

RANCANG BANGUN ROBOT PENGANTAR MENU MAKANAN DENGAN MENGIKUTI JALUR BERDASARKAN PRINSIP INDUKTANSI

Galih Setyabadhi, Ali Husein A, ST, M.T, Eko Henfri B, S.ST, M.Sc

Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp. 031-5947280, Fax 031-5946114
E-mail: g_njo@yahoo.co.id

Abstrak

Robot pengikut garis merupakan suatu robot bergerak otonom yang mempunyai misi mengikuti suatu garis pandu yang telah ditentukan. Pada tugas akhir ini akan disajikan suatu rancang bangun robot pengantar menu makanan dengan jalur yang terbuat dari logam. Penggunaan jalur dari logam ini dimaksudkan untuk menutupi kekurangan dari penggunaan jalur berwarna yang rentan terhadap perubahan pencahayaan dan kotoran. Oleh karena itu harus dibuat sensor logam dengan cara mendeteksi perubahan induktansi kumparan apabila didekatkan dengan logam. Robot diharuskan dapat mengantarkan menu makanan kepada tujuannya, yaitu meja yang telah disusun secara tetap. Sehingga harus dilakukan pemetaan perjalanan robot agar robot dapat berjalan ke tujuan secara otomatis. Pemesanan dilakukan di robot yang membawa menu yang terhubung secara *wireless* ke komputer dapur. Hasil yang didapatkan adalah robot dapat mengikuti jalur lurus yang telah ditentukan dengan benar, dengan tingkat keberhasilan 100%. Sehingga untuk mencapai meja tujuannya, robot berjalan dengan baik, dengan prosentase keberhasilan menuju meja yang benar sebesar 86,67%, dengan kemampuan menghindari tabrakan sebesar 93,33%.

Kata kunci : pengikut garis, sensor logam, robot pengantar menu makanan,

1. Pendahuluan

Robot pengikut garis merupakan suatu bentuk robot bergerak otonom yang mempunyai misi mengikuti suatu garis pandu yang telah ditentukan secara otonom. Dalam perancangan dan implementasinya, masalah-masalah yang harus dipecahkan adalah sistem penglihatan robot, arsitektur perangkat keras yang meliputi perangkat elektronik dan mekanik, dan organisasi perangkat lunak untuk basis pengetahuan dan pengendalian secara waktunya[1]. Robot pengikut garis biasanya mendasarkan pada prinsip pemantulan cahaya untuk membedakan warna garis dengan latar belakangnya[2].

Penggunaan warna ini beresiko terhadap perubahan warna yang cukup berarti sehingga dapat menyebabkan kesalahan dalam pembacaan warna, akibatnya terjadi kesalahan gerak robot. Perubahan warna ini dapat diakibatkan oleh kotoran, warna pudar, dan pencahayaan yang berbeda dari saat meng-set warna referensi. Dalam restoran, tentunya penggunaan garis kurang efektif untuk dijadikan jalur robot pengantar menu makanan, karena lantainya rawan terhadap kotoran dari makanan atau alas kaki dari tamu. Lantainya pun senantiasa dibuat mengkilap, ini dapat menyebabkan kesalahan pembacaan. Pembersih lantai membuat warna berubah.

Dengan kelemahan ini maka, jalur dari garis warna diganti dengan jalur yang terbuat dari logam. Keunggulan yang didapat dari penggunaan jalur dari logam ini adalah tahan terhadap perubahan warna, adanya penghalang dan tahan lama, serta dapat ditanam di bawah permukaan lantai.

2. Tujuan

1. Merancang dan membuat sensor logam yang dapat mengetahui dan membedakan ada atau tidak jalur logam yang ada di lantai secara akurat dan *real time*.
2. Membuat program pemesanan menu pada komputer yang dipesan di robot dan dilengkapi dengan komunikasi wireless dengan PC yang terdapat pada dapur restoran.
3. Merancang dan membuat suatu robot pengantar menu makanan yang menggunakan jalur pemandu dari logam yang dilengkapi dengan komunikasi wireless ke masing-masing meja pemesanan.

3. Perumusan Masalah

- Bagaimana membuat sensor logam yang dapat mengetahui ada atau tidak logam

yang ada di bawah lantai secara akurat dan *real time*.

