

FIRE-FIGHTING ROBOT

Ridha Iskandar (ridha@staff.gunadarma.ac.id)
R. Supriyanto (supriyanto@staff.gunadarma.ac.id)
Lazarus Bona Simarmata (zarusanot@hotmail.com)

Abstrak

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai robot mengingat robot memberikan manfaat bagi kepentingan manusia, seperti untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian yang tinggi, melakukan pekerjaan dengan resiko bahaya yang tinggi atau melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga yang besar dan lain sebagainya.

Firefighting robot dibuat sebagai salah satu penelitian prototip bentuk robot dalam ukuran kecil. Robot ini dibangun dengan memodifikasi mobil mainan remote control. Bagian-bagian utama mobil mainan yang digunakan untuk membentuk robot tersebut terutama yang berkenaan dengan bagian konstruksi seperti kerangka, roda-roda dan motor-motor penggerak roda. Dalam penelitian yang dilakukan, robot diberi tugas mencari api dalam suatu ruangan dan kemudian mematikan api tersebut. Robot dilengkapi dengan sensor ultrasonik agar dapat menentukan jarak. Ia juga dilengkapi dengan sensor pyroelektrik dan sensor cahaya agar dapat mendeteksi panas/api. Untuk memadamkan api, robot dilengkapi dengan kipas yang akan diaktifkan ketika nyala api ditemukan. Robot dibuat autonomus melalui suatu sistem kontrol yang berbasis mikrokontroler AT90S8535. Penelitian yang dibuat lebih banyak membahas hal-hal yang berkenaan dengan perangkat keras yang membentuk robot. Hal yang berkenaan dengan perangkat lunak disertakan juga di dalam penelitian ini, tetapi masih harus dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci : sensor pyroelektrik, sensor ultrasonik, sensor cahaya, mikrokontroler AT90S8535

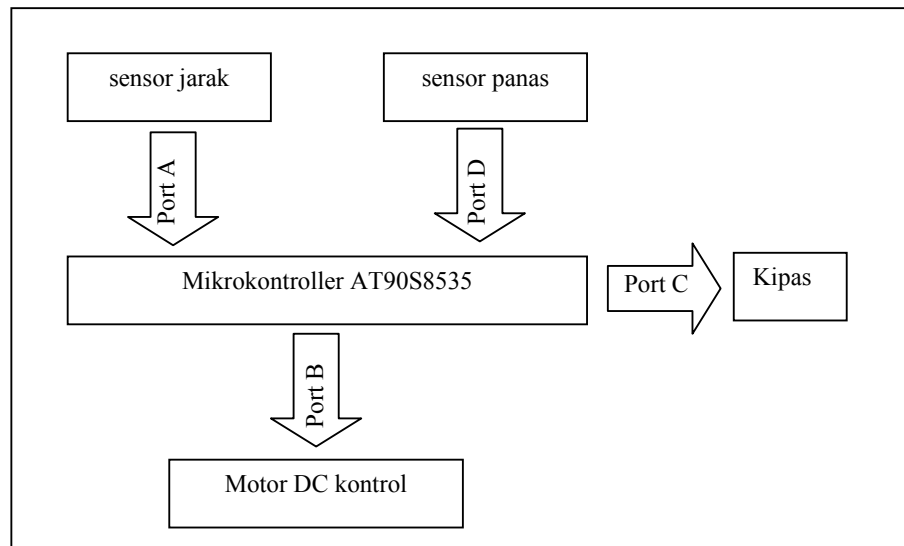
1. Pendahuluan

Perkembangan industri menuntut penggunaan alat bantu yang dapat mengoptimalkan sumber-sumber daya (*resources*) yang ada agar dapat bersaing di pasar bebas. Robot merupakan salah satu alat bantu yang dalam kondisi tertentu sangat diperlukan dalam industri. Terdapat kondisi-kondisi tertentu dalam industri yang tidak mungkin ditangani oleh manusia seperti kebutuhan akan akurasi yang tinggi, tenaga yang besar, kecepatan yang tinggi atau resiko yang tinggi. Keadaan-keadaan ini dapat diatasi dengan penggunaan robot. Oleh karena itu riset harus senantiasa dilakukan untuk pengembangan robot dan lebih baik lagi jika sudah dimulai sejak di sekolah menengah [1]. Agar robot dapat memberikan nilai ekonomis yang tinggi maka ia harus didisain untuk suatu tujuan tertentu (*special purpose*).

