang ada pada tempat pembuangan akhir sampah.

Hasil dari Proyek akhir ini robot line follower dapat mengangkut sampah ke tempat pembuangan akhir sampah dengan sensor detektor kapasitas dan beban maksimal yang dapat diangkut 7 kg. Lalu untuk mendeteksi letak tempat pembuangan akhir menggunakan tag RFID dengan prosentase error pembacaan sebesar 10%.

Kata kunci: *robot line follower, sampah, conveyor, RFID, LDR*

#### ABSTRACT

See conditions in the field today sometimes still a lot of garbage transport vehicles are seen carrying loads that exceed the limits of transports. But sometimes there are vehicles that carry garbage less than that's capacity. Because the daily production of trash of any individual or group in a locations is varied/ not fixed and waste transportation system that is from the time is not based on capacity. And so we need a solution to handle these problems.

This final project will be designed and realized an automated garbage system that is integrated with the robot line follower. On this there is a conveyor robot is used to take out the trash automatically. Then to determine the position of the final disposal as well as the initial location with Radio Frequency Identification (RFID). To use the capacity detector LED emitted into Light Dependent Resistor (LDR) at some point in the trash. So that when the trash is full conveyor will move to throw garbage at the landfill.

Output from this final project line follower robot can transport the garbage to the landfill garbage with a detector capacity sensor trash and maximum load capacity 7 kg. And then to detect the location of the landfill using the RFID tag and reading error percentage is 10%.

*Keyword: Line follower robot, Trash, conveyors, RFID, LDR.*

---

## 1. PENDAHULUAN

### 1.2 LATAR BELAKANG

Dalam kehidupan sehari-hari setiap harinya manusia menghasilkan sampah baik berupa sampah organik maupun anorganik. Untuk sampah organik secara tidak langsung dapat terurai oleh hewan pengurai, namun untuk sampah anorganik butuh proses lebih lanjut untuk mengurainya. Terkadang sampah anorganik terkumpul pada satu tempat dan dipindahkan berdasarkan jadwal pengangkutan petugas kebersihan. Keadaan tersebut sangat mengganggu kenyamanan serta keindahan sebuah tempat. Selain itu dengan sistem penjadwalan dinilai kurang efisien dan masih terdapat kekurangan.

Untuk memaksimalkan serta meningkatkan nilai efisiensi maka penulis akan merancang dan merealisasikan pengangkut sampah otomatis yang terintegrasi dengan robot line follower. Pada sistem ini mengaplikasikan robot line follower yang telah dirancang untuk memindahkan sampah yang sudah menumpuk ke tempat pembuangan akhir atau tempat pengolahan limbah lanjut.

### 1.2 PERMASALAHAN

Dari latar belakang diatas permasalahan yang akan dibahas pada proyek akhir ini adalah merancang serta merealisasikan sebuah sistem pengangkut sampah otomatis yang terintegrasi dengan robot line follower. Pada robot line follower akan ditempatkan sebuah conveyor beserta tempat sampah yang akan dibawa menuju tempat pembuangan akhir sampah atau pengolahan limbah lanjut. Untuk itu dibutuhkan sebuah tag RFID untuk mendeteksi lokasi tempat pembuangan akhir.

### 1.3 TUJUAN

Tujuan dibuatnya robot line follower untuk pengangkut sampah ini adalah merealisasikan conveyor untuk pembuangan sampah dan dapat mendeteksi kapasitas tempat sampah dengan menggunakan sensor detektor cahaya.

### 1.4 BATASAN MASALAH

Pada pembuatan sistem pengangkut sampah pada robot ini menggunakan Atmega 328 untuk mengatur pergerakan dari conveyor serta sensor detektor cahaya untuk mendeteksi kapasitas tempat sampah. sistem pengangkutan tempat sampah ini menggunakan robot line follower yang sudah ada dengan sedikit pengembangan sehingga dapat membawa beban tempat sampah pada bidang datar (horizontal). Untuk mekanisme pembuangan sampah menggunakan conveyor dan untuk mengembalikan tempat sampah ke posisi awal dibutuhkan bantuan manusia. Pada proyek akhir ini satu robot hanya dapat mengakses satu tempat sampah dan untuk mendeteksi letak pembuangan akhir menggunakan tag RFID. Sampah yang dapat diangkut oleh robot merupakan sampah benda padat plastik/anorganik berwarna (tidak bening).

