

# **ROBOT PEMADAM API MENGGUNAKAN DT-BASIC MINI SYSTEM**



Nama : Maulana Mujahidin  
Jurusan : Sistem Komputer

Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Gunadarma

2008

## ABSTRAKSI

Kata kunci : robot, DT-mini, Pemadam api

Teknologi mikrokontroler memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah murah, mudah, praktis dan barang yang dihasilkan lebih tahan lama. Berbekal pada keuntungan tersebut, maka penulis menggunakan mikrokontroler untuk membuat robot ini. Model mikrokontroler yang digunakan pada pembuatan robot ini adalah model Basic Stamp 2 yang terdapat pada modul mikrokontroler DT-Basic Mini System. Metode yang telah dilakukan penulis adalah diawali dengan mendesain robot, membuatnya kemudian melakukan uji coba dan pengukuran.

Dari hasil uji coba dan analisa yang dilakukan terhadap robot *avoider* ini, dapat diambil kesimpulan, Robot ini mampu mendeteksi halangan yang ada disekitarnya, sehingga robot dapat menghindari terjadi benturan terhadap penghalang-penghalang tersebut. Robot tidak terpengaruh terhadap perbedaan warna dari penghalang, misalnya : warna hitam atau putih. Pada ruangan yang gelap sensor ultrasonik agak bermasalah untuk mendeteksi penghalang sehingga terjadi sedikit perbedaan tegangan antara yang ditempat gelap dan terang.. Dengan menggunakan sensor LDR, robot mampu mendeteksi api yang ada disekitarnya dengan mendeteksi intensitas cahaya yang diterimanya.

## PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan dalam dunia teknologi elektronika sudah semakin pesat. Hal ini disertai juga dengan mudahnya kita memperoleh kit mikrokontroler dengan harga yang relatif murah. Kondisi seperti inilah yang memungkinkan kita untuk membuat sebuah robot. Apalagi saat ini robot sudah menjadi ikon yang melambangkan keunggulan teknologi informasi dari masing-masing kampus.

Teknologi mikrokontroler memiliki beberapa keunggulan dibandingkan teknologi yang telah ada sebelumnya. Diantara keuntungan dari teknologi mikrokontroler adalah murah, mudah, praktis dan barang yang dihasilkan lebih tahan lama. Berbekal pada keuntungan tersebut, maka penulis menggunakan mikrokontroler untuk membuat robot ini. Perlu diketahui pula, model mikrokontroler yang digunakan pada pembuatan robot ini adalah model Basic Stamp 2 yang terdapat pada modul mikrokontroler DT-Basic Mini System.

Alasan dipilihnya mikrokontroler jenis ini dibanding mikrokontroler keluarga MCS-51 atau AVR adalah karena mikrokontroler ini lebih mudah dalam pemrogramannya dan memiliki kinerja yang lebih baik dari mikrokontroler keluarga MCS-51 dan AVR.

Oleh karena alasan itulah, maka penulis membuat sebuah robot yang kemudian dalam penulisannya diberi judul “Desain Robot *Avoider* untuk Aplikasi Memadamkan Api Menggunakan Dt-Basic Mini System.”

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk melakukan perancangan, pemrograman dan melakukan pengujian terhadap robot yang akan dibuat nanti yaitu robot *avoider* dengan aplikasi pemadaman api. Manfaat lainnya dari pembuatan robot *avoider* ini adalah pada skala yang lebih besar lagi robot *avoider* ini dapat dibuat sebagai robot pemadam kebakaran mengingat ada kondisi yang tidak memungkinkan bagi manusia untuk melakukan pemadaman api pada sebuah peristiwa kebakaran.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Sensor Jarak**

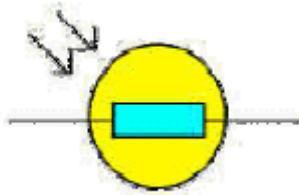
Sensor jarak adalah sensor yang umumnya paling banyak digunakan oleh para pembuat robot di Indonesia. Terdapat beberapa jenis sensor jarak yang beredar di pasaran. Misalnya: Sensor jarak PING dari Parallax, Devantech SRF04 ranger, sensor jarak GP2D02 dari Sharp dan sebagainya. Namun, pada kesempatan kali ini penulis menggunakan sensor jarak PING dari Parallax dalam pembuatan robot ini, yakni untuk sensor depan, kanan dan kiri.