Dalam eksperimen yang dilakukan, robot yang dibuat terutama ditujukan untuk memadamkan api (*firefighting*). Robot yang dapat dikatakan suatu *prototipe* dibentuk dengan memanfaatkan mobil *remote control* yang banyak dijual di pasar. Bagian-bagian yang diambil dari mobil mainan tersebut terutama yang berkenaan dengan konstruksi (rangka), roda-roda dan motor-motor penggerak roda. Agar dapat mendeteksi panas/api, robot dilengkapi dengan sensor pyroelektrik dan sensor cahaya. Kedua sensor ini bersifat saling melengkapi satu dengan yang lain. Untuk mencegah benturan terhadap dinding, robot dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi jarak. Sensor-sensor ultrasonik masing-masing digunakan sebagai bagian yang mengeluarkan gelombang pancaran (dari *transmitter*) dan sebagai bagian yang menerima gelombang pantulan (diberikan ke *receiver*). Untuk memadamkan api, robot ini dilengkapi dengan sebuah kipas (fan) yang akan diaktifkan ketika api ditemukan. Seluruh bagian robot, mulai dari sensor-sensor, penggerak-penggerak roda dan kipas untuk memadamkan api dikontrol dengan sebuah mikrokontroler AT90S8535 yang membuat robot tersebut menjadi suatu sistem yang bersifat bebas bergerak sendiri (*autonomous*). Dengan prosesor yang tercakup di sistem robot tersebut maka sistem ini dapat juga disebut *embedded system*.

2. Perancangan Robot

Secara garis besar skema rangkaian sistem *firefighting robot* diberikan dalam blok diagram Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1 Blok diagram firefighting robot

Perangkat keras yang membentuk robot meliputi beberapa rangkaian yaitu :

1. Rangkaian pengkondisi sinyal sensor ultrasonik
2. Rangkaian pengontrol responsivitas sensor ultrasonik
3. Rangkaian pengkondisi sinyal sensor pyroelektrik
4. Rangkaian pengontrol responsivitas pyroelektrik
5. Rangkaian pengontrol sensor cahaya / LDR (*Light Dependent Resistance*)
6. Rangkaian motor DC kontrol bagian depan dan belakang
7. Rangkaian pengontrol kipas motor DC
8. Rangkaian modul mikrokontroller AT90S8535

Perangkat lunak yang digunakan pada proyek ini menggunakan bahasa assembly yang mendukung modul AVR (*AVR assembly language*) yaitu *AVR programming* Versi 3.56.

2.1 Rangkaian pengkondisi sinyal sensor ultrasonik

2.1.1 bagian pemancar (transmitter)

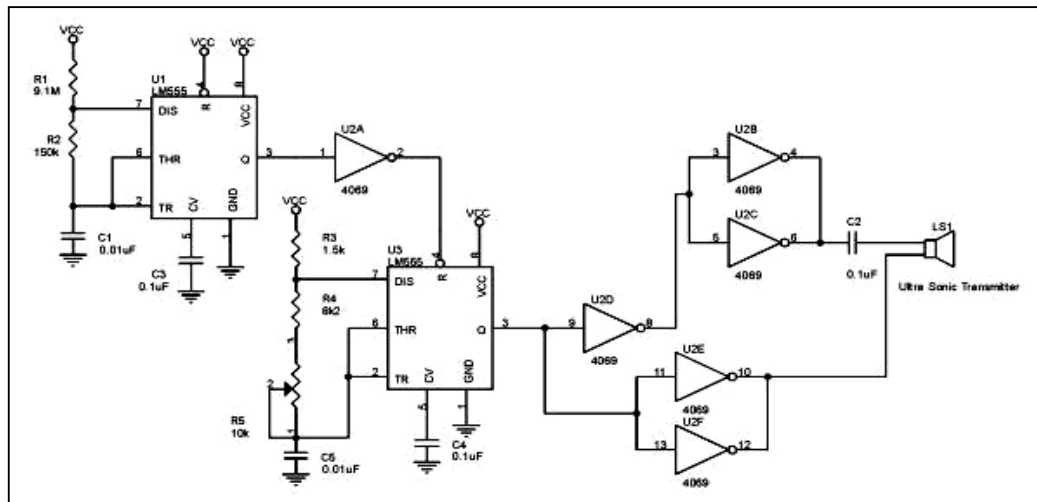
Rangkaian ini terdiri dari bagian pembangkit pulsa, penguat pulsa dan pengontrol sinyal ultrasonik. Rangkaian bagian ini diperlihatkan dalam Gambar 2.