### 1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut

1. Studi literature dengan cara mempelajari teori dan praktek dilapangan yang mendukung dengan proyek akhir ini.
2. Perancangan dan realisasi sistem mekanika, elektronika, maupun program
3. Integrasi serta pengujian sistem yang telah dirancang.
4. Penarikan hasil kesimpulan didapatkan dari perancangan dan realisasi alat untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan alat untuk dijadikan kajian.

### 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Adapun sistematika penulisan laporan proyek akhir ini sebagai berikut. BAB I membahas mengenai latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan. BAB II berisi teori dasar yang digunakan untuk penyusunan proyek akhir meliputi penjelasan secara singkat mengenai sampah, robot line follower, driver dan motor DC, conveyor, mikrokontroler, LDR, RFID. BAB III berisi tentang perancangan sistem mekanika, elektronika, dan program. BAB IV berisi tentang realisasi dari hasil perancangan

serta pengujian dari hasil perancangan. **BAB V** berisi kesimpulan dan saran dari proyek akhir ini yang kedepannya dapat dikembangkan.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 SAMPAH

Sampah merupakan sebuah material sisa hasil produksi yang nilai kegunaanya hampir tidak ada. Menurut kamus istilah lingkungan tahun 1994, sampah merupakan bahan yang sudah tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembikinan atau pemakaian barang rusak atau bercacat dalam pembikinan manufaktur atau materi berkelebihan atau ditolak atau buangan. Secara bentuk sampah dibedakan menjadi dua jenis yaitu sampah padat dan cair. Sementara menurut bahan baku sampah dibedakan menjadi dua yaitu organik dan anorganik.

Di Indonesia pengelolaan sampah dinilai buruk dan masih banyak hal yang harus diperbaiki. Dengan sistem pengangkutan yang menggunakan siklus harian, mingguan, bahkan bulanan dinilai kurang begitu efisien. Terkadang dengan menggunakan sistem tersebut tumpukan sampah sudah berserakan dimana-mana dan mengganggu bagi kenyamanan lingkungan sekitar.

### 2.2 Robot Line Follower

Robot merupakan sebuah piranti cerdas yang dapat mengerjakan suatu pekerjaan sehingga dapat memudahkan manusia dalam bekerja yang sudah didefinisikan dengan kecerdasan buatan. Robot dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu robot mobil (bergerak), robot manipulator (tangan), robot humanoid, robot berkaki, robot terbang, serta robot underwater.

Robot line follower termasuk kedalam jenis robot mobil. Kelebihan dari robot line follower dibandingkan dengan robot mobil jenis lain adalah dapat bergerak mengikuti garis yang telah dibuat sebelumnya.

### 2.3 Driver dan Motor DC

Driver motor merupakan rangkaian penghubung antara mikrokontroller dengan driver motor. Fungsi driver motor yaitu untuk mengatur arah serta kecepatan putaran motor dengan memisahkan catu daya untuk mikrokontroller dan motor, karena arus serta tegangan yang dikeluarkan oleh mikrokontroller tidak bisa memenuhi kebutuhan motor.

Motor DC merupakan perangkat elektromagnetik yang memiliki fungsi merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC membutuhkan suplai tegangan dengan arus yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

### 2.4 Conveyor

Conveyor merupakan sebuah sistem mekanis yang digunakan untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lain. Penggerak utama dari suatu conveyor berupa mesin atau motor. Conveyor sudah banyak digunakan di beberapa perusahaan untuk memindahkan maupun mengangkut barang. Secara umum conveyor dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu belt conveyor, chain conveyor, screw conveyor, pneumatic conveyor. Belt conveyor terdiri atas sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada belt conveyor ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut.



