

Aplikasi Mikrokontroler MC68HC11 Sebagai Detektor Gerakan Manusia Menggunakan Sensor Inframerah Pyroelectric

Setiyono^[1], Sumardi, ST. MT^[2], Ir. Sudjadi, MT^[2]

^[1] Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro
e-mail : smile4yon@yahoo.com

^[2] Staf Pengajar Teknik Elektro Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang
Telp : (024)7460057

Abstrak : Perkembangan teknologi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, khususnya pada bidang teknologi elektronik. Pemakaian mikrokontroler telah meluas ke berbagai bidang kehidupan manusia, dan dalam penerapannya telah menimbulkan perubahan yang sangat berarti dalam perancangan alat maupun fungsi alat tersebut. Salah satu penerapannya adalah pada sistem keamanan. Sistem keamanan diciptakan manusia untuk melindungi diri sendiri, orang lain, harta benda maupun lingkungannya. Mikrokontroler dapat diaplikasikan untuk membuat suatu peralatan sistem keamanan yang lebih modern. Aplikasi mikrokontroler MC68HC11 buatan Motorola pada perancangan tugas akhir ini yaitu sebagai pendeteksi gerakan manusia dengan menggunakan sensor inframerah pyroelectric. Sensor ini dapat mendeteksi perubahan energi panas akibat adanya gerakan suatu obyek (manusia). Metode yang digunakan pada peralatan ini yaitu dengan penyapuan (sweeping) menggunakan motor stepper pada alas sensor dan alarm pemberitahuan adanya obyek (manusia) yang terdeteksi sekaligus mengukur jarak relatif antara obyek ke sensor dengan tampilan seven segment

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem keamanan diciptakan manusia untuk melindungi diri sendiri, orang lain, harta benda maupun lingkungannya. Mikrokontroler dapat diaplikasikan untuk membuat suatu peralatan sistem keamanan yang lebih modern. Aplikasi mikrokontroler MC68HC11 buatan Motorola pada perancangan alat ini yaitu sebagai pendeteksi gerakan manusia dengan menggunakan sensor inframerah pyroelectric. Dengan metode yang digunakan yaitu penyapuan (*sweeping*), kecil kemungkinan adanya obyek yang lolos dari pantauan sensor.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam perancangan tugas akhir ini adalah merancang suatu alat yang bisa mendeteksi adanya gerakan manusia dengan metode penyapuan (*sweeping*), kemudian mengukur jarak relatif antara obyek ke sensor yang akan ditampilkan menggunakan *seven segment*, serta adanya alarm pemberitahuan bila ada obyek yang terdeteksi.

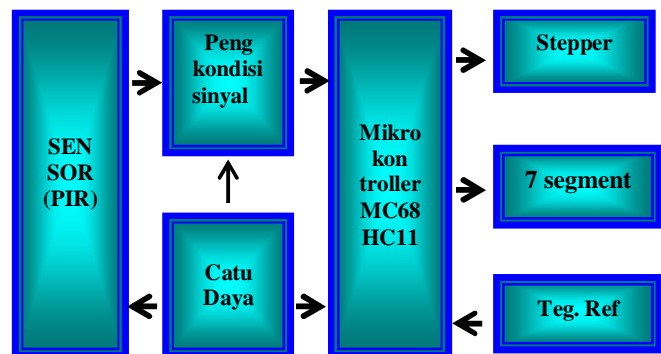
1.3 Pembatasan Masalah

Agar uraian dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlalu luas, maka perlu batasan-batasan pembahasan yaitu:

- Sensor yang dibahas adalah sensor inframerah *pyroelectric*.
- Mikrokontroler yang digunakan MC68HC11.
- Jarak maksimum yang bisa dideteksi adalah 3 meter.
- Konversi sinyal analog ke sinyal digital menggunakan perangkat lunak (*software*).
- Metoda yang digunakan yaitu metoda penyapuan (*sweeping*) 180° bolak-balik.

11. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

Gambaran Umum perancangan alat ini, dapat dilihat dalam blok diagram alat berikut ini.