2.1.2 bagian penerima (receiver)

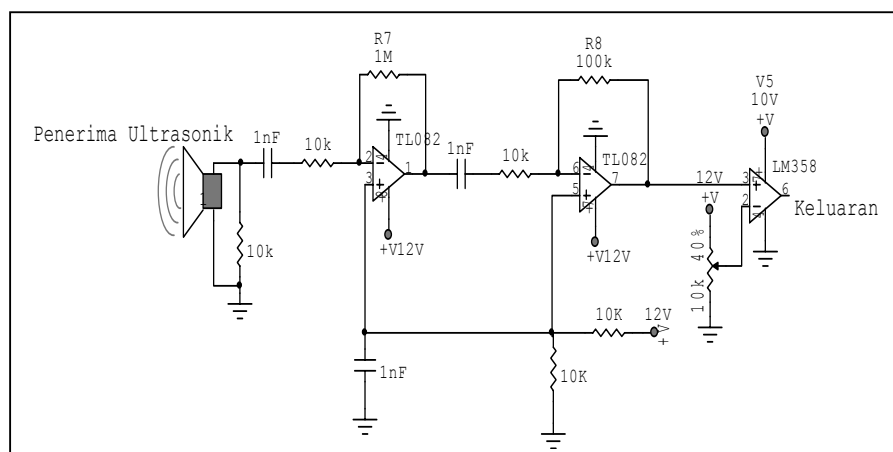
Rangkaian ini terbentuk dari penguat-penguat op-amp yang di-cascade sehingga didapatkan penguatan 1000 kali input sinyal yang masuk. Rangkaian ini diperlihatkan dalam Gambar 3. Op-amp yang paling akhir dalam rangkaian ini berfungsi sebagai pengontrol responsivitas sensor.

2.2 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Panas (Temperature)

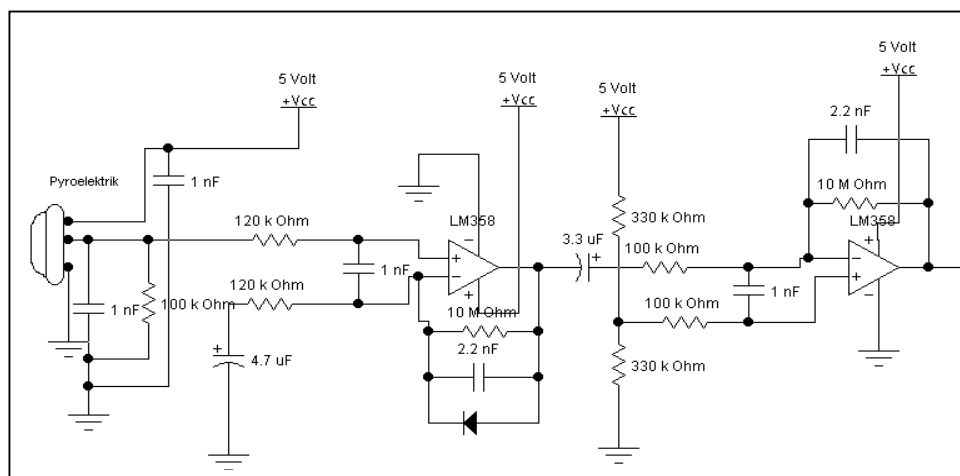
Rangkaian ini diperlihatkan dalam Gambar 4. Rangkaian ini dibentuk dari sensor pyroelektrik, bagian penguat, filter dan komparator.