- Bagaimana membuat robot yang dapat bergerak sesuai jalurnya, untuk mencapai tujuannya.

4. Batasan Masalah

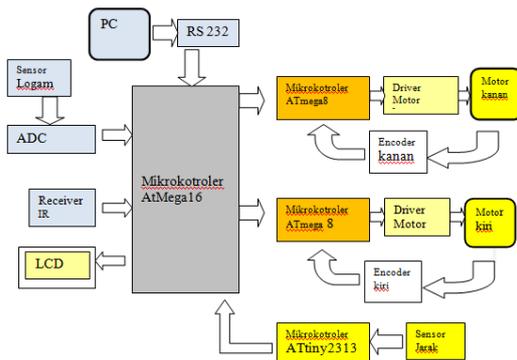
- Sensor bekerja pada satu jenis logam, yaitu seng.
- Jalur logam pada permukaan lantai.
- Tidak ada logam lain atau medan magnet di sekitar jalur dalam radius yang telah ditentukan.
- Hanya mengantar menu pemesanan makanan.
- Tidak ada obstacle static yang terdapat pada jalur yang sudah ditentukan.
- Posisi ruangan dan jalur adalah tetap
- Lantai dan jalur rata

5. Perencanaan dan Pembuatan sistem

Pada bagian ini ditunjukkan mengenai sistem yang akan dibangun secara keseluruhan .

5.1. Blok diagram Secara Keseluruhan

Ini merupakan gambaran sistem secara keseluruhan.



Gambar 1. blok diagram secara umum

Pada sistem ini, untuk melakukan pergerakan dalam mencapai tujuan digunakan dua macam input sensor. Yang pertama adalah sensor logam yang berguna untuk membaca jalur yang terbuat dari logam. Kemudian data tersebut akan diubah dalam bentuk data digital pada sisi mikrokontroler adc sebagai logika “0” atau “1”. Data ini akan diolah pada mikrokontroler Atmega16 sebagai pedoman untuk menggerakkan motor dc kanan dan kiri untuk berjalan seperti line tracer biasa. Pada racangan awal, logam diletakkan di atas permukaan lantai, dengan lantai dan jalur logam yang rata.

Sensor yang kedua adalah sensor jarak yang berguna sebagai sensor untuk mendeteksi ada tidaknya halangan atau *obstacle* di depannya. Apabila tidak ada, robot

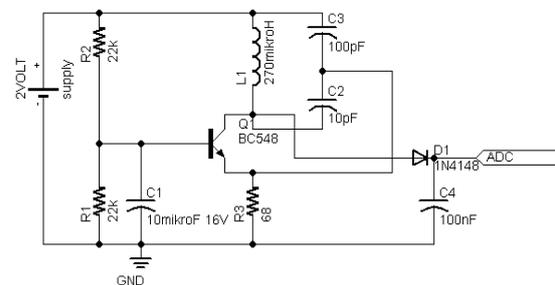
akan terus berjalan sesuai dengan jalurnya. Bila terdapat halangan, robot akan menunggu beberapa detik apakah halangan tersebut telah berpindah atau tidak. Oleh karena kemampuan robot terbatas, ada tempat yang tidak boleh ditempati oleh *obstacle*, karena sebagai tempat penting bagi pergerakan robot. LCD pada sistem ini digunakan sebagai *display* untuk mengetahui nomor meja yang akan dituju dan operasi yang lainnya yang mungkin ditampilkan.

Input yang lainnya adalah sinyal infra merah yang berasal dari tiap meja. Ini digunakan sebagai perintah robot untuk menuju meja yang melakukan panggilan. Sinyal infra merah tersebut mempunyai informasi yang berupa karakter tertentu sebagai pembeda untuk tiap-tiap meja. Meja dan jalur mempunyai denah yang tetap. Pada perencanaan awal, sinyal infra merah dari meja akan dipancarkan ke atas dan dipantulkan oleh langit-langit menuju penerima di sisi robot. Oleh karena itu langit-langit ruangan harus mampu memantulkan sinyal infra merah. *Receiver* akan dibuat sedemikian rupa agar dapat menerima sinyal *infrared* dari segala arah yang dipantulkan dari langit-langit.