Gambar 1 Blok Diagram Alat

Dari gambar 1 blok diagram alat terdiri dari :

1. Sensor, digunakan inframerah *pyroelectric*.
2. Pengkondisi sinyal, dalam blok ini sinyal yang dihasilkan sensor akan diolah agar bisa diterima oleh blok mikrokontroler.
3. Catu daya, sebagai pencatu perangkat-perangkat dalam alat ini.
4. Sistem minimum mikrokontroler MC68HC11, sebagai pengolah data.
5. Motor *Stepper*, Untuk memutar sensor sehingga bisa melakukan penyapuan (*sweeping*).
6. *Seven segment*, sebagai penampil jarak obyek yang terdeteksi.
7. Tegangan referensi, sebagai referensi tegangan *high* dan *low* pada proses ADC.

2.1 Sensor Inframerah Pyroelectric

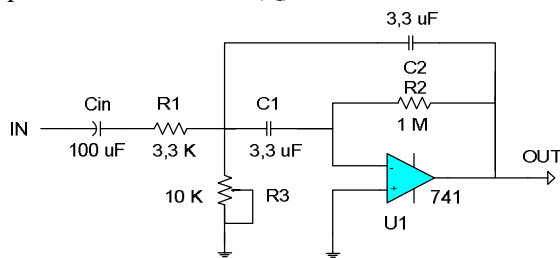
Radiasi inframerah tidak dapat dilihat tetapi dapat dideteksi. Obyek-obyek yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi inframerah dan obyek-obyek tersebut meliputi antara lain hewan dan tubuh manusia

Sensor yang digunakan pada perancangan tugas akhir ini adalah sensor inframerah *pyroelectric* Sensor ini mendeteksi beda energi yang dipancarkan tubuh dengan lingkungan. Sensor ini memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak mengeluarkan cahaya, sehingga dalam operasinya tidak diketahui oleh orang yang terdeteksi, harga sensor relatif rendah, konsumsi daya rendah sehingga dapat dioperasikan dengan catu baterai

2.2 Pengkondisi sinyal

a) Tapis Lulus Jalur (*Band Pass Filter / BPF*)

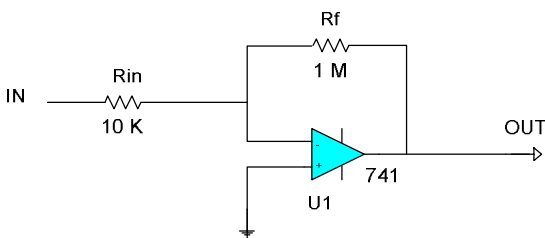
BPF adalah sebuah rangkaian yang dirancang untuk melewatkan isyarat dalam suatu pita frekuensi tertentu dan menolak semua isyarat di luar pita ini. Frekuensi resonansi ω_r , BPF pada perancangan alat ini sebesar 1 Hz karena keluaran dari sensor frekuensinya sebesar 1 Hz, dan lebar pita B sebesar 0,1 Hz. sehingga didapatkan faktor kualitas (Q) sebesar 10.



Gambar 2 Tapis lulus jalur (BPF)

b) Penguat

Sebuah penguat menerima arus atau tegangan kecil pada masukannya dan menghasilkan arus atau tegangan yang lebih besar pada keluarannya. Pada perancangan alat ini, tahapan penguat dirancang untuk memberi penguatan sebesar 100 kali, sehingga R_f sebesar 1 M Ω untuk R_{in} sebesar 10 K Ω .

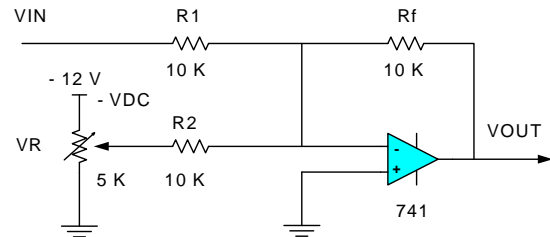


Gambar 3 Penguat membalik

c) Penjumlah (*Summing*)

Proses pengkonversian sinyal analog menjadi sinyal digital (ADC) pada mikrokontroler MC68HC11 tidak dapat mengenali tegangan masukan negatif, maka diperlukan rangkaian penjumlah (*summing*) sebelum keluaran dari penguat diumpankan ke port E mikrokontroler, agar

level tegangan selalu positif. Pada *summing* (*summing* pembalik) sinyal masukan V_{in} dijumlahkan dengan catu DC sehingga sinyal masukan berada pada level tegangan positif. Penjumlah yang dirancang 1,92 V sebagai nilai tengah karena pada ADC tegangan referensi *highnya* 3,84 V.



