



# Robot Pembaca Jalur Busway Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 16

Irkhos, Mangantar R. B. Sinaga, Rida Samdara dan Suhendra

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia*

Diterima 24 Nov 2011; Disetujui 10 Des 2011

**Abstrak** - Tingginya tingkat kenyamanan dalam berkendara pada saat ini sangat berkurang, hal ini yang membuat kita untuk lebih berhati-hati khususnya pada kendaraan angkutan umum. *Busway* sebagai kendaraan angkutan umum tidak efisien karena membutuhkan biaya operasional dalam sekali beroperasi dan biaya sejumlah *crew* sebagai pengemudi *busway*. Penelitian ini merancang sebuah *prototype busway* yang berupa robot *busway* otomatis tanpa pengemudi, yang dapat berjalan mengikuti jalur putih diatas hitam yang berlebar 2 cm. Program yang digunakan *CodeWizardAVR V1.24.5 Evaluation*. Dengan hasil robot busway dapat berjalan ditikungan ke kiri dan ke kanan, lurus, dan pada posisi di Halte, busway akan berhenti beberapa detik, dengan keadaan pintu busway terbuka dan tertutup kembali. Robot busway berjalan kembali mengikuti jalur. pada LCD akan menampilkan informasi (selamat datang) pada saat pintu terbuka dan (5 detik lagi bus akan berangkat) pada saat pintu akan tertutup.

**Kata Kunci:** ATmega16, Line Follower, Busway

## 1. Pendahuluan

*Busway* adalah sebuah sistem transportasi bus cepat (*Bus Rapid Transit*) di Jakarta. Sistem ini dimodelkan berdasarkan sistem *TransMilenio* yang sukses di Bogota, Kolombia. Perencanaan *busway* telah dimulai sejak tahun 1997 oleh konsultan dari Inggris. Pada waktu itu direncanakan bus berjalan berlawanan dengan arus lalu-lintas (*contra flow*) supaya jalur tidak diserobot kendaraan lain, namun dibatalkan dengan pertimbangan keselamatan lalu-lintas.

*Busway* salah satu jalan keluar yang diambil pemerintah untuk mengurangi kemacetan, karena *busway* memiliki jalur khusus dalam pengoperasiannya. Saat pertama kali *busway* mulai beroperasi di Indonesia tarif biaya operasionalnya disubsidi oleh pemerintah, namun saat ini *busway* telah beroperasi secara komersial, yang mengharuskan bagi masyarakat untuk membayar uang tarif operasional *busway* yang mahal. Mahalnya biaya operasional disebabkan oleh jumlah *crew* yang tidak sedikit dalam operasi sehari-hari.

Dari hasil penelitian dan uji coba robot pembaca jalur *busway* yang pernah dilakukan ternyata masih dapat diperbaiki. Robot hanya dapat berjalan mengikuti jalur

lurus, tikungan dan pintu otomatis dengan kelebaran jalur sebesar 2 cm dalam lintasan yang terbuat dari melamin, [2] tanpa kita mengetahui proses penyampaian informasi pada pembukaan dan penutupan pintu otomatis.

Cara untuk mengetahui informasi tersebut dapat menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) yang dapat menyampaikan informasi. Pada penelitian ini dirancang sebuah model robot mobil *line tracking* dengan menambahkan perangkat *hardware* yaitu LCD (*Liquid Cristal Display*) untuk penampil informasi dari proses kerja motor servo terhadap pintu *otomatis busway*, yang dapat dipandu oleh garis berwarna putih dan hitam dengan memanfaatkan cahaya inframerah yang akan ditangkap oleh *photodiode*.

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Robot bentuknya berbeda-beda seperti juga pada manusia, robot pada dasarnya mempunyai lima komponen utama, diantaranya: 1).Tubuh atau Rangka, 2). Otot untuk menggerakkan tubuh, 3). Sensor yang dapat menerima

informasi dari dalam tubuh atau dari lingkungan sekitar,  
 4). Sumber tenaga untuk menggerakkan otot dan sensor,  
 5). Otak yang memproses informasi dari sensor dan memberitahu apa yang harus dilakukan [2].