Alasan dipilihnya sensor jarak ultrasonik PING dari Parallax ini adalah karena selain sensor ini memiliki presisi yang cukup tinggi, sensor ini juga mudah didapatkan di pasaran sehingga para pembaca yang ingin membuat robot di rumah dapat membelinya dengan mudah di pasaran. Sensor PING ini memiliki jangkauan antara 3 cm sampai dengan 3 meter [11]. Sensor ini juga cukup mudah untuk dihubungkan ke mikrokontroler Basic Stamp 2, yaitu hanya dengan menghubungkannya ke pin I/O.

### **Sensor Cahaya**

Sensor cahaya adalah sensor yang bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya dari suatu objek [17]. Diantara sensor cahaya tersebut adalah photoresistor, LDR (Light Dependent Resistor) dan lain sebagainya. Pada pembuatan robot avoider ini digunakan sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*). Hal ini dikarenakan sensor tersebut memiliki harga yang relatif murah dan dirasa cukup untuk dapat mendeteksi intensitas cahaya pada sebuah lilin. LDR atau *Light Dependent Resistor* adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterimanya. Sama halnya dengan Photoresistor, LDR ini juga dibuat dari Cadmium Sulfida yang peka terhadap cahaya. Seperti yang telah kita ketahui bahwa cahaya memiliki 2 (dua) sifat yang berbeda yaitu sebagai gelombang elektromagnetik dan foton/ partikel energi (dualisme cahaya). Saat cahaya menerangi LDR, foton akan menabrak ikatan Cadmium Sulfida dan melepaskan elektron. Semakin besar

intensitas cahaya yang datang, semakin banyak elektron yang terlepas dari ikatan. Sehingga hambatan LDR akan turun saat cahaya meneranginya [17].

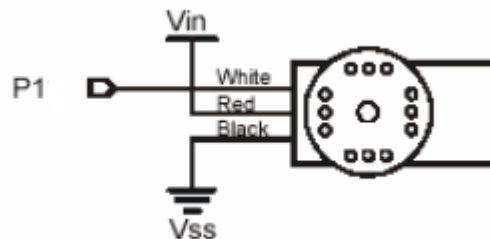


**Gambar 1 Simbol LDR [17]**

LDR akan mempunyai hambatan yang sangat besar saat tidak ada cahaya yang mengenainya (gelap). Dalam kondisi ini, hambatan LDR mampu mencapai 1 M ohm. Akan tetapi, saat terkena sinar, hambatan LDR akan turun secara drastis hingga nilai beberapa puluh ohm saja.

### **Motor Servo dari Parallax**

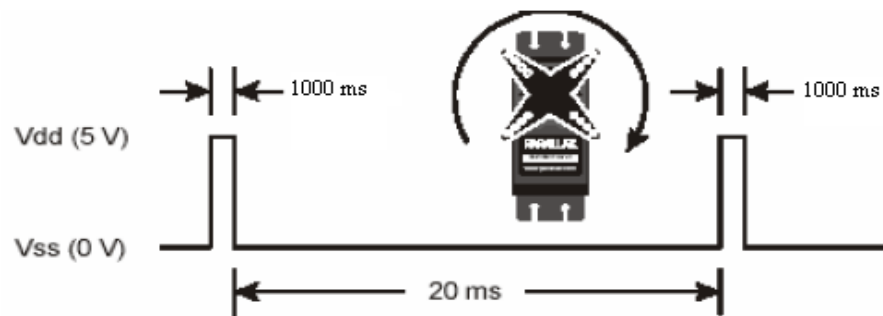
Sebagai penggerak robot, digunakan motor servo *continuous* dari Parallax yang dapat berputar 360 derajat. Perbedaan dengan motor servo yang standar adalah motor servo yang standar hanya dapat berputar 180 derajat. Karena motor servo ini digunakan sebagai roda pada robot, maka digunakan motor servo yang *continuous*. Motor servo dari Parallax ini memiliki 3 (tiga) kabel, yaitu Vin, Vss dan sumber pulsa. Untuk menghubungkan servo dengan mikrokontroler dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 2 Hubungan Pin pada Motor Servo dengan Mikrokontroler [11]**

Arah motor servo ditentukan dari *delay* sinyal yang diberikan. Jika *delay* yang diberikan sekitar 1800 ms, maka servo akan diam (berada di tengah),