Gambar 4 Penjumlah (*summing*)

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah piranti yang dapat menjalankan perintah-perintah yang diberikan kepadanya dalam bentuk baris-baris program yang dibuat untuk pekerjaan tertentu. Mikrokontroler MC68HC11 buatan Motorola merupakan suatu keping tunggal yang memuat suatu sistem mikrokontroler terintegrasi dengan konfigurasi sebagai berikut:

- RAM dengan kapasitas 256 *byte*.
- EEPROM dengan kapasitas 512 *byte*.
- Port A*, merupakan kombinasi masukan dan keluaran sebanyak 8-bit, yaitu *port A0 – A2* untuk input, *A3 – A6* sebagai output dan *A7* digunakan sebagai input atau output.
- Port B* dan *Port C*, merupakan *port* data dan alamat.. *Port B* untuk alamat atas (*ADDR8, ADDR9, ..., ADDR15*) dan *Port C* untuk data dan alamat bawah (*ADDR0, ADDR1, ..., ADDR7*)
- Port D*, dapat di kembangkan sebagai jalur SPI (*Serial Peripheral Interface*).
- Port E*, *port* masukan baik analog maupun digital ke dalam sistem mikrokontroler M68HC11.

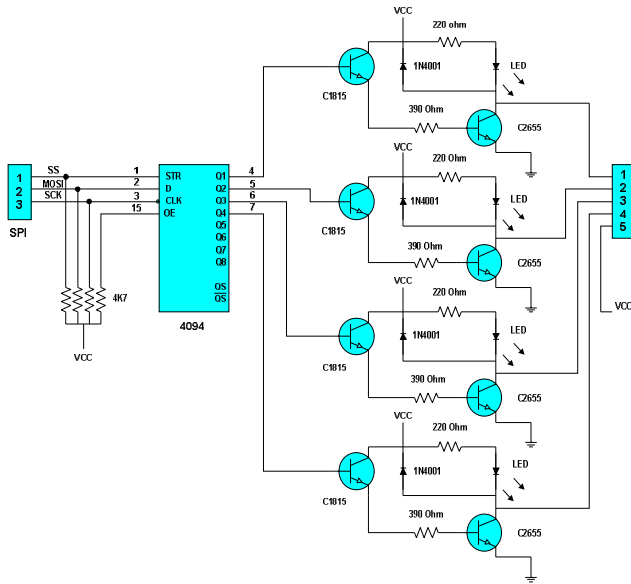
Dalam perancangan alat ini program dimasukan ke EPROM dan terletak pada alamat \$E000 – \$FFFF

2.4 Motor stepper

Pengaturan motor *stepper* meliputi arah putar dan kecepatan putar. *Step* atau langkah untuk motor *stepper* dapat diatur sedemikian sehingga didapatkan arah putaran yang dikehendaki . Kecepatan putar ditentukan oleh kecepatan pulsa yang diberikan pada kutub motor *stepper*, sedangkan arahnya ditentukan dengan urutan pemberian pulsa pada kutub motor *stepper*. Prinsip yang digunakan adalah kemagnetan yang ditimbulkan oleh adanya arus pada kumparan

Sudut langkah yang dipergunakan pada motor *stepper* dalam perancangan ini 1,8 derajat. Untuk ini diperlukan suatu rangkaian pengendali/pengemudi motor *stepper* (*stepper driver*) yang dapat mengirimkan pulsa-