**Gambar 2.1 Belt Conveyor Driver<sup>[8]</sup>**

Lalu konveyor jenis screw conveyor menggunakan rantai sebagai alat bantu menggerakkan benda. Screw conveyor dibedakan menjadi beberapa jenis lagi yaitu Scraper Conveyor, Apron Conveyor, Bucket Conveyor.

## 2.5 Mikrokontroller

Mikrokontroller merupakan sebuah chip piranti cerdas yang dapat mengeksekusi atau menjalankan suatu perintah atau program yang telah tersimpan didalam memori. Kelebihan dari mikrokontroller lebih efisien serta tidak telalu banyak menggunakan tempat karena bentuknya yang simpel dan portable.

chip mikrokontroller terdiri dari berbagai macam jenis diantaranya ATmega 8, ATmega 328, ATTiny, dll. Namun sekarang yang lebu banyak digunakan adalah mikrokontroller dengan papan ARDUINO. Arduino menggunakan mikrokontroller ATmega 328 memiliki beberapa kelebihan diantaranya *open source*, banyak *shield* yang *compatible*.

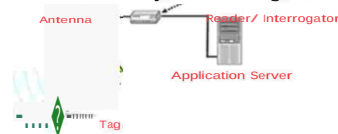
## 2.6 LDR (*Light dependent Resistor*)

LDR (*Light dependent Resistor*) merupakan sebuah sensor pendeteksi intensitas cahaya berdasarkan nilai resistansinya. Pengaplikasian sensor LDR cukup banyak diantaranya, saklar lampu otomatis, pembuka tirai otomatis, detektor kendaraan, dsb. Untuk pengaplikasian sensor LDR pada mikrokontroler cukup dengan membuat rangkaian pembagi tegangan lalu dihubungkan dengan pin untuk membaca nilai analog pada mikrokontroller.

## 2.7 RFID<sup>[1]</sup>

RFID (*Radio Frequency Identification*) merupakan sebuah teknologi untuk mendeteksi sebuah objek dengan menggunakan transmisi frekuensi radio. Untuk membaca informasi teknologi RFID menggunakan tag atau transponder (*Transmitter + Responder*). RFID tidak membutuhkan kontak langsung maupun jalur cahaya untuk beroperasi, dapat berfungsi pada berbagai variasi lingkungan, dan menyediakan integritas data yang tinggi. Karena teknologi ini sulit dipalsukan, maka RFID dapat menyediakan tingkat keamanan tinggi.

RFID Tag menggunakan prinsip kerja elektromagnetik yang memiliki data unik dan akan aktif apabila antena dari tag menerima frekuensi yang sesuai dari perangkat pembaca. RFID tag terdiri dari dua bagian yaitu *inlay* dan *Encapsulation* I bungkus inlay. berdasarkan catu daya RFID tag dibedakan menjadi tag aktif dan tag pasif.

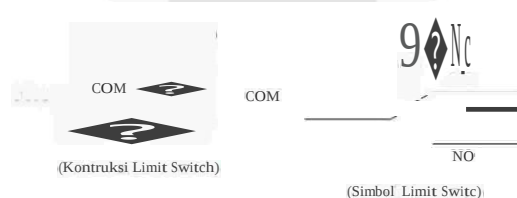


Gambar 2.2 Skema kerja RFID[1]

RFID reader merupakan pemgkat pembangkit gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tertentu dan memiliki jarak tertentu untuk mengaktifkan chip pada RFID tag. Untuk tag pasif, RFID reader digunakan untuk mentransmisikan gelombang elektromagnetik yang diterima oleh tag pasif.

## 2.8 Limit Switch

Limit switch<sup>[1]</sup> merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. Prinsip kerja limit switch diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.



