

MICROCONTROLLER BASED INFRARED EAR THERMOMETER

Diah Retno Wulandari⁽¹⁾, Hj. Andjar Pudji⁽²⁾, Priyambada Cahya Nugraha⁽³⁾

ABSTRACT

Ear thermometer used to measure body temperature. Body temperature was obtained by measuring the heat via infrared rays released by the body. Use of this tool is simply putting the device in the ear, and then press a button and then read LCD which directly displays the measurement results.

Human body temperature tends to fluctuate at any time. Many factors can cause fluctuations in body temperature. Fluctuation excessive temperatures can cause hypothermia and hyperthermia, to cope with changing body condition drastically because of differences in body temperature of the environment, typically used Thermometer. However, most digital thermometer takes ± 3 minutes to find out the measurement results.

To overcome these problems the authors designed the instrument with the name "Digital Infrared Ear Thermometer Based Microcontroller". The author here using MLX90247 sensor (thermopile Discrete Infrared Detectors) as a passive infrared sensor that functioned for receiving infrared energy from the ear, and take advantage of MLX90313 as a signal conditioner IC with ADC (Analog to Digital Converter).

Based on data retrieval display body temperature compared with the Ear Thermometer "Thermo Buddy TB-100" results obtained error value by an average of 0.61% for the left ear and the error average of 0.79% for the right ear.

Of the whole process of making this module authors draw the conclusion that is, the instrument can measure the body's normal temperature is between 35 - 37 ° C (measurement in the ear) quickly ie ± 3 seconds. From the analysis of measurement error value indicates that the tool created to meet the standart and feasible for use.

Keywords : *Temperature, Thermometer, MLX90247, infrared*

PENDAHULUAN

Latarbelakang

Seiring dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi pula, terdapat cara praktis yang dapat dilakukan setiap keluarga untuk dapat mengontrol perubahan suhu tubuh tiap anggota keluarganya, terutama bagi sikecil yang susah diam, yaitu memanfaatkan thermometer untuk melakukan pengukuran suhu tubuh untuk mengetahui apakah yang bersangkutan sedang mengalami demam.

Prinsip kerja termometer ada bermacam-macam. Yang paling umum digunakan dalam dunia kesehatan adalah termometer air raksa dan termokopel

(thermometer digital), termometer strip, termometer digital berbasis tegangan listrik. Sayangnya, beragam thermometer tersebut memiliki kelemahan dalam pengukuran, Akurasinya sering meleset. Untuk mendapatkan hasil kondisi tubuh hanya dibutuhkan waktu 0,1 hingga 0,3 detik. Bandingkan dengan thermometer air raksa (merkuri) yang membutuhkan waktu 5 menit lebih.

Identifikasi Masalah

Thermometer digital biasa membutuhkan waktu yang relatif lebih lama untuk mendapatkan hasil pengukuran, serta

⁽¹⁾Alumni Teknik Elektromedik, ^{(2),(3)}Dosen Jurusan Teknik Elektromedik Surabaya.

tidak efisien bila digunakan pada balita atau anak kecil.

Batasan Masalah

Agar permasalahan yang tidak melebar, dibuat beberapa batasan:

- 1). Merancang dan membuat alat yang dapat mengukur suhu di telinga manusia.
- 2). Jangkah pengukuran suhu 35°C - 41°C
- 3). Tampilan (display) suhu dua digit

Rumusan Masalah

Bagaimana membuat alat untuk mengukur suhu tubuh melalui telinga dengan range suhu antara 35°C – 41°C ?

Tujuan

Tujuan umum penelitian ini adalah diketahuinya tingkat keakurasian pengukuran suhu dengan cepat dengan skala range antara 36°C , 37°C , 38°C .

Tujuan Khusus penelitian ini adalah:

- 1). Merancang rangkaian untuk indikator baterai.
- 2). Merancang rangkaian MLX90313.
- 3). Merancang rangkaian IC Mikrokontroler AT89s51 dan program untuk menjalankannya.
- 4). Membuat rangkaian LCD 2 x16.

Manfaat

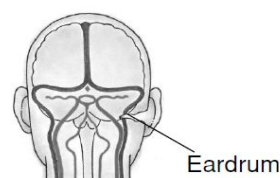
Manfaat Teoritis penelitian ini adalah menambah wawasan tentang perkembangan alat pengukur suhu tubuh manusia.

Manfaat Praktis penelitian ini adalah diperolehnya alat pengukur suhu yang praktis dengan hasil yang cepat dan akurat. Alat ini diharapkan dapat meringankan kinerja petugas medis dan membantu keluarga di rumah untuk mendeteksi demam secara dini.