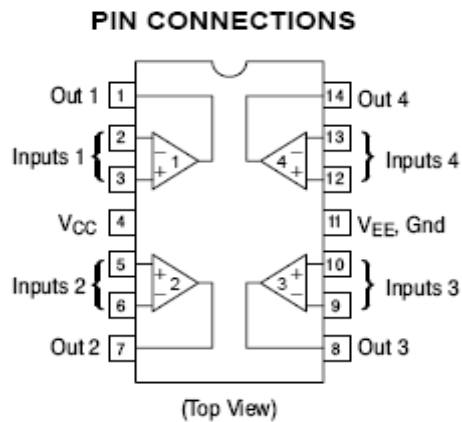
Jika *delay* yang diberikan sekitar 1000 ms, maka servo akan berputar searah jarum jam/ CW (*Clock Wise*). Dan jika *delay* yang diberikan sekitar 3500 ms, maka servo akan berputar berlawanan arah jarum jam/ CCW (*Counter Clock Wise*) [1].



**Gambar 3 Arah Perputaran CW pada Motor Servo [11]**

### **Komparator**

Seperti yang telah dibahas di atas, bahwa robot *avoider* ini menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk mencari sumber cahaya yang berasal dari lilin. Tentunya untuk mengaplikasikan rangkaian tersebut digunakan sebuah komparator yang berguna sebagai pembanding antara tegangan yang diterima oleh LDR dan tegangan referensi yang diberikan. Agar tegangan referensinya dapat diubah sesuai dengan keinginan kita, maka pada perancangannya digunakan sebuah potensio 10 K . Pada umumnya komparator dapat dibuat dengan menggunakan Op-amp (*Operational Amplifier*). Pada robot *avoider* ini, komparator juga dibuat dengan menggunakan Op-amp. Op-amp tersebut terdapat pada IC LM324 yang pada perancangannya nanti kedua input tegangan akan dihubungkan pada input 2 dari IC LM324 yaitu pada kaki 5 dan 6 dari IC tersebut. Kedua input yang akan dibandingkan tersebut adalah tegangan pada LDR dan tegangan referensi.



**Gambar 4 LM324 Tampak Atas [16]**

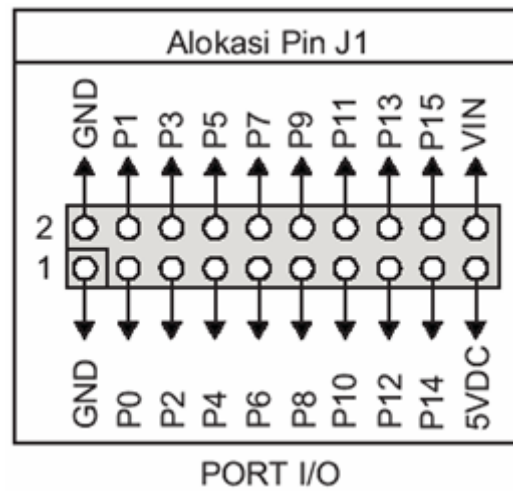
## Basic Stamp 2

Basic Stamp 2 adalah suatu model mikrokontroler yang merupakan pengembangan dari model Basic Stamp 1. Basic Stamp 2 memiliki kemampuan yang lebih bagus dibandingkan Basic Stamp 1, diantaranya yaitu : memiliki kecepatan proses yang lebih tinggi, RAM yang lebih besar dan sebagainya, karena dalam pembuatan robot diperlukan suatu sistem kontrol yang dapat bekerja lebih cepat. Hal itu dikarenakan robot memerlukan waktu yang lebih singkat dalam pengolahan data dihasilkan oleh sensor pada robot. Selain itu, karena *listing* program yang panjang maka diperlukan juga RAM yang besar dari suatu mikrokontroler untuk menyimpan datanya. Model Basic Stamp 2 ini sudah terdapat pada modul mikrokontroler Dt-Basic Mini System.

Dt-Basic Mini System merupakan suatu modul single chip dengan mikrokontroler Basic Stamp BS2P40 dan kemampuan komunikasi serial secara UART serta serial *downloading* [12].

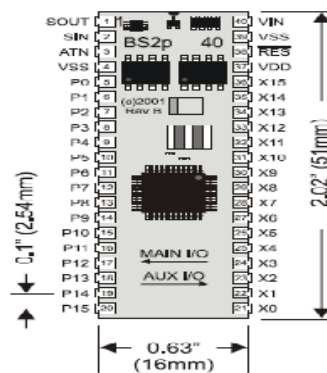
Spesifikasi dari Dt-Basic Mini System [12]

Gambar di bawah ini merupakan 16 pin I/O pada modul Dt-Basic Mini System yang dapat digunakan sebagai sumber input/ output dari sensor ataupun penggerak lain.