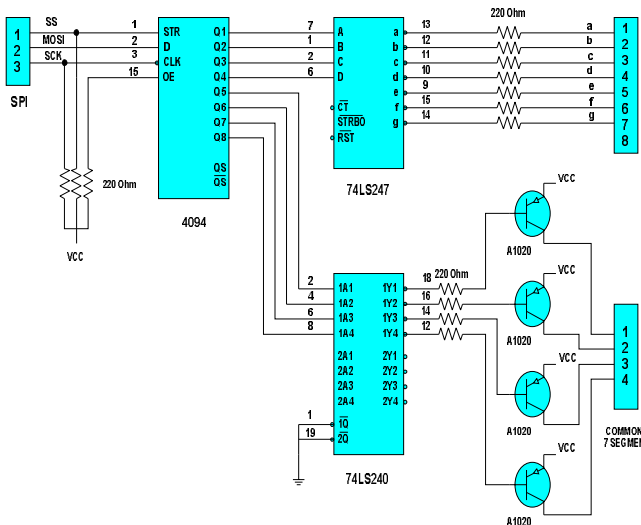
pulsa dari mikrokontroler sehingga motor dapat bergerak sesuai dengan program yang ada.



Gambar 5 Pengendali motor stepper

2.5 Penampil Seven Segment

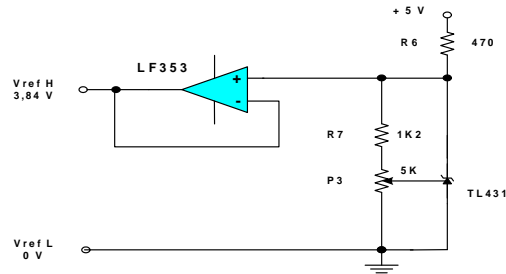
Pada perancangan alat ini, penampil *seven segment* sebanyak 4 buah yang berfungsi untuk menampilkan informasi jarak dimana obyek berada. Untuk menghemat kaki masukan / keluaran mikrokontroler, kaki a sampai dengan h keempat *seven segment* di jadikan satu. Kemudian catu *seven segment* bergiliran diberikan melalui cara yang disebut TDM (*Time Division Multiplexing*). Dengan cara ini *seven segment* tidak dinyalakan serentak tetapi dinyalakan bergantian secara cepat dengan memanfaatkan salah satu kelemahan indra manusia yaitu mata.



Gambar 6 Penggerak seven segment

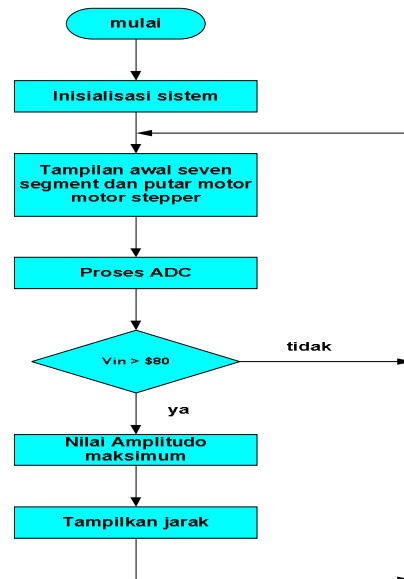
2.6 Tegangan Referensi

Tegangan referensi berfungsi menghasilkan tegangan keluaran sebagai masukan tegangan referensi pada mikrokontroler untuk proses ADC, yaitu : 3,84 V untuk masukan tegangan referensi tinggi (*high*), 0 volt untuk masukan tegangan referensi rendah (*low*).



Gambar 7 Tegangan referensi

2.7 Perangkat Lunak



Gambar 8 Diagram alir program utama

Kerja dari perangkat lunak dalam perancangan alat ini secara garis besar adalah setelah eksekusi program maka mikrokontroler akan menginisialisasi terlebih dahulu fasilitas SPI. Kemudian mikrokontroler akan mengerjakan secara berurutan perintah yang diberikan, seperti mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital (ADC), menjalankan motor *sepper* dan menampilkan *seven segment*

2.8 Konversi Sinyal Analog ke Digital (ADC)

Proses ADC yaitu untuk mengkonversi masukan analog ke nilai ekuivalen biner 8 bit atau bilangan \$00 - \$FF pada sistem bilangan hexadesimal. Besarnya nilai range pengkonversian bergantung dari dua buah tegangan referensi yang diberikan, yaitu V_{REFH} dan V_{REFL} . Pada

perancangan alat ini digunakan tegangan referensi 0 V untuk referensi *low* dan 3,84 V untuk referensi *high*.