Gambar 2 Pengkondisi sinyal bagian pemancar ultrasonik

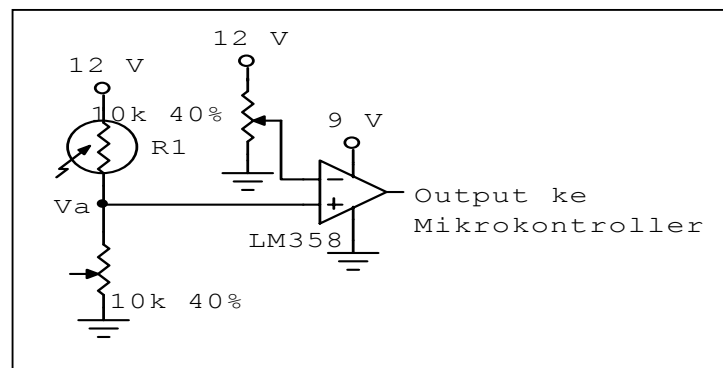


Gambar 3 Pengkondisi sinyal bagian penerima ultrasonik



Gambar 4 Penguat Noninverting dan band pass filter

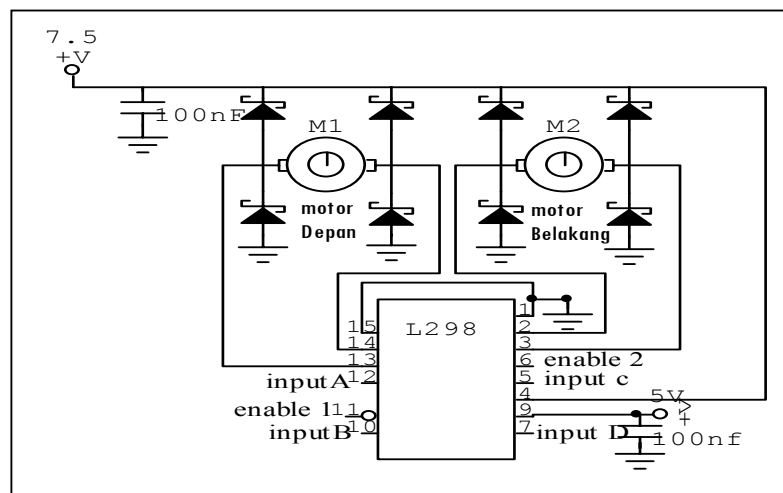
2.3 Rangkaian Pengontrol Sensor Cahaya / LDR



Gambar 5 Rangkaian pengontrol sensor cahaya / LDR

LDR digunakan sebagai sensor alternatif untuk mendeteksi api yaitu menggunakan terang nyala api yang lebih terang dari pada kondisi ruangan, dapat menghasilkan resistansi yang lebih kecil pada LDR.