**Gambar 5 Susunan Kaki Port I/O Dt-Basic Mini System [12]**

Seperti yang telah kita ketahui, IC Basic Stamp terdapat beberapa jenis. Pada modul Dt-Basic Mini System IC Basic Stamp yang digunakan adalah IC Basic Stamp 2p40. Secara nyata IC Basic Stamp 2 dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 6 Basic Stamp 2p40 [11]**



### **Basic Stamp Editor**

Untuk melakukan pemrograman dibutuhkan *software* Basic Stamp Editor. Software ini biasanya disertakan pada saat pembelian modul Dt-Basic Mini System yang terdapat pada cd program. Pada software tersebut bahasa pemrograman yang digunakan adalah Pbasic 2.5. Namun, bila anda memiliki Basic Stamp Editor versi 2.2 itu juga sudah bisa untuk digunakan. Berikut merupakan contoh dari pemrograman mikrokontroler Basic Stamp 2 dengan menggunakan *software* Basic Stamp Editor.

### **Metode Penelitian**

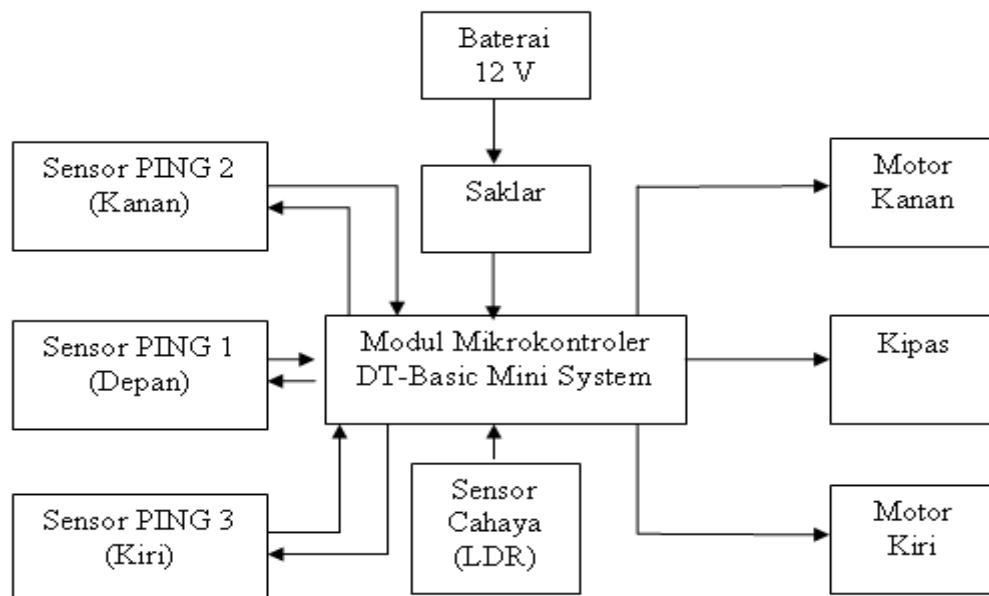
Metode yang telah dilakukan penulis adalah diawali dengan mendesain robot, membuatnya kemudian melakukan uji coba dan pengukuran. Pada tahap mendesain, penulis berawal dengan membaca buku-buku ataupun artikel yang berhubungan dengan robot. Kemudian pada tahap membuat robot, penulis melakukannya dengan membaca buku-buku yang telah beredar dipasaran dan melakukan coba-coba sendiri hingga berhasil. Dan pada tahap uji coba dan pengukuran penulis melakukannya di rumah dengan mencoba robot tersebut pada sebuah lintasan yang dibuat sendiri.

### **PERANCANGAN ALAT**

Penulis mendasarkan konsep dasar robot ini pada robot Avoider dengan menambahkan suatu aplikasi tambahan pada robot *avoider* tersebut. Aplikasi tambahan tersebut adalah aplikasi untuk mencari sumber api yang ada di sekitarnya kemudian memadamkan api tersebut. Pada dasarnya robot *avoider* ini bekerja dengan membandingkan lebar pulsa tegangan yang dikeluarkan masing-masing sensornya. Dengan bantuan mikrokontroler sebagai pengontrolnya, maka penetapan keputusan terhadap suatu kondisi memungkinkan untuk dilakukan oleh robot *avoider* ini secara *autonomous*. Robot akan mengukur lebar pulsa yang dikeluarkan oleh sensor-sensornya yaitu sensor depan, kiri dan kanan. Apabila suatu sensor mengeluarkan