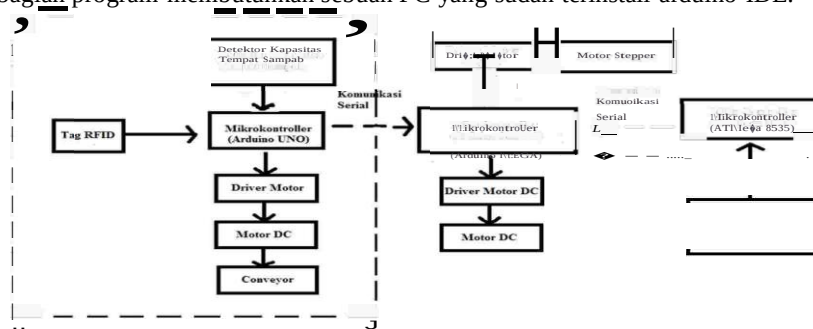
Gambar 2.3 Konstruksi Limit Switch

## 3. PEMBAHASAN



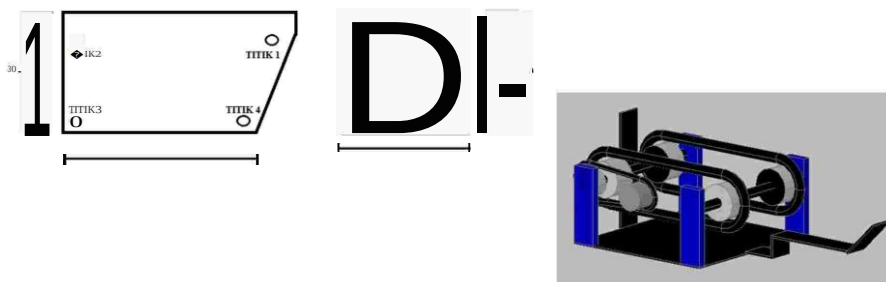
### 3.1 PERANCANGAN

Berdasarkan hasil perancangan, dibutuhkan sistem mekanika, elektronika, dan program. Pada bagian mekanika dibutuhkan conveyer beserta tempat sampah, robot line follower. Lalu pada sistem elektronik membutuhkan Arduino Uno, driver dan motor DC, sensor LDR untuk detektor kapasitas, serta rangkaian modul RFID. Untuk dibagian program membutuhkan sebuah PC yang sudah terinstall arduino IDE.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada proyek akhir ini dirancang apabila sensor detektor kapasitas yang berupa LDR membaca nilai ADC lebih kecil dari nilai batas/ threshold maka robot akan mengirimkan perintah untuk menuju tempat pembuangan akhir. Sedangkan pada saat kondisi pembacaan nilai ADC lebih besar dari batas threshold maka robot akan terus membaca nilai analog dan mengirimkan perintah lain kepada robot. Sensor LDR yang digunakan berada pada empat titik yang berbeda. Lalu ketika tempat sampah sudah terisi penuh, maka robot akan bergerak untuk mencari letak pembuangan akhir. Ketika berada pada lokasi pembuangan akhir maka conveyor akan bergerak untuk membuang sampah yang ada pada tempat sampah hingga dan akan ketempat asal apabila kondisi tempat sampah sudah kosong.



Gambar 3.2 letak sensor LDR dan mekanika conveyor

Robot yang digunakan berupa robot yang sudah ada dan merupakan hasil pengembangan robot dengan menggunakan dua roda pembelok. Lalu untuk mengenali letak tempat pembuangan akhir menggunakan tag RFID. Jarak antara tag rfid dengan rfid reader sejauh 3 cm yang dipasangkan pada bagian depan (bumper) robot. Robot akan menerima perintah tertentu untuk dieksekusi sesuai dengan perintah yang diberikan oleh mikrokontroler. Perintah yang dikirim menggunakan komunikasi serial.