2.4 Rangkaian pengontrol motor DC

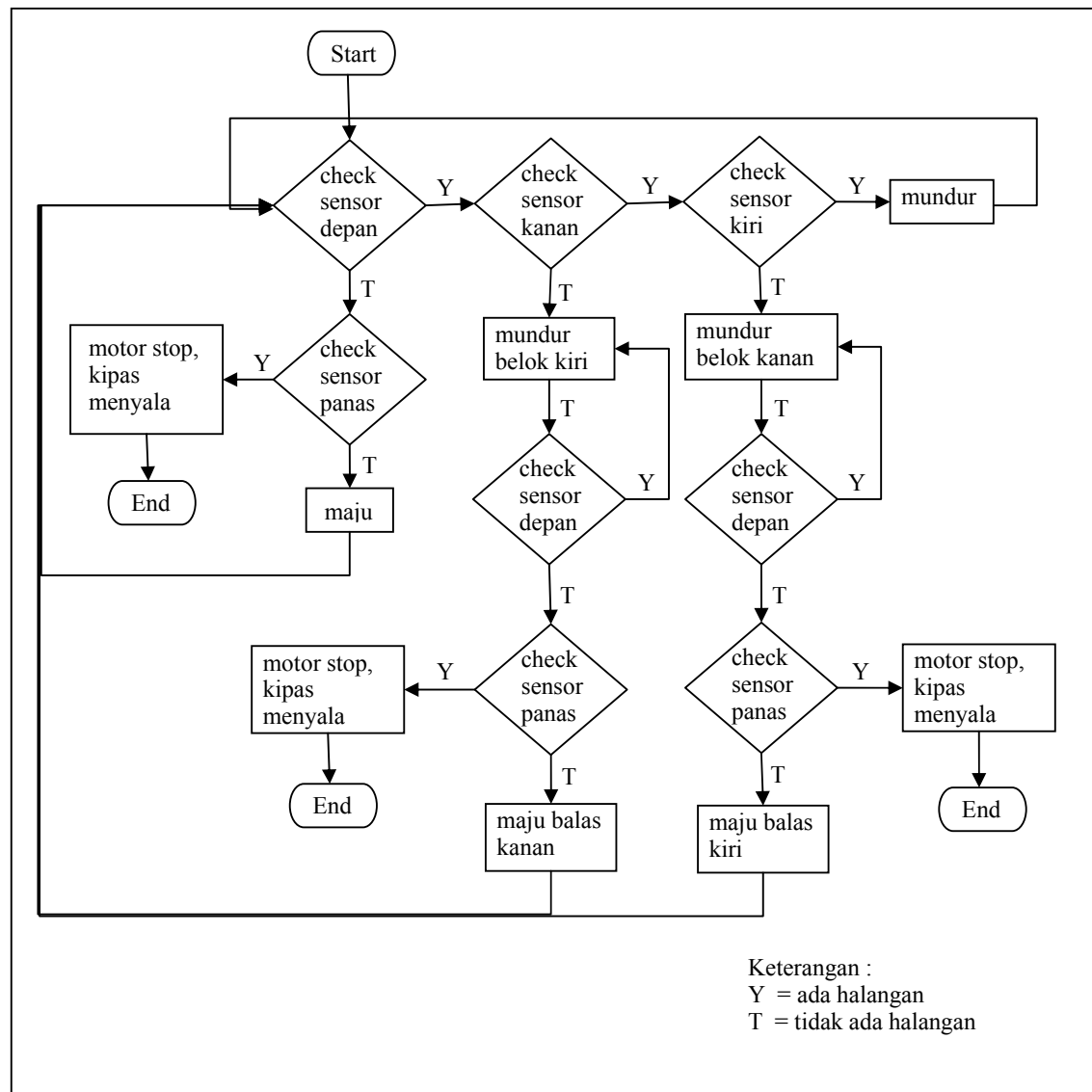


Gambar 6 Pengontrol Motor DC

IC motor driver L298 menggunakan prinsip kerja H-bridge motor driver. Di dalam L298 terdapat *dual full bridge* sehingga dapat mengontrol dua motor dc sekaligus dengan kemampuan arah motor dapat bolak-balik (*bidirectional*). Dengan kemampuan arus keluaran maksimal 2 ampere masing-masing *channel*, sudah cukup untuk menggerakkan motor DC yang ada. Dalam rangkaian ini digunakan dioda schottky yang mempunyai kemampuan untuk bekerja di frekuensi tinggi (*fast recovery diode*) sehingga dapat mengamankan IC dari tegangan kejutan yang dihasilkan oleh motor saat pergantian arah.

2.5 Perangkat lunak

Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menguji peralatan-peralatan perangkat keras yang sudah diperlihatkan satu per satu di bagian-bagian di atas dapat digambarkan dalam diagram alur (flowchart) di Gambar 7.



Gambar 7 Diagram Alur program Fire-Fighting Robot

3. Pengujian robot

Setelah bagian-bagian pendukung firefighting robot dibuat, maka perlu dilakukan uji coba dan analisa sistem robot apakah sudah bekerja dengan baik dan benar. Dalam bagian ini dibahas pengujian sensor, pengkondisi sinyal sensor dan uji sistem kontrol gerak di setiap bagian dengan pengambilan data yang dilakukan dari mikrokontroller.