lebar pulsa yang lebih besar dibandingkan sensor yang lainnya, maka mengindikasikan arah yang telah diukur sensor tersebut kosong (tidak ada halangan) dan dapat dilalui oleh robot. Namun, lain halnya jika lebih dari satu atau semua sensor memberikan nilai lebar pulsa yang sama atau dengan kata lain semua arah pada posisi sensor itu kosong dan semua dapat dilalui oleh robot. Dalam hal ini dibutuhkan suatu program yang dapat memutuskan robot harus menuju kemana, dan untuk itu dibutuhkan suatu mikrokontroler sebagai pengontrolnya.

Aplikasi untuk mencari sumber api yang terdapat pada robot *avoider* ini, dibatasi hanya untuk mencari api yang berasal dari sebatang lilin dan sensor yang digunakan pada aplikasi tersebut juga dibatasi hanya dengan menggunakan LDR. Gambar berikut adalah blok diagram dari robot *avoider* tersebut, sedangkan untuk rangkaian lengkapnya dapat dilihat pada lampiran.



**Gambar 7 Diagram Blok Robot *Avoider* untuk Aplikasi Memadamkan Api Menggunakan Dt-Basic Mini System**

## UJI COBA

Pada bab ini, akan disajikan mengenai pengujian dan pengukuran dari robot *avoider* ini. Dimana pada uji coba dan pengukuran ini difokuskan pada output masing-masing sensor dengan berbagai keadaan. Adapun yang menjadi titik pengujian alat tersebut adalah :

1. Titik Uji 1, Output sensor PING
2. Titik Uji 2, Output rangkaian sensor cahaya

Perlu juga diketahui, pada saat ini robot *avoider* ini telah selesai dibuat. Berikut adalah gambar robot *avoider* ini dipandang dari beberapa sisi.



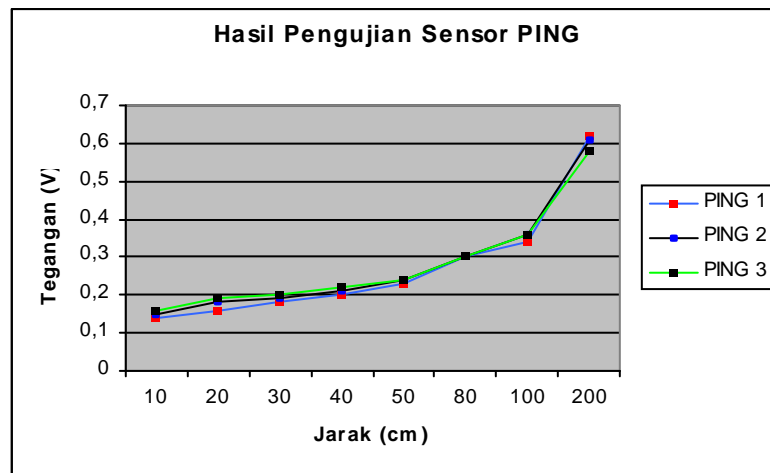
**Gambar 8 Tampak Depan**

### **Pengujian Sensor PING**

Uji coba ini, difokuskan pada output sensor PING dengan jarak yang dibuat berubah-ubah. Uji coba ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya nilai tegangan output sensor PING terhadap jarak serta untuk mengetahui kualitas dari masing-masing sensor.

**Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor PING**

<b>Jarak (cm)</b>	<b>Ping 1 (V)</b> <b>(Sensor Depan)</b>	<b>Ping 2 (V)</b> <b>(Sensor Kanan)</b>	<b>Ping 3 (V)</b> <b>(Sensor Kiri)</b>
10	0.14	0.15	0.16
20	0.16	0.18	0.19
30	0.18	0.19	0.20
40	0.20	0.21	0.22
50	0.23	0.24	0.24
80	0.30	0.30	0.30
100	0.34	0.36	0.36
200	0.62	0.61	0.58

**Grafik 1 Grafik Pengujian Sensor PING**

Berdasarkan hasil yang telah didapat, diketahui bahwa perbedaan tegangan yang dihasilkan masing-masing sensor tidak berbeda jauh sehingga dapat disimpulkan kualitas masing-masing sensor tersebut sama dan dalam keadaan baik. Dan dapat disimpulkan pula bahwa, perbedaan jarak yang lebih tinggi memberikan level tegangan yang semakin besar terhadap output sensor.