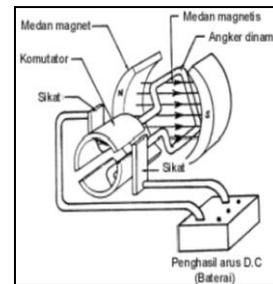
Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai input dan *output* (I/O) serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data, jika sudah mahir membaca dan menulis data maka dapat membuat program untuk suatu sistem pengaturan otomatis [3].

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu. Motor DC dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor DC adalah searah dengan arah putaran jarum jam (*Clock Wise/CW*) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan [4].

Motor arus searah (*motor DC*) merupakan salah satu jenis motor listrik yang bergerak dengan menggunakan arus searah. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arahnya pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor yang paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas diantara kutub-kutub magnet permanen seperti pada gambar. 1

Aturan Genggaman Tangan kanan dapat dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah ada aliran arus, maka jari-

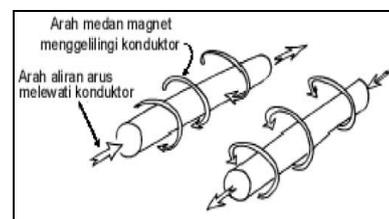
jari anda akan enunjukkan arah garis fluks. Medan magnet hanya terjadi disekitar sebuah konduktor jika ada arus yang mengalir pada konduktor tersebut [5].



Gambar 1. Struktur motor DC sederhana [1].

Pada motor listrik, konduktor berbentuk U disebut angker dynamo, dapat di lihat pada Gambar 3. Catu tegangan DC dari baterai menuju lilitan melalui sikat menyentuh komutator dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada Gambar 1 disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar diantara medan magnet. Motor ini memiliki keunggulan dari motor AC yaitu mudah dalam mengatur dan mengontrol kecepatan putarnya. Ada beberapa cara untuk dapat mengendalikan kecepatan motor DC, antara lain dengan mengatur lebar pulsa tegangan setiap detiknya yang diberikan pada motor DC (*teknik PWM*) atau secara manual yaitu mengatur jumlah arus dan tegangan yang diberikan pada motor DC [1].

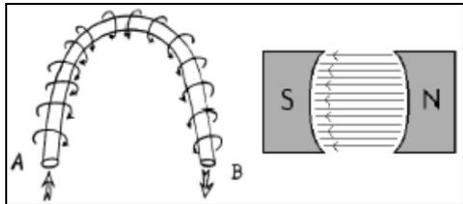
Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet disekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor dapat di lihat pad Gambar 2.



Gambar 2. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor [1]

Aturan Genggaman Tangan kanan dapat dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah ada aliran arus, maka jari-

jari anda akan enunjukkan arah garis fluks. Medan magnet hanya terjadi disekitar sebuah konduktor jika ada arus yang mengalir pada konduktor tersebut [5]. Pada motor listrik, konduktor berbentuk U disebut angker dynamo, dapat di lihat pada Gambar 3.

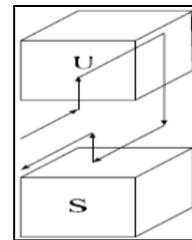


Gambar 3. Medan megnet mengelilingi konduktor diantara dua kutub [1].

Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo) diletakkan diantara kutub utara dan selatan yang kuat dalam medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan magnet kutub. Lingkaran A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan. Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat dibawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak kearah atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat diatas konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak turun agar keluar dari yang kuar tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum: 1). Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya, 2). jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran, maka kedua sisi lingkaran , yaitu sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan. 3). Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar untuk memutar kumparan. 4). Motor-motor memiliki beberapa lingkaran pada dinamonya untuk memberikan tenaga putar yang lebih seragam dan medan magnet yang dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan pada motor DC, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor DC) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan

demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi. Daerah tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