Fisiologi Suhu Tubuh

Demam adalah reaksi tubuh dalam melawan infeksi terutamanya pada balita. Mekanisme tubuh dalam melawan infeksi adalah dengan meningkatkan suhu di atas normal atas perintah termostat. Termostat yang merupakan bagian otak (disebut dengan hipotalamus) pada keadaan normal yang akan menjaga tubuh pada kondisi stabil. Pada saat hipotalamus mendeteksi

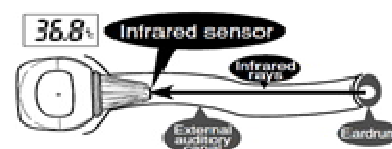
adanya kuman atau sumber infeksi, maka ia akan mengeset termostat meningkatkan suhu tubuh sebagai bentuk perlawanan. Hipotalamus akan melakukan perlawanan dengan menaikkan suhu tubuh. Hipotalamus terhubung dengan membrane tympanic, yang ada di belakang gendang telinga (eardrum) Jadi pengukuran suhu tubuh secara tepat ada pada bagian gendang telinga. [Artikel koran Jakarta, Termometer inframerah Teknologi NASA, 17 May 2010].



Gambar.1 Saluran membran tympanic dengan Hipotalamus

Infrared Thermometer

Prinsip dasar termometer inframerah adalah bahwa semua obyek memancarkan energi inframerah. Semakin panas suatu benda, maka molekulnya semakin aktif dan semakin banyak energi inframerah yang dipancarkan. Termometer inframerah terdiri dari sebuah lensa yang focus mengumpulkan energi inframerah dari obyek ke alat pendeteksi / detektor. Detektor akan mengonversi energi menjadi sebuah sinyal listrik lalu diproses secara elektronik untuk mengetahui berapa suhu tubuhnya. [Sultan Arief, 2009, Kebutuhan dasar manusia Suhu Tubuh].



Gambar.2 Perambatan Inframerah

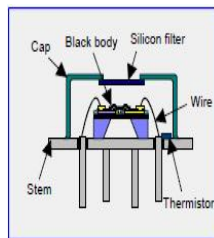
Radiasi Inframerah

Radiasi inframerah ada dalam spektrum elektromagnetik pada panjang

gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak. Radiasi ini tidak dapat dilihat tapi dapat dideteksi. Objek-objek yang membangkitkan panas akan membangkitkan radiasi inframerah, hewan dan manusia mengeluarkan radiasi dengan panjang gelombang 9,4 μm .

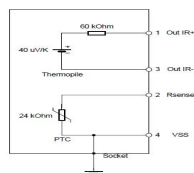
80% cahaya matahari adalah sinar infra merah, lebar jangkauan gelombang sinar ini adalah 0,75 - 1000 micron. Sinar inframerah dikelompokkan dalam 3 zone: *near infrared ray* (0,75 - 1,4) micron), *middle infrared ray* (3 - 8 micron), dan *far infrared ray* (FIR 15 - 1000 micron).

[Hendra, 2010, Radiasi Infra Merah]
Sensor Thermopile (MLX90247)

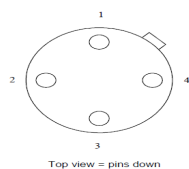


Gambar.3 Fisik Sensor Thermopile

Sensor *thermopile* ini memiliki inti yang tersusun dari silikon dengan membran mikro pada pusatnya yang dikelilingi tepi silikon dalam jumlah besar.



Gambar.4 Diagram Fungsional



Gambar.5 Konfigurasi pin MLX9024

Tabel.1 Identitas Pin IC MLX90247

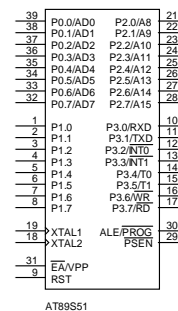
No. Pin	Nama Pin	Keterangan
1	OutIr+	Infrared Thermopile positive output
2	Rsens Thermistor	for sensor ambient temperature

3	OutIr-	Infrared Thermopile negative output
4	Vss Thermistor	Ground / case potential

[MLX90247 Data Sheets, 2004]

Persambungan panas berada dekat pusat membran dan persambungan dingin berada di atas tepian silikon. Penyinaran inframerah pada membran konduksi suhu rendah menghasilkan perbedaan temperatur antara membran dan silikon yang mengelilinginya. Hasilnya adalah tegangan *thermopile* merupakan fungsi perbedaan temperatur antara objek dan sensor. Pengukuran pada objek dengan temperatur absolut bisa dilakukan dengan menghubungkan sinyal *thermopile* dengan temperatur sensor. Temperatur sensor diukur oleh *thermistor* PTC yang sudah terintegrasi di dalam komponen ini. Tidak diperlukan catu daya untuk *thermopile* ini. Jika diperlukan, sensor dan *thermistor* bisa digunakan secara terpisah.