3.1 Uji coba sensor panas / PIR

Pengujian sensor PIR dan pengambilan data mengenai tegangan dan pengaruh jarak terhadap kemampuan deteksi sensor dan sistem pengontrolan karakteristik mikrokontroller mengikuti langkah-langkah berikut :

- Pengkondisi sinyal sensor menggunakan catu daya 12V DC, untuk rangkaian elektronik sensor PIR.
- Pengukuran tegangan pada rangkaian dilakukan secara berkala dengan selang waktu tertentu . Pengukuran menggunakan multimeter dan osiloskop.

- Pengukuran tegangan keluaran sensor PIR akibat pengaruh jarak panas ke sensor dilakukan dengan menggunakan panas tubuh manusia, solder 25 watt dan api lilin untuk selang setiap 30cm dari sensor.
- Pengukuran dan pengambilan data meliputi merubah nilai responsivitas sensor dari kontrol yang ada pada pengkondisi sinyal dan mikrokontroller untuk menyesuaikan jarak gangguan panas terhadap daya kipas (*Fan*) untuk mematikan gangguan panas dan mengamati kemampuan deteksi sensor .

Pengamatan-pengamatan tersebut dilakukan untuk mengamati sistem pengontrolan karakteristik sensor dan perubahannya terhadap kemampuan sensor untuk mendeteksi panas. Data tegangan diambil dengan bervariasi gangguan panas di depan permukaan sensor pada perubahan jarak setiap 30Cm. Hasil pengamatan menghasilkan data-data sebagai berikut

Tabel 3.1 Hasil data dengan menggunakan gangguan panas dari tubuh manusia

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	1.0	30
2.	0.7	60
3.	0.5	90
4.	Tidak terukur	120
5.	Tidak terukur	150
6	Tidak terukur	180

Tabel 3.2 Hasil data dengan menggunakan gangguan panas solder 25 watt

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	5	30
2.	4	60
3.	1.0	90
4.	Tidak terukur	120
5.	Tidak terukur	150
6	Tidak terukur	180

Tabel 3.3 Hasil data dengan menggunakan gangguan panas api lilin

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	5	30
2.	5	60
3.	3	90
4.	Tidak terukur	120
5.	Tidak terukur	150
6	Tidak terukur	180

Data tegangan tersebut adalah data tegangan yang diambil pada keluaran penguat stage kedua dari pyroelektrik. Dari konfigurasi pengkondisi sinyal, amplitudo tegangan akan naik dan kemudian menurun ketika ada gangguan berupa perubahan panas di depan sensor .

3.2 Uji coba sensor cahaya / LDR

Pengujian sensor cahaya dan pengambilan data mengenai hambatan dan pengaruh jarak terhadap kemampuan deteksi sensor dan sistem pengontrolan karakteristik dari mikrokontroller mengikuti langkah - langkah berikut :

- Rangkaian menggunakan catu daya 12V dan 9V DC, untuk rangkaian elektronik sensor cahaya.

- Pengukuran hambatan pada LDR dilakukan setiap jarak tertentu dari api lilin pada ruangan bercahaya lampu Phillips 25 watt. Pengukuran menggunakan multimeter digital.
- LDR yang digunakan mempunyai resistansi terkecil yaitu 600 ohm dan resistansi terbesar 180 KOhm.

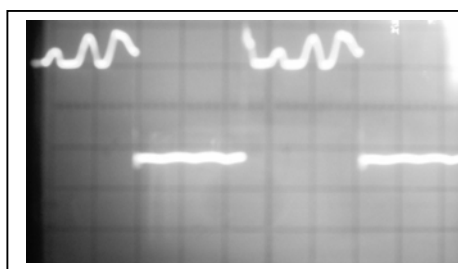
Tabel 3.4 Hasil data dengan menggunakan gangguan cahaya api lilin