Menu yang dibawa robot ini berupa tampilan pada komputer. Mikrokontroler dihubungkan secara serial dengan komputer menggunakan RS232, untuk mengetahui apakah pemesanan telah selesai dilakukan. Sehingga tidak terjadi kesalahan pada saat tamu melakukan pemesanan, sedangkan tamu yang lain melakukan panggilan sehingga robot berjalan. Untuk mengetahui pemesanan selesai atau belum, dengan memberikan tanda ke mikrokontroler seperti karakter tertentu pada saat penekanan perintah selesai.

5.2 Perancangan Hardware

5.2.1 Sensor Logam



Gambar 2 Rangkaian metal detektor

$$C_t = \frac{C_2 \times C_3}{C_2 + C_3} \dots (3.1)$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C_t}} \dots (3.2)$$

Direncanakan nilai komponen seperti di atas, dengan nilai L yang di dapatkan sebesar 270 μ F.

Dari nilai kapasitor tersebut, dapat dihitung nilai Ct sebesar:

$$Ct = (100pf \times 10pf) \frac{1}{100pf + 10pf}$$

$$Ct = 9.1 pf$$

Sehingga frekuensi sebesar:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{270\mu H \times 9.1pf}}$$

$$f = 3213KHz$$

Perancangan sensor logam menggunakan rangkaian colpitts oscillator untuk menghasilkan sinyal sinus. Induktor sebagai sensor logam. Bila terdapat logam yang didekatkan maka nilai induktansi akan berubah.

5.2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik ini memiliki rangkaian yang sudah jadi. Pada robot ini menggunakan 3 pasang sensor ultrasonik yang dipasang pada bagian depan yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidak halangan yang ada di depannya.

5.2.3 Transmitter

Transmitter ini digunakan sebagai remote untuk pemanggilan robot pengantar menu makanan. Rencananya, transmitter akan diletakkan di meja dengan pemancar menuju ke langit-langit untuk kemudian sinyalnya dipantulkan ke penerima di sisi robot. LED pemancar inframerah yang digunakan adalah jenis TLN105 dari Toshiba. LED ini didesain dengan operasi pada panjang gelombang 950nm pada tegangan maximum.

Pada perancangan ini menggunakan IC C-MOS TC9148 yang dikembangkan pada remote control transmitter infra merah. IC ini memiliki 18 fungsi dan total 75 perintah yang dapat dikirimkan. 63 perintah dengan continuous key dan 12 perintah single shot.

3.2.4 Receiver

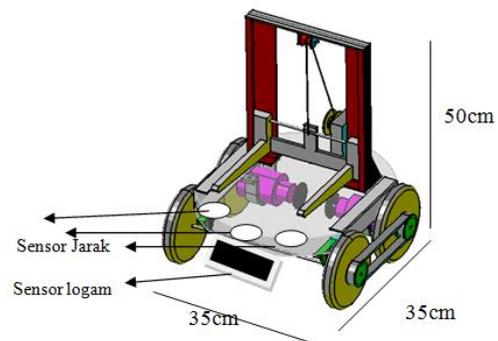
Pada bagian penerima, untuk menerima sinyal inframerah digunakan phototransistor tipe TSOP34838 phototransistor ini dioperasikan pada panjang gelombang terima pada 950nm yang cocok dengan pemancar TLN105. Pada receiver menggunakan IC TC9150 yang merupakan pasangan dari TC9148. IC ini memiliki 18 buah output yang berbeda untuk setiap fungsi

yang dipancarkan dari transmitter yang menggunakan IC TC9148.

5.3 Perencanaan Mekanik

Robot didesain berbentuk lingkaran yang terpotong tepinya sebagai tempat roda. Robot dibuat berlapis untuk meletakkan rangkaian, baterai dan mekanik untuk membawa menu. Lapisan bawah terdiri atas motor dan baterai. Tidak menutup kemungkinan diletakkan rangkaian apabila tersedia ruang yang cukup. Lapisan atasnya tempat rangkaian dan mekanik.