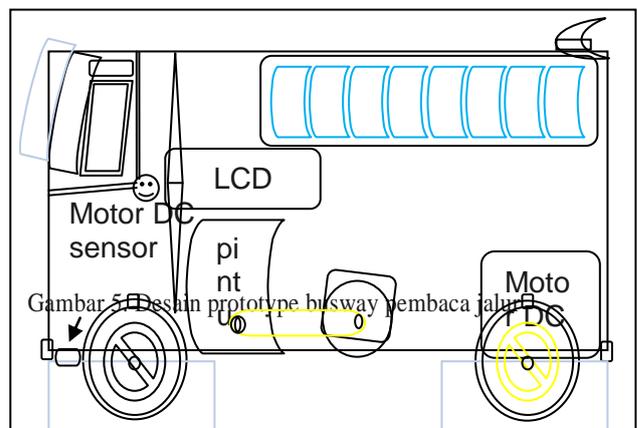


Gambar 4. Prinsip kerja motor DC [1].

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan dari motor DC. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tegangan putar sesuai dengan kecepatan yang diperlukan.

## 2 Metode Penelitian

Bahan dasar yang digunakan adalah akrilik tebal 2 mm untuk *body* robot, akrilik yang sudah dibentuk diberi lubang dengan menggunakan bor 3 mm untuk menempatkan rangkaian dan pondasi yang diinginkan. Desain robot dibuat sesuai dengan bus, sehingga *body* bus diberikan penutup bus dengan menggunakan akrilik. Desain bus dapat dilihat pada gambar 5.

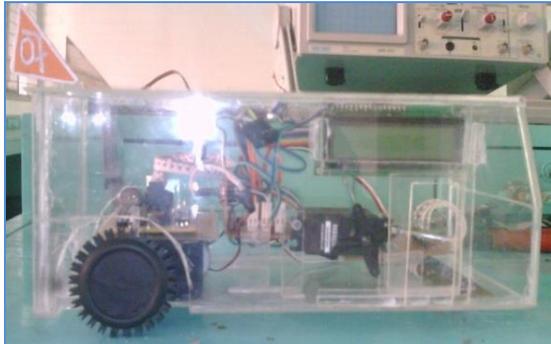


Gambar 5. Desain prototype busway pembaca jalur Sistem utama pada mesin robot pembaca jalur ini ialah mikrokontrol. Sinyal input yang dibaca oleh sensor adalah sebuah perintah yang akan diberikan oleh

mikrokontrol terhadap motor DC, intrupsi yang memerintahkan motor harus berputar ke kiri atau ke kanan, sehingga dapat diprogram setiap pergerakan robot tersebut untuk maju, belok kanan, belok kiri dan pada keadaan berhenti pada halte. Semua proses tersebut di tampilkan pada LCD sehingga semua proses dapat terkontrol dengan baik, ketika sensor membaca garis yang ada di bagian.