Pada perancangan alat ini pencuplikan tegangan dari sinyal masukan dilakukan secara kontinu sampai mendapatkan hasil cuplikan \$80 (50% dari tegangan referensi *high* yaitu 1,92 V). Nilai \$80 merupakan perpotongan dari hasil cuplikan tegangan dengan sumbu x dan dianggap sebagai titik nol.

Apabila hasil samplingan melebihi \$80 (berarti ada obyek yang terdeteksi) maka akan dicari tegangan maksimum dari sinyal masukan tersebut. Dengan menggunakan metoda perbandingan maka besarnya tegangan maksimum tersebut dapat diketahui besarnya dalam heksadesimal. Besarnya tegangan maksimum ini akan dikonversikan ke jarak melalui beberapa percobaan.

III. PENGUJIAN DAN ANALISA

3.1 Keluaran Pengkondisi Sinyal

Keluaran sensor inframerah *pyroelectric* sangat lemah, maka untuk menguji hasil keluaran sensor pengujian dilakukan pada keluaran pengkondisi sinyal. Dalam pengujian keluaran pengkondisi sinyal, digunakan alat ukur voltmeter digital dan juga osiloskop untuk melihat bentuk sinyal yang dihasilkan

a. Keluaran Tapis Lulus Jalur (BPF)

Pengujian keluaran BPF dilakukan dengan cara memberi masukan sinyal analog dari AFG (*Audio Function Generator*), dengan tegangan masukan tetap dan pengaturan frekuensi yang berbeda-beda dari 0,80 Hz sampai 1,30 Hz. Untuk pengujian BPF dengan masukan analog dan tegangan masukan 200 mV dengan beberapa kali pengukuran didapatkan hasil pada tabel 1.

Tabel 1 Pengujian keluaran BPF

Frekuensi tegangan masukan (Hz)	Tegangan keluaran BPF (mV)		
	0,80	200	205
0,85	240	240	235
0,90	260	255	260
0,95	280	275	280
1,00	290	295	285
1,05	280	285	275
1,10	260	260	265
1,15	240	245	240
1,20	235	230	240
1,25	220	225	220
1,30	210	200	205

Dari tabel 1 terlihat bahwa rata-rata tegangan keluaran BPF paling maksimum adalah 290 mV yang diperoleh dari tegangan masukan berfrekuensi 1,00 Hz yang merupakan frekuensi resonansi dari rancangan BPF. Bila frekuensi berubah-ubah dari frekuensi resonansinya maka tegangan keluaran akan turun. Pada gambar 9 diperlihatkan sinyal keluaran BPF dengan masukan obyek (manusia) yang melintas di depan sensor.



Gambar 9 Sinyal keluaran BPF

b. Keluaran penguat

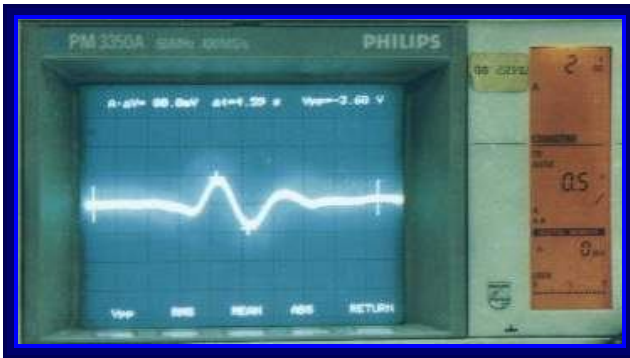
Hasil pengujian keluaran penguat dengan percobaan melintaskan obyek (manusia) didepan sensor dengan beberapa kali percobaan dan pada jarak yang berbeda-beda didapatkan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Pengujian keluaran penguat

Jarak obyek dengan sensor (m)	Tegangan keluaran penguat (V)		
	0,3	>3,84	>3,84
0,5	3,5	3,4	3,7
0,8	3,0	3,0	3,2
1,0	2,0	2,5	2,3
1,5	1,5	1,8	1,4
2,0	1,0	1,3	1,0
2,5	0,8	1,0	0,6
2,7	0,5	0,6	0,4
>3,0	<0,3	<0,3	<0,3