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	8	15
2.	0.2	20
3.	0	30

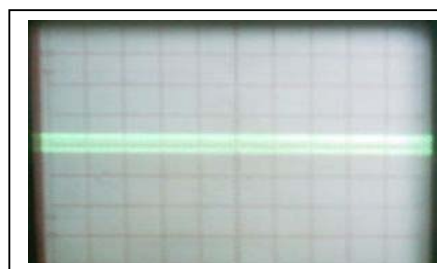
3.3 Uji coba sensor jarak / Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dan pengambilan data mengenai tegangan dan pengaruh jarak terhadap kemampuan deteksi sensor dan sistem pengontrolan karakteristik dari mikrokontroler mengikuti langkah - langkah berikut :

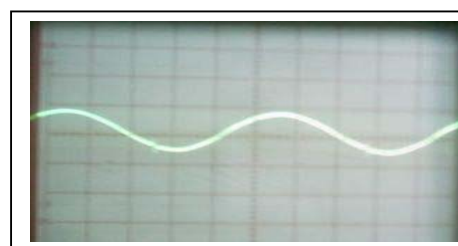
- Pengkondisi sinyal sensor menggunakan catu daya 9V DC, untuk rangkaian elektronik sensor ultrasonik.
- Pengukuran tegangan pada rangkaian dilakukan secara berkala dengan selang waktu tertentu. Pengukuran menggunakan multimeter dan osiloskop.
- Pengukuran tegangan keluaran sensor ultrasonik akibat pengaruh jarak objek ke sensor dilakukan dengan menggunakan objek papan setebal 5mm setiap selang 30 cm dari sensor.
- Pengukuran dan pengambilan data meliputi mengubah nilai responsivitas dan sensitivitas sensor dari kontrol yang ada pada pengkondisi sinyal dan mikrokontroler untuk menyesuaikan jarak objek terhadap robot agar robot dapat mengambil gerakan untuk menghindari tabrakan dengan objek tersebut dan mengamati kemampuan deteksi sensor.



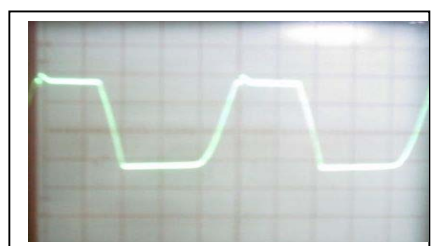
(a)



(b)



(c)



(d)

*Gambar 8 : a. Sinyal ultrasonik pada pemancar (transmitter) saat diatur $\pm 40\text{KHz}$
b. Sinyal ultrasonik pada keluaran jika tidak ada halangan
c. Sinyal keluaran ultrasonik jika ada halangan pada penguatan pertama
d. Sinyal keluaran ultrasonik jika ada halangan pada penguatan kedua
spesifikasi osiloskop yang digunakan yaitu : 2 Volt/Div, 5ms Time/Div*

Pengamatan-pengamatan tersebut dilakukan untuk mengamati sistem pengontrolan karakteristik sensor dan perubahannya terhadap kemampuan sensor untuk mendeteksi jarak.

Hasil pengamatan menghasilkan data-data sebagai berikut :

Tabel 3.5 Hasil data dengan menggunakan ultrasonik bagian depan

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	6	30
2.	6	60
3.	Tidak terukur	90
4.	Tidak terukur	120
5.	Tidak terukur	150
6	Tidak terukur	180

Tabel 3.6 Hasil data dengan menggunakan ultrasonik bagian kiri

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	6	30
2.	6	60
3.	Tidak terukur	90
4.	Tidak terukur	120
5.	Tidak terukur	150
6	Tidak terukur	180

Tabel 3.7 Hasil data dengan menggunakan ultrasonik bagian kanan

No	Amplitudo output (Volt)	Jarak obyek ke sensor (Cm)
1.	6	30
2.	6	60
3.	Tidak terukur	90
4.	Tidak terukur	120
5.	Tidak terukur	150
6	Tidak terukur	180

Dari konfigurasi pengkondisi sinyal, amplitudo tegangan akan tetap tinggi sampai ketika objek sudah tidak terdeteksi lagi atau ketika jarak objek semakin menjauh terhadap sensor. Hasil tegangan keluaran diambil dari keluaran ultrasonik penerima setelah melewati penguat.