Robot mempunyai empat buah roda dengan penggerak dua motor. Roda depan dan belakang terhubung oleh belt agar roda depan dan belakang berjalan seimbang. Mekanik robot terbuat dari bahan almini dengan alasan robot membawa beban yang cukup berat.



Gambar 3 Badan robot

5.4 Perancangan Software

Perangkat lunak (software) yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan menjadi satu sistem utuh dibangun dengan menggunakan bahasa C pada CodeVisionAVR. Penggunaan bahasa C dimaksudkan untuk mempermudah pemrograman. Dibanding assembler, bahasa C lebih mudah dibaca dan dimengerti. Salah satu IDE (Integrated Development Environment) yang cukup membantu dalam mempelajari microcontroller AVR RISC 8 bit dengan bahasa C adalah CodeVisionAVR. Kelebihan CodeVisionAVR hanya ada di kemudahan manajemen berkas dan proyek dalam sebuah IDE serta fitur code wizard yang membantu menghasilkan rentetan baris kode untuk keperluan yang umum. Kebutuhan perangkat lunak meliputi masing-masing tugas kontroler yaitu pengambilan data sensor ultrasonik, sensor jalur, pengambilan data putaran roda kanan dan kiri dan pengambilan keputusan

Konfigurasi sensor pembaca jalur :

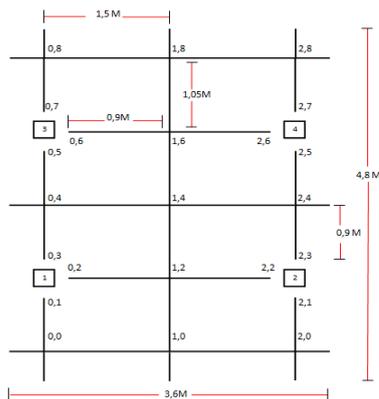
Dua buah sensor bagian tengah berfungsi sebagai penunjuk jalan robot untuk bergerak maju mengikuti jalur. Dengan rincian sebagai berikut:

- 0110 : robot bergerak maju, kecepatan motor kanan dan kiri sama
- 0010 : robot miring ke kiri, maka motor kanan harus lebih lambat
- 0100 : robot miring ke kanan, maka motor kiri harus lebih lambat

Pendeteksian sebagai jalan lurus, belok, pertigaan atau perempatan sebagai berikut:

- If 0110 :sebagai jalan lurus
- If0100 :sebagai jalan lurus, motor kanan tambah kecepatan
- If 0010 :sebagai jalan lurus, motor kiri tambah kecepatan
- If 0111 :sebagai pertigaan $\left\{ \begin{array}{l} \text{atau belok kanan} \\ \text{atau belok kiri} \end{array} \right.$
- If 1110 : sebagai pertigaan $\left\{ \begin{array}{l} \text{atau belok kanan} \\ \text{atau belok kiri} \end{array} \right.$
- If 1111 : sebagai perempatan

5.5 Perancangan Lintasan



Gambar 4 Denah Lintasan

6 Pengujian Dan Analisa

Dalam Bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang dibuat. Program pengujian disimulasikan di suatu sistem yang sesuai. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kehandalan dari sistem dan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian pertama dilakukan secara terpisah, dan kemudian ke dalam dilakukan ke dalam sistem yang telah terintegrasi.

Pengujian yang dilakukan pada bab ini antara lain:

1. Pengujian metal detektor
 - a. Variasi frekuensi dengan nilai kapasitor yang berbeda

Tabel 6.1 Variasi frekuensi dari nilai kapasitor

Nilai kapasitor		Frekuensi	Range V ada logam dan tidak ada (volt)
c2(pf)	c3(pf)	keluaran (KHz)	
100	10	3213	0.2
100	400	1083	0.3
56	400	1384	0.3
156	400	916	0.4
100	390	1090	0.3
100	110	1344	0.3
100	500	1064	0.3
110	110	924	0.4
156	10	3230	0.2
156	500	892	0.4

Pada saat nilai komponen pada rangkaian sesuai dengan apa yang didapatkan dari perancangan, didapatkan nilai osilasi dengan frekuensi yang cukup besar, sekitar 3 Mhz. Setelah didekatkan dengan penggaris besi, ternyata amplitude osilasi sedikit berubah. Hal ini menyatakan bahwa metal dapat dideteksi walaupun sedikit.