Dari tabel 2 terlihat bahwa semakin dekat jarak antara sensor dengan obyek (manusia) yang terdeteksi maka amplitudo tegangan keluaran dari penguatan sensor semakin besar dan semakin jauh jarak antara sensor dengan obyek maka amplitudo tegangannya semakin kecil. Perubahan amplitudo tegangan dengan perubahan

jarak tidak linier, ini dikarenakan perbedaan kecepatan lintas dari obyek yang terdeteksi.



Gambar 10 Sinyal keluaran penguat

c. Keluaran Penjumlah (summing)



Gambar 11 Sinyal keluaran Penjumlah (*summing*)

Pada gambar 11 diperlihatkan sinyal keluaran dari rangkaian penjumlah (*summing*). Sinyal keluaran sama dengan sinyal keluaran dari penguat, hanya sumbu sinyalnya yang berbeda. Pada sinyal keluaran rangkaian penguat sumbu sinyalnya adalah 0 V, sedangkan pada sinyal keluaran rangkaian penjumlah (*summing*) sama dengan 1,92 V.

3.2 Pengujian Pengkonversian Sinyal Analog Menjadi Sinyal Digital (ADC)

Pengujian pengkonversian sinyal analog menjadi sinyal digital dilakukan dengan cara membuat program ADC dengan masukan sinyal analog dari AFG (*Audio Function Generator*) dari tegangan 0 Volt sampai 3,84 Volt.

Pengecekan hasil konversi dari program ADC ini menggunakan *memory display* yang terdapat pada MC68HC11 dan juga menggunakan penampil *seven segment*. Dari hasil pengujian ADC didapat hasil seperti

pada tabel 3 yang menunjukkan bahwa hasil konversi sinyal analog menjadi sinyal digital sangat linier.

Tabel 3 Hasil pengkonversian analog ke digital

V analog	V digital	V analog	V digital
0,00	00	2,16	90
0,24	10	2,40	A0
0,48	20	2,64	B0
0,72	30	2,88	C0
0,96	40	3,12	D0
1,20	50	3,36	E0
1,44	60	3,60	F0
1,68	70	3,84	FF
1,92	80	>3,84	FF

3.3 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pada pengujian ini untuk mengetahui kerja alat ini yaitu aplikasi mikrokontroller MC68HC11 sebagai detektor gerakan manusia menggunakan sensor inframerah *pyroelectric*.

Pada pengujian ini yaitu dengan simulasi ruangan berikut ini:

a. Pengujian pada ruang kosong

Pada pengujian ini disimulasikan dengan membuat pembatas berbentuk kotak terbuat dari kertas karton tebal yang mengitari sensor dengan ukuran panjang 100 cm lebar 70 cm dan tinggi 20 cm. Dari hasil pengujian, apabila tidak ada rangsangan atau gerakan obyek (manusia) pada daerah antara pembatas dengan sensor maka sensor tidak akan mendeteksi apapun, sehingga sensor akan terus melakukan penyapuan.

b. Pengujian dengan rangsangan gerakan obyek (manusia)

Dalam pengujian ini simulasi ruangan seperti pada pengujian ruang kosong namun pada ruang kosong tersebut didepan sensor akan dirangsang dengan gerakan melintas tangan manusia. Dari hasil pengujian, sensor akan mendeteksi adanya rangsangan gerakan melintas dari tangan tersebut dan putaran motor stepper (penyapuan) akan berhenti dan sensor menunjuk kearah lintasan obyek tersebut serta alarm akan berbunyi dan jarak obyek ke sensor tertampil di *seven segment*.