### Uji Coba Kedua Sensor PING

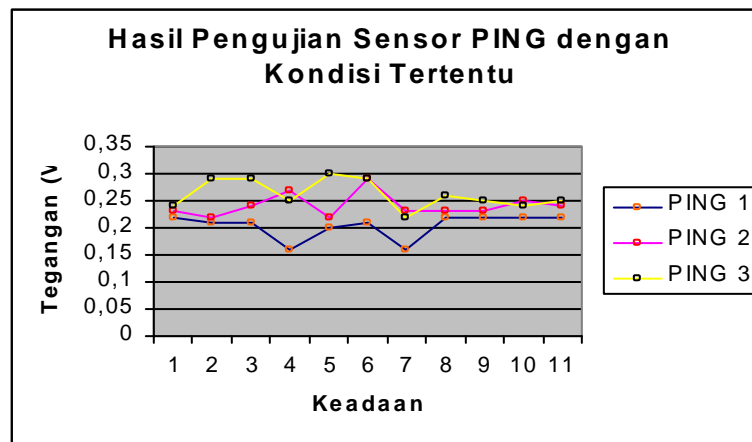
Uji coba yang kedua ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai tegangan masing-masing sensor PING dengan keadaan yang berbeda-beda. Uji coba ini dilakukan saat mikrokontroler telah diisi dengan program robot dan robot dalam keadaan sedang aktif. Berbagai keadaan yang dimaksud adalah seperti yang tertulis di bawah ini :

1. Jika di depan tidak ada halangan
2. Jika di depan tidak ada halangan, sebelah kanan sangat sempit
3. Jika di depan tidak ada halangan, sebelah kiri sangat sempit
4. Jika di depan ada halangan, sebelah kiri sempit dan kanan luas
5. Jika di depan ada halangan, sebelah kanan sempit dan kiri luas
6. Jika di depan ada halangan, sebelah kanan dan kiri luas
7. Jika di depan ada halangan, sebelah kanan dan kiri sempit
8. Jika di depan tidak ada halangan, sebelah kanan sempit dan kiri luas
9. Jika di depan tidak ada halangan, sebelah kanan dan kiri luas
10. Jika di depan tidak ada halangan, sebelah kiri sempit dan kanan luas
11. Jika di depan daerah bebas

**Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor PING dengan Kondisi Tertentu**

Keadaan	Ping 1 (Depan)	Ping 2 (Kanan)	Ping 3 (Kiri)
1	0.22 V	0.23 V	0.24 V
2	0.21 V	0.22 V	0.29 V
3	0.21 V	0.24 V	0.29 V
4	0.16 V	0.27 V	0.25 V
5	0.20 V	0.22 V	0.30 V
6	0.21 V	0.29 V	0.29 V
7	0.16 V	0.23 V	0.22 V

8	0.22 V	0.23 V	0.26 V
9	0.22 V	0.23 V	0.25 V
10	0.22 V	0.25 V	0.24 V
11	0.22 V	0.24 V	0.25 V



**Grafik 2 Grafik Pengujian Sensor PING dengan Kondisi Tertentu**

Sedikit berbeda dengan pengujian sebelumnya, saat mikrokontroler hanya diisi dengan program *test* PING saja tidak ada perbedaan yang terlalu mencolok antara tegangan yang dikeluarkan oleh masing-masing sensor PING.

### **Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya**

Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai hambatan yang berubah-ubah terhadap potensio. Pengujian ini dilakukan pada ruang tertutup pada siang hari dengan penerangan ruangan. Pada saat pengujian, lilin yang digunakan memiliki ketinggian sekitar 8 cm hampir sejajar dengan tinggi sensor LDR dengan lantai.

**Tabel 3 Hasil Pengujian 1 Rangkaian Sensor Cahaya**

<b>Nilai Po-tensio ( )</b>	<b>Jarak (dalam Cm)</b>	<b>V<sub>LDR</sub> (dalam V)</b>	<b>V<sub>Ref</sub> (dalam V)</b>	<b>V<sub>Out</sub> (dalam V)</b>	<b>Keadaan LED</b>
50	10	1.22	0.14	3.57	nyala
50	20	1.65	0.15	3.57	nyala
50	30	2.59	0.15	3.57	nyala
50	40	2.45	0.15	3.57	nyala
50	50	2.67	0.13	3.57	nyala
50	80	3.25	0.17	3.57	nyala
50	100	3.42	0.17	3.57	nyala