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa rangkaian dapat menerima respon keberadaan logam dengan baik pada frekuensi sekitar 900 khz, dengan perbedaan tegangan antara ada logam dan tidak ada sekitar 0,4 volt.

- b. Percobaan terhadap logam yang berbeda

Tabel 6.2 Variasi logam deteksi

Bahan	V maks saat deteksi
Udara	3,7
Seng	3,4
aluminium 2mm	3,5
Cutter	3,3
Besi (as roda)	3,4
aluminium 1mm	3,5
Ferrit	4,1
mata gergaji	3,2
tembaga pcb	3,5
koin 200 rupiah	3,5
koin 500 rupiah	3,5
Obeng	3,5
Pinset	3,3
paper clip	3,4
pisau dapur	3,3

Dari di atas diketahui bahwa range perbedaan antara ada logam atau tidak berkisar antara 0,2 - 0,5 volt, tergantung dari logam yang dideteksi. Data di atas membuktikan bahwa sensor dapat mendeteksi berbagai macam jenis logam. Besar kecilnya tegangan tergantung dari permeabilitas bahan. Kemudian diambil logam yang mempunyai data range besar untuk dipilih logam yang dijadikan jalurnya.

c. Pengukuran jarak logam terdeteksi

Tabel 6.3 Pengukuran Jarak

Jarak (cm)	Bahan						
	Seng	cutter	ferrit	gergaji	clip	pisau	Pinset
1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,9	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,5	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,4	3,6	3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	3,6
0,3	3,6	3,7	3,8	3,6	3,6	3,6	3,6
0,2	3,5	3,5	3,8	3,5	3,6	3,6	3,5
0,1	3,4	3,4	3,9	3,4	3,5	3,4	3,4
0	3,3	3,3	4,3	3,2	3,3	3,3	3,3

Dari data di atas diketahui bahwa sensor sensitif terhadap keberadaan logam mulai sekitar 0,5 cm. Kemudian terus menurun tegangannya karena induktansinya berkurang sebanding dengan kedekatan logam ke sensor. Sensor paling sensitif terhadap logam gergaji, karena mata gergaji terbuat dari campuran besi dan baja yang mempunyai permeabilitas yang besar. Akhirnya dipilih logam seng sebagai jalur dengan pertimbangan sensitifitas sensor terhadap seng yang cukup besar dibandingkan logam yang lain serta kemudahan mendapatkan bahan.

d. Pengukuran terhadap lebar jalur

Tabel 6.4 Pengukuran lebar jalur

Jarak(cm)	Ukuran (cm)			
	6,5X1	6,5X2	6,5X3	6,5X4
1	3,7	3,7	3,7	3,7
0,9	3,7	3,7	3,7	3,7
0,8	3,7	3,7	3,7	3,7
0,8	3,7	3,7	3,7	3,7
0,7	3,7	3,7	3,7	3,7
0,6	3,7	3,7	3,7	3,7
0,5	3,7	3,7	3,7	3,7
0,4	3,7	3,7	3,6	3,6
0,3	3,6	3,6	3,6	3,6
0,2	3,6	3,5	3,5	3,5
0,1	3,5	3,4	3,4	3,4
0	3,3	3,3	3,3	3,3

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa ukuran lebar jalur tidak mempengaruhi banyak sensitifitas sensor untuk mendeteksi jalurnya. Lebar atau tidak dapat dikatakan sama. Demi keamanan dalam perjalanan maka digunakan lebar jalur sebesar 3cm.

2. Pengujian karakteristik motor

Tabel 6.5 Pengujian karakteristik motor

Motor Kiri			Motor Kanan		
PWM	RPM maju	RPM mundur	PWM	RPM maju	RPM mundur
0	0	0	0	0	0
10	15	12	10	11	15
20	38	38	20	37	40
30	55	54	30	51	56
40	66	61	40	60	62
50	74	67	50	66	68
60	76	71	60	70	73
70	78	74	70	74	76
80	79	75	80	76	78
90	80	77	90	78	79
100	81	78	100	79	80
110	82	79	110	80	81
120	83	81	120	81	83
130	84	82	130	82	84
140	85	83	140	83	85
150	85	83	150	84	86
160	86	84	160	85	87
170	86	84	170	85	87
180	87	85	180	86	88
190	87	85	190	86	88
200	87	85	200	87	89
210	88	86	210	87	89
220	88	86	220	87	89
230	88	86	230	87	89
240	88	86	240	87	89
250	88	86	250	87	89