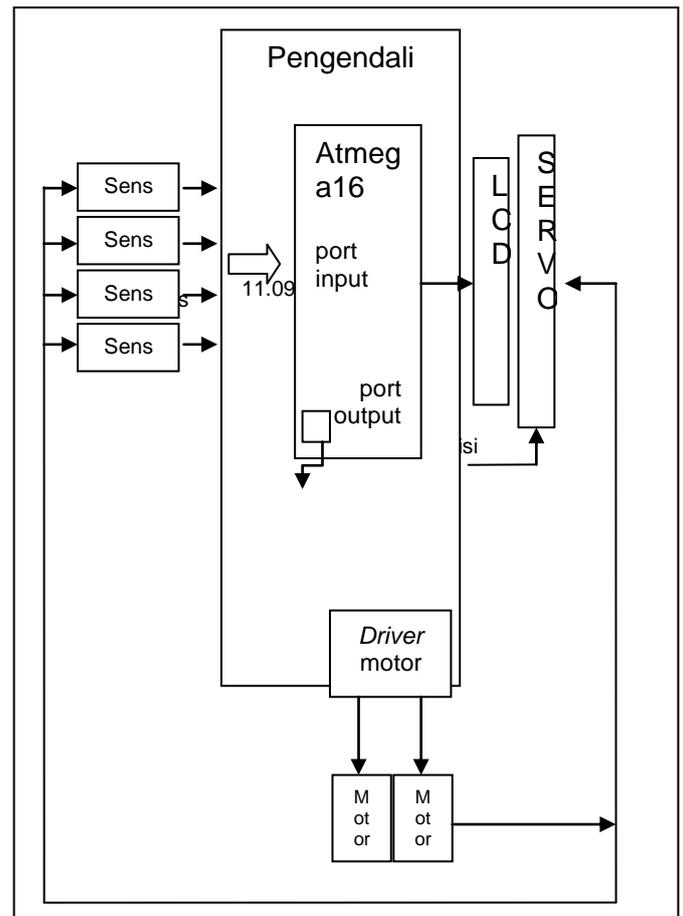
### 3. Hasil dan Pembahasan

Implementasi program merupakan tahap dimana sistem sudah dapat digunakan, sehingga pada tahap ini sistem sudah bisa dioperasikan sesuai dengan fungsi dan tujuan dibuatnya robot pembaca jalur *busway* berbasis ATmega16 tersebut. Apabila terdapat kesalahan-kesalahan pada sistem dapat diketahui pada saat implementasi robot pembaca jalur *busway* berbasis ATmega16 ini. Robot pembaca jalur *busway* berbasis ATmega16 yang dibuat memiliki batasan-batasan dalam implementasinya sesuai dengan rancangan program. Hasil dari perancangan robot *busway* dapat di lihat pada Gambar 6



Gambar 6. Robot pembaca jalur *busway*

Sebelum robot dijalankan pada jalur yang telah dibuat akan dilakukan pengujian komponen diantaranya pengujian 2 buah motor DC dengan *drivernya* L298, pengujian motor servo parallax, pengujian sensor dengan komperatornya LM 324, pengujian LCD, pengujian mikrokontrol AVR ATmega16, untuk pengujian dibutuhkan listing program yang telah dibuat menggunakan *CodeVisionAVR V1.24.5* yang telah di *Compile* ke *Chip* mikrokontrol dan pengujian mekanik robot *busway* agar pergerakan dari robot *busway* ini stabil.



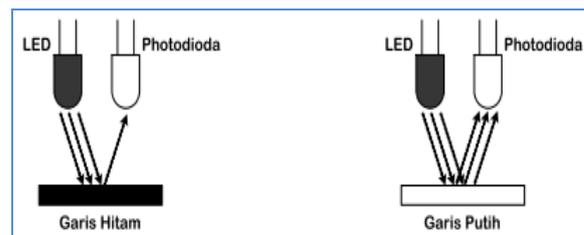
Gambar 7 Prinsip kerja sistim secara umum

Secara garis besar proses keseluruhan dari robot berpusat pada mikrokontrol ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 7, yang mendapat *input* tegangan dari sensor cahaya yang telah di *komperator* sehingga menghasilkan adanya beda tegangan dari *input inverting* dan *non- inverting* yang sesuai dengan ketentuan komparator dimana jika tegangan *non-inverting* > tegangan *inverting* maka output *high* atau berlogika 1, sebaliknya jika tegangan *non-inverting* < tegangan *inverting* maka output *low* atau berlogika 0. Logika ini diproses di dalam mikrokontrol yang telah di *compile listing program* ke dalamnya yang dapat memerintahkan *driver* motor DC untuk maju, memutar ke kiri, memutar ke kanan, berhenti, buka pintu, dan tutup pintu serta menampilkan informasi melalui LCD 2x16. Fungsi dari *photodiode* dan LED yang dirangkai menjadi sensor cahaya. LED memberikan sinar inframerah dan *photodiode* sebagai penangkap sinar yang diberikan LED, dengan prinsip kerjanya sama dengan switch, jika disinari oleh cahaya inframerah *photodiode* akan terhubung sehingga berlogika 1 dan jika tidak terkena cahaya inframerah *photodiode* tidak terhubung dan berlogika 0.