Gambar 3.1 Data serial yang dikirim dan eksekusi robot

| Data Serial yang Dikirim | Eksekusi Robot                 |
|--------------------------|--------------------------------|
| 0                        | Robot berjalan mengikuti garis |
| 1                        | Robot berjalan mengikuti garis |
| 2                        | Robot berhenti                 |
| 3                        | Robot berhenti                 |
| 4                        | Robot berjalan mengikuti garis |

### 3.2 REALISASI DAN PENGUJIAN

Pada tahap realisasi dan pengujian sistem, sistem pengangkut sampah otomatis yang terintegrasi dengan robot akan di lihat nilai dari pembacaan LDR (Light Dependent Resistor). Pengujian ini dilakukan selama 10 kali pada sebuah ruangan yang terkena sedikit paparan sinar matahari pada pukul 14.00 WIB hingga pukul 18.00. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil pembacaan sensor ketika tempat sampah terisi sampah dan ketika kosong. Hasil pengujian ini ditampilkan pada menu serial monitor yang berupa nilai ADC. Dari pembacaan nilai ADC terdapat perbedaan antara kondisi pada ruangan dengan intensitas cahaya tinggi dan intensitas cahaya rendah.

Tabel 3.2 Hasil pembacaan sensor LDR terhadap nilai ADC

| No. | Kondisi Lingkungan          | Pin 1 | Pin 2 | Pin 3 | Pin 4 | Isi tempat sampah     |
|-----|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 1.  | Dalam ruangan cahaya terang | 815   | 880   | 903   | 851   | Kosong                |
| 2.  | Dalam ruangan cahaya terang | 1     | 17    | 71    | 2     | Terisi (Hampir penuh) |
| 3.  | Dalam ruangan cahaya redup  | 609   | 826   | 773   | 867   | Kosong                |
| 4.  | Dalam ruangan cahaya redup  | 26    | 350   | 0     | 46    | Terisi (Hampir penuh) |

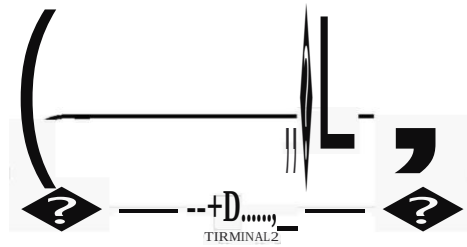
Lalu untuk pengujian dilakukan pada saat LDR berada diluar objek adalah didapatkan nilai ADC yang lebih rendah. Pengujian ini dilakukan pada sebuah ruangan tertutup berukuran 5x3 meter dengan sistem penerangan menggunakan lampu 20 Watt. Keadaan tersebut karena dipengaruhi oleh sinar LED memancar ke segala arah dan tidak dapat diterima maksimal oleh LDR.

Tabel 3.2 Hasil pembacaan sensor terhadap tegangan (diluar tempat sampah)

| Kondisi        | Jarak (cm) | Tegangan (volt) |
|----------------|------------|-----------------|
| Ruangan terang | 1          | 4,3             |
|                | 5          | 3,45            |
|                | 10         | 2,9             |
|                | 15         | 2,4             |
|                | 20         | 2,1             |
|                | 25         | 1,95            |
| Ruangan Gelap  | 1          | 4,5             |
|                | 5          | 3,58            |
|                | 10         | 3,01            |
|                | 15         | 2,4             |
|                | 20         | 1,9             |
|                | 25         | 1,5             |

Lalu berdasarkan data diatas nilai sensitifitas sensor LDR pada saat didalam tempat sampah dan diluar tempat sampah memiliki perbedaan. Pembacaan sensor LDR pada saat didalam tempat sampah memiliki nilai terkecil 815, sedangkan pada saat di luar tempat sampah dengan kondisi ruangan dan jarak yang hampir sama yaitu 25 cm memiliki nilai  $1,95\text{Volt} = 1,95/5 \times 1023 = 399$  (nilai ADC)

Pada pengujian pembacaan tag RFID bertujuan untuk melihat prosentase dari kesalahan pembacaan tag RFID pada jalur. Jalur yang dibuat berbentuk seperti velodrome dimana pada setiap lintasan lurus dipasangkan masing-masing satu kartu tag RFID. Kartu tag RFID digunakan untuk robot mendeteksi terminal.



**Gambar 3.3** Jalur Robot dan Tag RFID

Prosentase kesalahan pembacaan tag RFID pada terminal satu sebesar 10%, lalu pada terminal dua sebesar 10%. Pengujian ini dilakukan selama 10 kali pada masing-masing terminal yang digunakan.