IC Mikrokontroler AT 89s51



Gambar.6 Konfigurasi pin AT 89s51

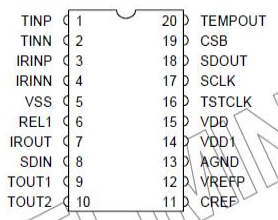
Mikrokontroler MCS-51 merupakan mikrokontroler 8 bit CMOS dan kompatibel dengan keluarga ATMEL, seperti AT89C51 baik pin maupun instruksi dalam softwernya. Penggunaan mikrokontroler AT89C51 memiliki beberapa keuntungan dan keunggulan, antara lain tingkat keandalan yang tinggi, komponen hardware eksternal yang lebih sedikit, kemudahan dalam pemrograman, dan hemat dalam segi biaya.

Mikrokontroler AT89C51 memiliki memori program internal (flash memory)

yang mudah untuk dihapus dan diprogram kembali secara berulang – ulang. IC mikrokontroler 89S51 pada kemasan DIP mempunyai pin sebanyak 40 buah, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar.5.

IC MLX90313 (Programmable IR Sensor Interface)

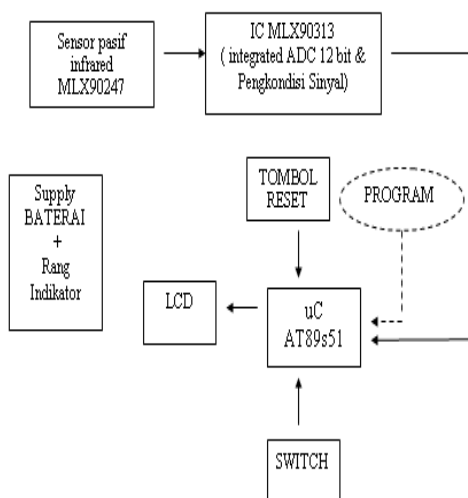
MLX90313 merupakan rangkaian terpadu yang mampu melakukan pengondisian sinyal, dan linearisasi temperature *ambient*, khususnya untuk sensor inframerah yang dikombinasikan dengan *thermistor*. Penguat pada IC ini bisa diprogram pada range gain yang luas, yaitu antara 55 sampai 5500 pada pin IR dan 1 sampai 120 pada pin Temp. Konfigurasi I/O setting analog bisa dilakukan pada SPI - *serial interface*. Antarmuka serial ini bisa digunakan untuk membaca keluaran sinyal digital.



Gambar.6 Konfigurasi pin IC MLX90313

KERANGKA KONSEPTUAL

Diagram Blok Sistem

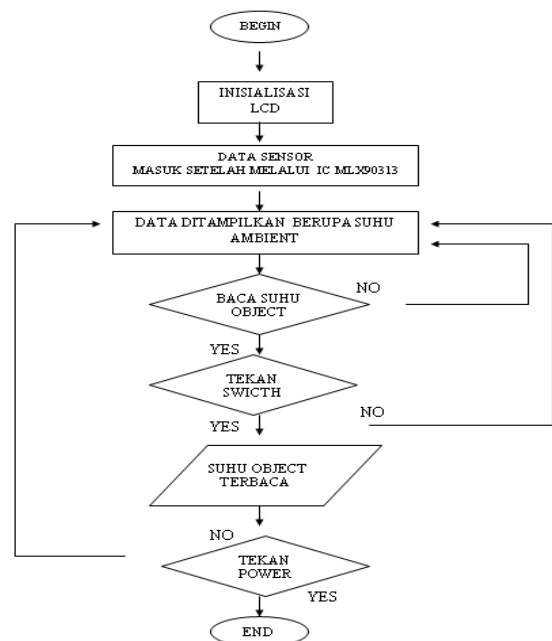


Gambar.8 Diagram Blok Sistem

Seluruh rangkaian mendapatkan catu dari baterai yang dilengkapi rangkaian indikator muatan. Sensor pasif infrared menerima sinar inframerah dari gendang telinga. Sensor tersebut mengeluarkan tegangan listrik. Tegangan listrik tersebut dikuatkan dan diubah menjadi data digital pada IC MLX90313. Output digital MLX90313 diumpankan ke mikrokontroler AT89s51. Program dalam uC mengirimkan data tersebut ke LCD. Switch digunakan untuk menampilkan hasil data pengukuran pada LCD dan tombol reset difungsikan untuk mereset ulang program agar proses pengukuran dapat diulang kembali.

Diagram Alir Program

Program diawali dengan proses inialisasi LCD dan menampilkan nama judul alat. Kemudian data digital yang keluar dari IC MLX90313 masuk ke IC AT89S51, data yang masuk adalah suhu obyek dan suhu lingkungan (*ambient*). Bila uC mendeteksi penekanan SWITCH maka hasil suhu obyek yang akan ditampilkan. Bila switch dilepas maka akan menampilkan suhu *ambient* (lingkungan) lagi.