Logika 1 dan 0 timbul adanya perbedaan warna pada jalur *busway*, jalur yang terdiri dari 2 warna dimana diantaranya dapat memantulkan cahaya inframerah yang dapat ditangkap oleh *photodiode* yaitu berwarna putih yang menghasilkan logika 1, sedangkan warna yang tidak dapat memantulkan cahaya inframerah ialah warna hitam dengan logika 0. Dengan adanya logika 1 dan 0, robot dapat berjalan mengikuti jalur yang telah dibuat seperti pada Gambar 7. Robot *busway* akan mengikuti garis yang berwarna putih dengan bergerak sesuai dengan arah yang diberikan pada tanda panah, dan robot akan berhenti di halte dengan bantuan warna hitam yang berada pada halte sehingga, motor servo parallax berkerja membuka pintu *busway* dan menutup kembali setelah delay waktu yang diprogram, kemudian robot akan berjalan kembali mengikuti garis dan akan melakukan hal yang sama jika bertemu dengan halte.

Pengujian alat robot yang dilakukan ialah pengujian perangkat keras dan perangkat lunak diantaranya adalah pengujian motor DC dan *driver* motor DC, pengujian motor servo, pengujian sensor, pengujian LCD, pengujian mikrokontrol ATmega16, tahap tahap ini merupakan pengujian perangkat keras dari robot. Untuk pengujian perangkat lunak diawali dari tahap pembuatan program yang menggunakan *CodeVisionAVR V1.24.5* dan langsung pengujian seluruh perangkat ke jalur yang telah dirancang, dengan hasil bahwa *busway* dapat berjalan dibelokan, lurus dan pada halte robot ini dapat berhenti beberapa detik .

Pada tahap pengujian sensor yang perlu diperhatikan adalah sensor cahayanya, sensor cahaya bisa dibuat sendiri. Prinsip kerjanya sederhana, hanya memanfaatkan sifat cahaya yang akan dipantulkan jika mengenai benda berwarna terang dan akan diserap jika mengenai benda berwarna gelap. Sebagai sumber cahaya digunakan LED (*Light Emitting Diode*) yang akan memancarkan cahaya merah. Dan untuk menangkap pantulan cahaya LED, kita gunakan *photodiode*. Jika sensor berada di atas garis hitam maka *photodiode* akan menerima sedikit sekali cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada di atas garis putih maka *photodiode* akan menerima banyak cahaya pantulan. Berikut adalah ilustrasinya seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Prinsip kerja sensor cahaya

Pada garis hitam tampak bahwa jumlah cahaya yang datang tidak sama dengan cahaya yang dipantulkan disebabkan oleh kertas hitam menyerap cahaya sehingga cahaya yang dilepaskan oleh LED hanya sedikit dan nyaris tidak ada sama sekali yang ditangkap *photodiode*, berbeda dengan garis putih semua cahaya yang diberikan LED semuanya ditangkap oleh *photodiode*. Sifat dari *photodiode* adalah jika semakin banyak cahaya yang diterima, maka nilai resistansi diodanya semakin kecil. Dengan melakukan sedikit modifikasi, maka besaran resistansi tersebut dapat diubah menjadi tegangan. Sehingga jika sensor berada diatas garis hitam, maka tegangan keluaran sensor akan kecil, demikian pula sebaliknya.

Agar dapat dibaca oleh mikrokontroler, maka tegangan sensor harus disesuaikan dengan level tegangan TTL yaitu 0 – 1 volt untuk logika 0 dan 3 – 5 volt untuk logika 1. Hal ini bisa dilakukan dengan memasang *operational amplifier* yang difungsikan sebagai komparator. *Output* dari *photodiode* yang masuk ke *input inverting* op-amp akan dibandingkan dengan tegangan tertentu dari variable resistor VR. Tegangan dari VR inilah yang diatur agar sensor cahaya dapat menyesuaikan dengan kondisi cahaya ruangan.