Selain pengujian seperti simulasi di atas, pengujian juga dilakukan tanpa adanya pembatas apapun (ruangan sebenarnya) dan dari hasil pengujian ini tidak berbeda dengan hasil pengujian simulasi diatas, diperoleh bahwa sensor inframerah *pyroelectric* hanya mendeteksi obyek apabila obyek bergerak, jadi sensor tersebut hanya mendeteksi adanya perubahan energi obyek didepannya.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan, pengujian dan penganalisaan alat ini, maka dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Sensor inframerah *pyroelectric* hanya mendeteksi adanya gerakan obyek yang mengeluarkan panas.
2. Perubahan tegangan referensi menentukan akurasi konversi ADC, jika tegangan referensi ini tidak konstan, maka akan berpengaruh terhadap hasil konversi.
3. Proses konversi dari sinyal analog menjadi sinyal digital (ADC) dapat dilakukan menggunakan *software* dari mikrokontroler MC68HC11.
4. Perubahan amplitudo tegangan keluaran penguatan sensor tergantung dari perubahan jarak antara obyek (manusia) dengan sensor inframerah *pyroelectric* dan juga kecepatan lintasan dari obyek, semakin dekat jaraknya semakin besar amplitudo tegangan keluarannya.
5. Pergerakan motor *stepper* menggunakan alur program pergeseran bit-bit yang dikirim.
6. Penampil *seven segment* ditampilkan dengan cara TDM (*time division multipleksing*), yaitu *seven segment* yang berjumlah empat buah tidak dinyalakan secara serentak tetapi dinyalakan bergantian dengan cepat.

4.2 Saran

1. Agar dalam proses pengolahan sinyal analog menjadi sinyal digital tidak terjadi kesalahan maka diperlukan input tegangan referensi tinggi dan rendah yang tidak berubah-ubah.
2. Penggunaan sensor yang lebih baik akan membuat pendeteksian obyek lebih sensitif dan valid.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adi Susanto, *Data Akuisisi Untuk Proses Perpindahan Panas*, Pusat Antar Universitas – Ilmu Teknik UGM, 1988/1989.
2. Akhmad Subaidi, *Aplikasi Mikrokontroler AT89C51 Sebagai Pengatur Waktu Penyalaan Lampu Rumah Yang Dapat Diprogram*, jurusan teknik elektro fakultas teknik universitas diponegoro, 2001.
3. Cooper, William David, Albert D, *Electronic Instrumentation and Instrument Techniques*, Prentice of India Private Limited, 1985.
4. Coughlin, Robert F, *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*, Erlangga, Jakarta, 1994.
5. Douglas W. Jones, *Stepping Motor Types*, URL:<http://www.steppingmotors.com>, 2002.
6. Grame, Jerald G, *Application of Operational Amplifier*, Mc graw Hill International, 1973.

7. Hasan, Fred, Listen, Paul, *Dasar-Dasar Mikroprosesor*, PT. Elekmedia komputindo Jakarta.
8. John C. Skroder, *Using M68HC11 Microcontroller , A Guide to Interfacing and Programming The M68HC11 Microcontroller*, Prentice Hall International Inc, 1997.
9. Malvino, Hanafi Gunawan, *Prinsip-Prinsip Elektronik*, Edisi kedua, Penerbit Erlangga, 1985.
10. Malcolm Plant, Dr Jan Stuart, *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi*, Penerbit PT Gramedia, Jakarta, 1985.
11. Newman, Martin , *Industrial Electronic and Controls*, Prentice-Hall, 1992
12. Roger L. Tokheim, MS, *Prinsip-Prinsip Digital*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1994.
13. Rufkouski, George B, *Integrated Circuits Operational Amplifier*, Prentice Hall, 1984.
14. Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley and Sons Inc, 2000.
15. Tocci, Ronald J, *Digital System Principles and Application*, Fifth Edition, Prentice Hall Inc, 1991.
16. -----, *Infrared Parts Manual*, URL:<http://www.glolab.com>, Glolab Corporation, 2002.
17. -----, *M68HC11 E Series, Technical Data*, Motorola Inc, 2000.
18. -----, *M68HC11 Microcontroller, Reference Manual*, Motorola Inc, 2002
19. -----, *National Analog And Interface Products Databook*, National Semiconductor, 2002..



Setiyono, dilahirkan di Tegal 27 Desember 1977. Saat ini sedang berusaha menyelesaikan studinya di Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang.

Mengetahui
Pembimbing II

Sumardi, ST. MT
NIP. 132 125 670