Dari data di atas dapat diketahui bahwa kecepatan maju dan mundur roda kanan dan kiri mempunyai perbedaan kecepatan yang sangat sedikit. Perbedaan tersebut disebabkan karena posisi motor yang saling berkebalikan, sehingga untuk posisi yang sama, kedua motor dapat dikatakan memiliki karakteristik yang sama.

3. Pengujian komunikasi wireless

Mengirimkan beberapa menu makanan dan minuman ke komputer dapur dan mengecek apakah data makanan dan minuman yang dikirim telah sesuai atau tidak, jumlah dan jenisnya. Besar ruangan adalah ruangan kelas.

Tabel 6.6 Pengiriman menu dan makanan

Makanan	n	Minuman	n	Keterangan
Nasigoreng jawa	2	es the	2	terkirim
Mie goreng jawa	4	es jeruk	4	terkirim
Capcay	2	es jeruk	2	terkirim
nasi gurami	5	es the	5	terkirim
nasi ayam	7	es the	7	terkirim

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa setiap pengiriman menu makan dan minuman dapat terkirim dengan sukses ke komputer dapur dengan besar ruangan kelas. Hal ini berarti fasilitas wireless pada PC sudah baik dan tidak perlu dilakukan penambahan antenna wireless pada komputer .

4. Pengukuran jangkauan remote

Tabel 6.7 pengukuran jangkauan pemancar

Jarak (meter)	Tombol yang berhasil diterima
5	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
25	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
30	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
35	1,8,18
40	-

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa jarak pemancar inframerah lumayan jauh, dengan jarak maksimal 30 meter. Dengan jarak yang jauh ini, pemancar dapat digunakan sebagai remote untuk pemanggilan robot pengantar menu makanan, dikarenakan ruangan kelas yang cukup kecil, sehingga keseluruhan ruangan dapat terjangkau.

5. Pengujian kemampuan mengikuti jalur

Tabel 6.8. Uji coba mengikuti jalur

Uji	simpangan maksimal(cm)	Keterangan	Waktu(detik)
1	1	berhasil	264
2	1	berhasil	250
3	0,5	berhasil	273
4	1	berhasil	266
5	0,5	berhasil	271
6	0,5	berhasil	257
7	2	berhasil	255
8	1	berhasil	262
9	1	berhasil	279
10	0,5	berhasil	259
rata-rata	0,9		263,6

Dari data diatas dapat diketahui bahwa robot telah berhasil dengan baik mengikuti garis lurus yang telah ditetapkan, walaupun terjadi simpangan *osilasi* dalam perjalanannya. Dimana simpangan *osilasi* terbesar terjadi pada saat uji coba ke 7 sebesar 2 cm dari garis. Hal ini terjadi pada saat robot melaju lebih kencang. Laju kencang ini dapat terjadi ketika sensor jalur tepat berada pada tengah jalur, atau karena faktor lain. Faktor lain ini adalah pada sentakan pada motor. Pada saat tertentu, motor melaju lebih cepat, seperti ada sentakan secara tiba-tiba. Laju yang cepat secara tiba-tiba ini dapat terjadi karena putaran motor yang mempunyai kelainan atau tidak *linier*, hal ini dapat terjadi karena motor yang digunakan merupakan motor bekas, sehingga putarannya sudah tidak sempurna lagi. Torsi motor yang kurang juga menyebabkan robot agak sulit

melewati jalur yang tidak rata dengan lantai untuk kecepatan yang rendah. Hal ini yang mengakibatkan keluarnya robot dari jalur. Sedangkan rata-rata osilasi maksimal dari uji coba sebanyak 10 kali adalah sebesar 0,9 cm dengan kecepatan robot yang sama. Kondisi jalur yang tidak rata juga mengakibatkan osilasi yang besar. Karena pada saat roda bebas dari robot mau melewati jalur logam, seperti tersendat-sendat.