3.4 Uji coba motor driver

Uji coba dilakukan dengan mengontrol motor DC driver dengan mikrokontroller menggunakan *keypad* sebagai inputan manual yang telah diatur (*setting*). Motor DC driver menggunakan *power supply* 7.5V 1Ampere untuk roda belakang dan 5V 1 Ampere untuk roda depan.

Tujuan dilakukan uji coba yaitu :

- Mengetahui apakah motor DC driver dapat bekerja dengan baik pada perubahan inputan yang cepat.
- Ketahanan rangkaian motor DC driver.

Hasil yang telah didapatkan yaitu :

- Perubahan inputan motor DC driver untuk roda belakang dan roda depan secara bergantian (*forward/reverse*), masih dapat ditangani oleh motor DC driver pada setiap selang waktu 100 millisekon. Setelah di uji coba selama 30 menit motor DC driver tetap

dapat berjalan dengan lancar. Kecepatan motor yang didapatkan setelah 30 menit semakin berkurang dikarenakan daya baterai yang semakin melemah.

3.5 Pengujian sistem secara keseluruhan

Uji coba terhadap firefighting robot dilakukan dengan menempatkannya pada suatu ruangan, dimana terdapat sebuah lilin yang sedang menyala. Firefighting robot akan mencari api dengan menelusuri tiap ruangan tersebut tanpa menabrak dinding atau objek penghalang dan kemudian mematikan api tersebut. Pencarian api dalam ruangan dilakukan secara *autonomous*.

4. Kesimpulan dan saran

Setelah melakukan analisa terhadap sistem firefighting robot, maka penulis mencoba untuk menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi perubahan jarak dalam satuan frekuensi yang diubah menjadi tegangan sehingga dapat menjadi inputan untuk mikrokontroller.
2. Sensor pyroelektrik dapat mengubah panas menjadi tegangan dalam skala milivolt, akan tetapi hanya dapat mendeteksi panas apabila ada perubahan temperatur pada sudut pandangnya.
3. LDR dapat dipakai untuk mendeteksi api dengan asumsi memanfaatkan terang nyala api yang lebih terang daripada kondisi ruangan sekitar, untuk digunakan sebagai pemicu pada rangkaian pembagi tegangan.
4. *Clock* frekuensi 4 MHz pada mikrokontroller sudah cukup memadai untuk menanggapi perubahan sensor dan pengambilan keputusan secara *real time*.
5. sensor robot mengalami kesalahan

Beberapa saran yang dapat penulis berikan kepada pembaca yang ingin menggunakan, membuat ataupun mengembangkan sistem firefighting robot adalah sebagai berikut :

1. Untuk baterai dapat dipakai baterai lithium agar robot dapat aktif lebih tahan lama.
2. Bodi robot diberi penutup agar kerumitan sistem *hardware* didalamnya tidak terlihat.
3. Untuk pengembangan lebih lanjut pemadam api dapat digunakan pemadam dengan air.

5. Daftar Pustaka

- [1] Verner, Igor M dan Eyal Hershko, *School Graduation Project in Robot Design: A Case Study of Team Learning Experiences and Outcomes*, Israel Institute of Technology , Haifa, Israel, 2003
- [2] Anonim, *Introduction to BGC-8088 microengineer v3.0*, Microsoft Computer Research Co.,LTD.
- [3] Hari Wibawanto, "Pengendali Berbasis Logika Kabur", Edisi ke Empat Belas, Agustus 1998.URL: <http://www.elektroindonesia.com/elektro/elektro.html>
- [4] Jogyanto H.M., *Turbo Pascal Versi 5.0*, Edisi Pertama, Andi Offset, Yogyakarta, 1997.
- [5] Malvino, Albert Paul, *Elektronika Komputer Digital*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1993.
- [6] Malvino, Albert Paul, *Prinsip-prinsip Elektronik*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [7] Soepono Soeparlan dan Umar Yahdi, *Teknik Rangkaian Listrik*, jilid 1 dan 2, Gunadarma, Jakarta, 1995.
- [8] Sri Kusumadewi, *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.