Hasil dari pengujian *prototype busway* didapatkan bahwa robot *busway* dapat berjalan mengikuti jalur putih yang terbuat dari kertas didesain di atas kertas warna hitam atau pun sebaliknya, jalur warna hitam yang didesain di atas kertas warna putih. Robot *busway* dapat berjalan dilintasan lurus dengan sangat baik dan cepat. Pada jalur lintasan belok ke kiri dan ke kanan dengan sudut 120 derajat robot *busway* dapat melewatinya dengan kecepatan kurang dari kecepatan pada lintasan lurus, sedangkan pada jalur lintasan belok ke kiri dan ke kanan dengan sudut kurang dari 90 derajat robot *busway* kembali menurunkan kecepatan, hal ini disebabkan sensor cahaya mendeteksi jalur tahap demi tahap sampai

lintasan berbelok tajam tersebut selesai, dan robot *busway* kembali membaca jalur lintasan lurus kembali.

Pada jalur *busway* yang dirancang adanya pemberhentian bus yang biasa disebut Halte bus, perintah yang diprogramkan pada robot *busway* berhasil dieksekusi oleh robot *busway* hasil dari pengujian ialah, robot berhenti ketika ada halte, saat robot *busway* berhenti, pintu *busway* akan terbuka dan LCD menampilkan informasi “ selamat datang” lalu LCD kembali menampilkan “5 detik lagi bus akan berangkat” dan pintu *busway* kembali tertutup pada saat itu juga sensor kembali membaca lintasan. Pada jalur *busway* yang dirancang ada persimpangan yang mengharuskan robot *busway* memilih dari persimpangan tersebut. Pada persimpangan ini robot *busway* sangat mengalami kesulitan untuk mengeksekusi lintasan karena untuk melewati persimpangan dibutuhkan ketepatan sensor cahaya membaca kode. Kode yang sengaja diletakkan di tengah-tengah jalur sering tidak dieksekusi yang membuat robot *busway* berhenti di persimpangan. Solusi untuk mengatasi kegagalan dalam mengeksekusi kode persimpangan ini dengan cara menggunakan sensor cahaya yang lebih *sensitive* yaitu kombinasi dari LED dan *Superbrighthdiode*.

#### 4. Kesimpulan

##### 4.1 Kesimpulan

Dari percobaan dan penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa robot ini dapat berjalan mengikuti jalur lurus, tikungan, dengan lebarnya jalur sebesar 2 cm dalam lintasan yang terbuat dari kertas karton putih yang didesain di atas kertas karton hitam atau pun sebaliknya, kertas karton hitam yang didesain di atas kertas karton putih. Dimana sensor dapat membedakan jalur hitam menggunakan prinsip pemantulan cahaya dari inframerah ke *photodiode* dan akan berhenti ketika terdapat *halte* dengan tambahan sensor yang terpasangkan di kanan luar robot, dan setelah berhenti akan berjalan mendeteksi jalur kembali.

##### 4.2 Saran

Dari hasil penelitian dan uji coba yang dilakukan pada robot ini ternyata masih ada kekurangan, untuk itu agar penelitian berikutnya lebih sempurna maka penulis memberikan saran, yaitu dalam pembuatan robot pembaca jalur agar lebih sempurna, sebaiknya menggunakan sensor cahaya yang lebih baik, yaitu kombinasi dari inframerah dan *superbrighthdiode* agar kepekaan dari sensor lebih baik sehingga dapat membedakan hitam dan putih pada jalur lebih baik lagi,

agar robot dapat sempurna dalam mengeksekusi tikungan sebaiknya dalam memprogram mikrokontrol menggunakan *Fuzzy logic*

#### Daftar Pustaka

- [1] Hasibuan, A G. 2009. Perancangan Incubator Telur Otomatis Memakai Mamakai LM 35 Berbasis Mikrokontrol ATmega16, *Jurnal USU, Sumatera Utara*.
- [2] Irawan,D & Seto ,W. 2009. *Robot Pembaca Jalur Berbasis Mikrokontroler Avr ATmega16, Jurnal Dahlan Bima Sakti*.
- [3] Sandy, H. 2007. *Merancang Mobile Robot Pembawa Objek MenggunakanOOPic-R*, Elexmedia Komputindo , Jakarta.
- [4] Sitohang, H. 2009. *Robot Penghindar Dinding Dengan Navigasi Inframerah*, *Jurnal USU, Sumatera Utara*.