Waktu rata-rata tempuh robot dalam menyelesaikan jalur lurus dalam uji coba 10 kali adalah 263,3 detik untuk jarak sejauh 4,8 m. Hal ini terjadi karena kecepatan robot yang sangat pelan, agar robot tidak keluar jalur. Waktu tempuh paling cepat terjadi pada saat uji coba ke-2, yaitu 250 detik, sedangkan waktu yang lama terjadi pada saat uji ke-9, yaitu 279 detik. Perbedaan waktu yang jauh ini mungkin disebabkan peletakan robot pada saat *start* awal yang berbeda. Apabila robot tepat lurus pada jalur, maka robot akan lebih cepat sampai ke tujuan, karena *osilasi* yang terjadi sedikit.

6. Pengujian kemampuan mencapai tujuan

Tabel 6.9 Keberhasilan robot menuju tujuan dari *home* $y=0$.

no remote	koordinat Tujuan (x,y)	Koordinat Hasil(x,y)	Menabrak	Waktu Tempuh(detik)
13	0,1	0,1	tidak	127
5	2,2	2,2	tidak	103
6	2,3	2,3	tidak	273
4	2,1	2,1	tidak	131
2	0,2	0,2	tidak	101

Dari data tabel 4.11 dapat diketahui bahwa ketika robot berada di home dengan koordinat $x=1, y=0$ dapat menuju tujuannya dengan sempurna tanpa kesalahan. Hal ini berarti pemetaan lapangan sudah benar. Waktu tempuh yang berbeda menunjukkan perbedaan jarak tiap tujuan yang dicapai. Dimana waktu terpendek ketika menuju koordinat $(x,y)=0,2$ yaitu 101 detik. Jarak tempuh ke koordinat $(x,y)=0,2$ sama dengan jarak ke koordinat $(x,y)=2,2$ akan tetapi waktu tempuhnya berbeda, yaitu 2 detik. Hal ini dikarenakan posisi *start* awal yang tidak sama, sehingga *osilasi* yang terjadi berbeda. Ketika sering terjadi *osilasi*, maka waktu tempuh menjadi lama. Pada uji coba ini, robot dengan sempurna dapat menghindari tabrakan, dengan cara robot berhenti ketika ada halangan di depannya.

Tabel 6.10 Keberhasilan robot menuju tujuan dari home $y=2$.

no remote	koordinat Tujuan (x,y)	Koordinat Hasil(x,y)	Menabrak	Waktu(detik)
2	0,2	0,2	tidak	52
5	2,2	2,2	tidak	54
13	0,1	0,1	tidak	174
12	2,7	2,6	tidak	201
6	2,3	2,3	tidak	241

Dari data tabel 4.12 dapat diketahui bahwa ketika robot berada di home dengan koordinat $x=1, y=2$ dapat menuju tujuannya dengan benar dengan satu kali kesalahan. Kesalahan yang terjadi dapat diakibatkan banyak hal. Diantaranya adalah kesalahan dalam pemetaan perjalanan robot. Setelah menganalisa program, diketahui bahwa logika program sudah benar. Sehingga adanya kesalahan mungkin diakibatkan oleh kesalahan sensor dalam pembacaan jalur, khususnya dalam pembacaan perempatan. Waktu tempuh yang berbeda menunjukkan perbedaan jarak tiap tujuan yang dicapai. Waktu tempuh paling sedikit ketika robot ke koordinat $(x,y)=0,2$, dengan waktu tempuh 52 detik. Waktu tempuh yang sedikit ini dikarenakan jarak tempuh pendek, robot tinggal berbelok dan lurus untuk sampai ke koordinat ini. Jarak yang sama untuk koordinat $(x,y)=2,2$. Akan tetapi waktu tempuh yang berbeda 2 detik. Hal ini dikarenakan perbedaan posisi *start* awal robot, sehingga pada saat berbelok, posisi robot berbeda dan mengakibatkan osilasi yang berbeda pula. Adanya *osilasi* mengakibatkan waktu tempuh bertambah. Robot juga dengan benar dapat menghindari tabrakan, hal ini terbukti pada saat diberi halangan di depannya, robot akan berhenti.