**Tabel 4 Hasil Pengujian 2 Rangkaian Sensor Cahaya**

<b>Nilai Po-tensio ( )</b>	<b>Jarak (dalam Cm)</b>	<b>V<sub>LDR</sub> (dalam V)</b>	<b>V<sub>Ref</sub> (dalam V)</b>	<b>V<sub>Out</sub> (dalam V)</b>	<b>Keadaan LED</b>
100	10	1.18	0.20	3.58	nyala
100	20	1.61	0.19	3.58	nyala
100	30	2.00	0.19	3.58	nyala
100	40	2.40	0.19	3.58	nyala
100	50	2.77	0.20	3.58	nyala
100	80	3.31	0.20	3.58	nyala
100	100	3.55	0.20	3.58	nyala

**Tabel 5 Hasil Pengujian 3 Rangkaian Sensor Cahaya**

<b>Nilai Po-tensio ( )</b>	<b>Jarak (dalam Cm)</b>	<b>V<sub>LDR</sub> (dalam V)</b>	<b>V<sub>Ref</sub> (dalam V)</b>	<b>V<sub>Out</sub> (dalam V)</b>	<b>Keadaan LED</b>
250	10	1.53	0.29	3.55	nyala

250	20	1.66	0.30	3.54	nyala
250	30	2.15	0.30	3.54	nyala
250	40	2.45	0.28	3.47	nyala
250	50	2.74	0.28	3.52	nyala
250	80	3.25	0.28	3.52	nyala
250	100	3.46	0.30	3.53	nyala

**Tabel 6 Hasil Pengujian 4 Rangkaian Sensor Cahaya**

Nilai Po- tensio ( )	Jarak (dalam Cm)	$V_{LDR}$ (dalam V)	$V_{Ref}$ (dalam V)	$V_{Out}$ (dalam V)	Keadaan LED
500	10	1.37	0.53	3.53	nyala
500	20	1.63	0.53	3.53	nyala
500	30	2.20	0.55	3.53	nyala
500	40	2.52	0.55	3.53	nyala
500	50	2.78	0.58	3.53	nyala
500	80	3.34	0.54	3.53	nyala
500	100	3.56	0.55	3.53	nyala

**Tabel 7 Hasil Pengujian 5 Rangkaian Sensor Cahaya**

Nilai Po- tensio ( )	Jarak (dalam Cm)	$V_{LDR}$ (dalam V)	$V_{Ref}$ (dalam V)	$V_{Out}$ (dalam V)	Keadaan LED
650	10	0.85	1.47	0.12	mati
650	20	1.43	1.46	0.13	mati
650	30	1.98	1.49	3.50	nyala
650	40	2.41	1.48	3.50	nyala
650	50	2.66	1.47	3.49	nyala
650	80	3.26	1.48	3.50	nyala

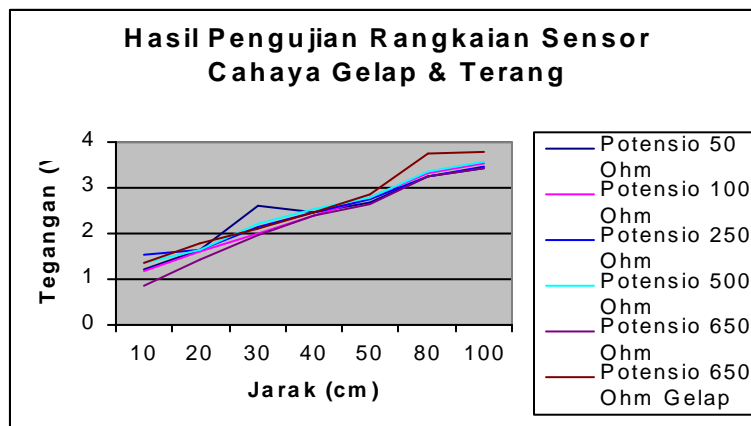


650	100	3.43	1.48	3.50	nyala
-----	-----	------	------	------	-------

Sebagai pengujian tambahan, diadakan juga sebuah pengujian rangkaian sensor cahaya yang dilakukan pada ruangan yang gelap tanpa penerangan ruangan apapun. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 8 Hasil Pengujian 6 Rangkaian Sensor Cahaya pada Ruangan Gelap**

Nilai Potensio ( $\Omega$ )	Jarak (dalam Cm)	$V_{LDR}$ (dalam V)	$V_{Ref}$ (dalam V)	$V_{Out}$ (dalam V)	Keadaan LED
650	10	1.36	1.83	0.19	mati
650	20	1.78	1.82	0.23	mati
650	30	2.12	1.75	3.64	nyala
650	40	2.47	1.75	3.63	nyala
650	50	2.86	1.76	3.63	nyala
650	80	3.74	1.78	3.60	nyala
650	100	3.78	1.76	3.58	nyala



**Grafik 3 Grafik Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya Gelap & Terang**

Dari pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa untuk nilai hambatan 100 - 500 belum terlihat kondisi LED mati, namun ketika nilai potensio sekitar 650 terlihat kondisi LED ada yang mati walaupun masih dalam jarak yang pendek.