Pengujian pergerakan conveyor dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu pembuangan sampah rata-rata dan beban maksimal yang dapat diangkut. Dari 5 kali pengujian didapatkan batas maksimal beban sampah yang diangkut sebesar 7 Kilogram. Pengukuran nilai beban menggunakan neraca analog. Apabila beban melebihi 7 kilogram, maka conveyor pembuang sampah tidak dapat membuang sampah.



**Gambar 3.4** Grafik delay pergerakan conveyor terhadap beban tempat sampah

## KESIMPULAN

### 4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian, analisis alat yang dirancang dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem secara keseluruhan sistem pembuangan sampah dengan menggunakan conveyor sudah berjalan dengan batas beban sebesar 7 kilogram. Hal ini disebabkan karena penggunaan karet oring sebagai bantalan memiliki daya tahan beban yang tidak terlalu berat dan pengaruh dari driver motor serta motor de yang digunakan.
2. Untuk sistem detektor secara keseluruhan sudah dapat bekerja sesuai perancangan karena detektor pada saat terisi penuh oleh sampah nilai ADC yang dibaca oleh LDR kurang dari batas treshold sedangkan pada saat tidak ada sampah maka nilai ADC yang dibaca lebih dari batas treshold.
3. Untuk sistem tag RFID data error pada pengujian dengan jalur yang dibuat memiliki error pembacaan data 10% dari 10 kali percobaan. Hal ini diakibatkan karena jalur yang dirancang belum sepenuhnya mendatar atau rata dengan permukaan lantai, sehingga mengakibatkan adanya sedikit guncangan.

### 4.2 SARAN

Dari proyek akhir ini masih banyak pengembangan yang dapat dilakukan agar sistem yang telah dirancang menjadi lebih optimal:

1. Agar pembacaan sensor detektor kapasitas lebih akurat maka perlu ditambahkan beberapa sensor detektor dan ditambahkan sensor pengukur beban yaitu sensor flexiforce.
2. Untuk mengurangi nilai kesalahan pembacaan maka RFID reader ditempatkan menjadi satu papan dengan sensor line follower.
3. Untuk lebih mengefisiensikan kinerja robot maka disetiap tempat sampah dipasangkan alat komunikasi dengan robot, agar robot dapat mengakses lebih dari satu tempat sampah.

## DAFTAR PUSTAKA

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwiprasetyabudhi, S.F., 2015. "Perancangan dan Realisasi Sistem Automatic Guided Vehicle (AGV) Menggunakan Algoritma Dijkstra Untuk Informasi Posisi dan Navigasi". Bandung: Universitas Telkom.
- [2] Putri, W.A., 2010. "Alat Pendeteksi Warna dan Penampil Panjang Gelombang Menggunakan Light Dependent Resistor (LDR) Berbasis Mikrokontroler AT89S51". Tugas Akhir Program Studi Diploma III Fisika Instrumentasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [3] Widayanto, Dian Wahyu. 2012. "Desain dan Implementasi Robot mobil Pengikut Benda Bergerak Dengan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroller ATmega 128". Bandung : IT Telkom
- [4] Nizar, Chairil. 2015. Pengertian Sampah .(Online). Available: [www.ilmusipil.com](http://www.ilmusipil.com) (Mei 2015)
- [5] Prakoso, Bambang Dwi. 2014. "Perancangan dan Analisis perbandingan posisi sensor garis pada robot management sampah". Malang: Unibraw
- [6] \_\_\_\_\_. 2012. Limit Switch dan saklar push on (Online). Available: <http://elektronika-dasar.web.id/> (Juni 2015)
- [7] Satrio, Afrursah. 2015. "Perancangan Dan Implementasi Automatic Guided Vehicle (AGV) Dengan sistem pengendali arah pada roda depan menggunakan metode fuzzy logic". Bandung: Universitas Telkom.
- [8] Siregar, Syahrul Fauzi. 2004. "Alat Transportasi Benda Padat". Medan: Universitas Sumatera Utara.