Tabel 6.11 Keberhasilan robot menuju tujuan dari home $y=4$

no remote	koordinat Tujuan (x,y)	Koordinat Hasil(x,y)	Menabrak	Waktu(detik)
3	0;3	0;3	ya	131
7	0;5	0;5	tidak	134
8	0;6	0;6	tidak	104
9	0;7	—	tidak	—
13	0;1	0;1	tidak	241

Dari data tabel 4.13 diketahui bahwa pada saat robot berada di home dengan koordinat $x=1, y=4$ menuju tujuannya dengan satu kali kesalahan. Robot berhenti pada ujung lintasan. Kesalahan yang terjadi dapat diakibatkan banyak hal. Diantaranya adalah kesalahan dalam pemetaan perjalanan robot. Setelah menganalisa program, diketahui bahwa logika

program sudah benar. Sehingga adanya kesalahan mungkin diakibatkan oleh kesalahan sensor dalam pembacaan, khususnya dalam pembacaan perempatan, akibatnya program salah urutan fungsinya. Waktu tempuh yang berbeda menunjukkan perbedaan jarak tiap tujuan yang dicapai. Posisi robot dalam berjalan juga menentukan lamanya waktu perjalanan. Karena akan mengakibatkan *osilasi* pada perjalanan. Dalam perjalanannya, robot satu kali menabrak halangan. Hal ini dikarenakan penghalang berada di sekitar perempatan, karena ketika berbelok dalam perempatan sulit dilakukan pendeteksian halangan. Oleh karena itu halangan tidak boleh berada di sekitar perempatan.

7. Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem kemudian dilakukan pengujian dan analisisnya, maka dapat diambil kesimpulan tentang sistem kerja alat, yaitu :

1. Robot pengantar menu makanan dapat berjalan menuju tujuan dengan baik, dengan *prosentase* keberhasilan sebesar 86,67%, dengan kemampuan menghindari tabrakan sebesar 93,33%.
2. Dalam mengikuti jalur lurus yang telah ditentukan, robot dapat mengikuti jalur dengan benar, dengan tingkat keberhasilan 100%.
3. Pengiriman data pemesanan menu makan dapat terkirim dengan baik, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

8. Saran

1. Pada rangkaian detektor logam, rangkaian penyearah diganti dengan rangkaian pendeteksi perubahan frekuensi agar *sensitifitas* detektor menjadi lebih baik.
2. Perlu ditambahkan kontroler kecepatan motor agar kecepatan motor dapat diatur sesuai respon sensor dan berjalan *linier*.

9. Daftar pustaka

- [1] Stevanus Budi R, *Robot engikut Garis Berbasis Mikrokontroler AT89C51 Menggunakan Sensor Infra Merah*, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [2] Tri Agnes V.O. Dkk, *Pengantar Robotika Line Follower Robot Projec*, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya: 2009
- [3] Oscillator, Elektronika dasar, PDF

- [4] Junkpe-ns-s1-2005-23400095.pdf, Digital collection, Universitas Kristen petra: 2005
- [5] Alldatasheet.com, TLN105
- [6] Alldatasheet.com, TSP703
- [7] Alldatasheet.com, TC9148
- [8] Alldatasheet.com, TC9150
- [9] Alldatasheet.com, ATMega32
- [10] Ridzla Zailani, *Monitoring Parkir tingkat banyak*, Tugas Akhir, EEPIS-ITS, 2009
- [11] WWW.circuittoday.com, *Metal detector*, diakses pada tanggal 11 november 2009 jam 17.10
- [12] Nurdinsidiq Muh, *Pengendalian Lengan Robot Berbasis Mikrokontroler AT89C51 Menggunakan Transduser Ultrasonik*
- [13] Janani Gopalakrishnan Vikram.
- [14] Setyo Andri A, *Kendali Kecepatan Motor DC Berdasarkan Perubahan Jarak Menggunakan Pengendali Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler AT89C51*, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [15] Tim IE, *Automatic Transmission with Encoder Meter and Display*
- [16] Elektronika-elektronika.blogspot.com pada hari minggu 19 juli 2009 pukul 23.13
- [17] www.shatomedia.com , makalah Robot Avoidance