Hal itu mengindikasikan semakin besar nilai hambatan potensio yang diberikan, nilai tegangan referensi akan semakin tinggi. Kemudian semakin jauh jarak antara lilin dengan sensor LDR mengakibatkan nilai tegangan LDR juga semakin tinggi.

### **Kesimpulan**

Dari hasil uji coba dan analisa yang dilakukan terhadap robot *avoider* ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Robot ini mampu mendeteksi halangan yang ada disekitarnya, sehingga robot dapat menghindari terjadi benturan terhadap penghalang-penghalang tersebut.
2. Robot tidak terpengaruh terhadap perbedaan warna dari penghalang, misalnya : warna hitam atau putih.
3. Pada ruangan yang gelap sensor, ultrasonik agak bermasalah untuk mendeteksi penghalang sehingga terjadi sedikit perbedaan tegangan antara yang ditempat gelap dan terang..
4. Dengan menggunakan sensor LDR, robot mampu mendeteksi api yang ada disekitarnya dengan mendeteksi intensitas cahaya yang diterimanya.

### **Saran**

1. Untuk pendeteksian penghalang yang lebih baik dan akurat lagi, sebaiknya gunakan sensor ultrasonik dengan kualitas yang lebih baik.
2. Untuk sensor depan sebaiknya tetap gunakan sensor jenis ultrasonik, namun untuk sensor bagian kanan dan kiri sebaiknya gunakan sensor yang menggunakan infrared karena sensor jenis ini memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi, namun memiliki jangkauan yang lebih pendek dibandingkan sensor ultrasonik tadi.
3. Robot *avoider* ini dapat dikembangkan lagi sehingga lebih maksimal lagi yaitu dengan menambahkan beberapa sensor. Diantaranya : sensor panas (seperti : Hamamatsu UVTron Flame Detector), sensor posisi (seperti : Devantech Compass) dan sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto, Widodo. 2006. *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*. Jakarta: PT Elec Media Komputindo.
- [2] Pitowarno, Endra. 2006. *Robotika Disain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [3] Pitowarno, Endra. 22 Februari 2007. *Lembar Seminar “New Concept Robotics: Robot Vision”* . di Universitas Gunadarma. Jakarta.
- [4] Budiharto, Widodo. 2005. *Teknik Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [5] Budiharto, Widodo. 2006. *12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [6] Rosyidi, Lukman dan Yanuar Ikhsan, Elvanto. 2001. *Modul Training Mikrokontroler 8051 Level Basic*. Depok: Prasimax.
- [7] Christanto, Danny dan Pusporini, Kris. 2004. *Panduan Praktikum Dasar Mikrokontroler Keluarga MCS-51 Menggunakan DT-51 Minimum System Ver 3.0 dan DT-51 Trainer Board*. Surabaya: Innovative Electronics.
- [8] Christanto, Danny dan Pusporini, Kris. 2004. *Panduan Dasar Mikrokontroler Keluarga MCS-51*. Surabaya: Innovative Electronics.
- [9] Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset.

- [10] Datasheet, <http://www.alldatasheet.com>. Januari 2007.
- [11] Tutorial dan Datasheet, <http://www.parallax.com>. Januari 2007.
- [12] Tutorial dan Hardware, <http://www.innovativeelectronics.com>. Januari 2007.
- [13] Hardware dan Datasheet, <http://www.digi-ware.com>. Januari 2007.
- [14] Tutorial, <http://www.acroname.com>. Januari 2007.
- [15] Datasheet, <http://www.active-robots.com>. Januari 2007.
- [16] Datasheet, <http://www.atmel.com>. Januari 2007.
- [17] [Http://www.google.com](http://www.google.com). Januari 2007.
- [18] Hardware, <http://www.toko-elektronika.com>. Januari 2007.
- [19] Tutorial, <http://www.widodo.com>. Januari 2007.