Gambar.9 Diagram Alir Program

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian dan pembuatan modul ini dengan menggunakan metode eksperimental yaitu merencanakan, merancang dan membuat alat Microcontroller Based Ear Infrared Thermometer.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas dari penelitian ini adalah suhu tubuh manusia yang berfluktuasi sesuai dengan nilai frekuensi gelombang inframerah dari dalam tubuh manusia.

Variabel Tergantung dari penelitian ini adalah sensor pasif infrared (Thermopile MLX90247) yang responnya tergantung pada nilai frekuensi gelombang inframerah yang diterima.

Variabel terkontrol dari penelitian ini dari penelitian ini adalah adalah Mikrokontroler AT89S51.

HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Pengukuran suhu dilakukan pada tiga orang pasien, setiap pasien diukur 10 kali, 5 kali pada telinga kiri, 5 kali telinga kanan. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel.2 Data Pasien I

Pengukuran ke- (n)	Pengukuran Suhu (°C) untuk Telinga Kiri	
	Termometer Pemanding (Y _i) (t = 1 detik)	Termometer IR uC AT89s51(Y) (t = 3 detik)
1	36,6	37
2	36,4	36
3	36,2	36
4	36,1	36
5	36,2	36
Rata2	36,3	36,2
Pengukuran ke- (n)	Pengukuran Suhu (°C) untuk Telinga Kanan	
	Termometer	Termometer

	Pemanding (Y _i) (t = 1 detik)	IR uC AT89s51 (Y) (t = 3 detik)
1	36,3	36
2	36,3	36
3	36,3	36
4	36,3	36
5	36,4	36
Rata2	36,32	36

Tabel.3 Data Pasien II

Pengukuran ke- (n)	Pengukuran Suhu (°C) untuk Telinga Kiri	
	Termometer Pemanding (Y _i) (t = 1 detik)	Termometer IR uC AT89s51(Y) (t = 3 detik)
1	35,3	35
2	35,5	35
3	35,4	35
4	35,4	35
5	35,3	35
Rata2	35,38	35
Pengukuran ke- (n)	Pengukuran Suhu (°C) untuk Telinga Kanan	
	Termometer Pemanding (Y _i) (t = 1 detik)	Termometer IR uC AT89s51(Y) (t = 3 detik)
1	35,3	35
2	35,7	36
3	35,5	35
4	35,7	36
5	35,6	36
Rata2	35,56	35,6

Tabel.4 Data Pasien III

Pengukuran ke- (n)	Pengukuran Suhu (°C) untuk Telinga Kiri	
	Termometer Pemanding (Y _i) (t = 1 detik)	Termometer IR uC AT89s51(Y) (t = 3 detik)
1	36,7	37
2	36,6	36
3	36,5	36
4	36,4	36
5	36,7	37

Rata2	36,58	36,4
Pengukuran ke- (n)	Pengukuran Suhu (°C) untuk Telinga Kanan	
	Termometer Pemandang (Y _i) (t = 1 detik)	Termometer IR uC AT89s51(Y) (t = 3 detik)
1	36,5	36
2	36,3	36
3	36,6	36
4	36,6	36
5	36,6	36
Rata2	36,52	36

Selanjutnya dilakukan analisis dan diperoleh hasil seperti pada Tabel.5.

Tabel.5 Hasil Analisis Data Pengukuran

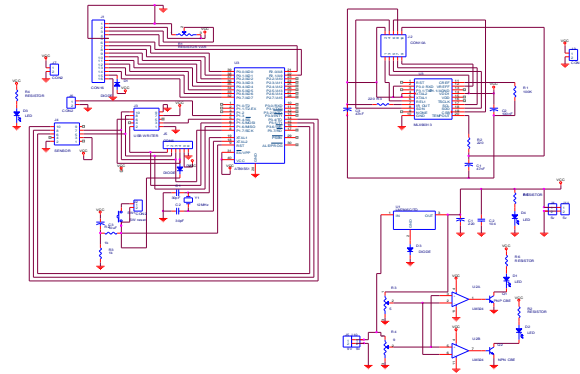
		I	II	III
Rata-rata Y _i (°C)	Kiri	36,3	35,4	36,6
	Kanan	36,3	35,6	36,5
Rata-rata Y (°C)	Kiri	36,2	35,0	35,8
	Kanan	36,0	35,6	36,4
Standar Deviasi	Kiri	0,46	0,43	0,58
	Kanan	0,36	0,55	0,58
Simpangan	Kiri	0,10	0,38	0,18
	Kanan	0,32	0,04	0,52
% Error	Kiri	0,28	1,07	0,49
	Kanan	0,88	0,11	1,40
Ketidak-pastian (U _a)	Kiri	0,21	0,19	0,26
	Kanan	0,14	0,02	0,23
Kelayakan (U ₉₅)	Kiri	0,53	0,49	0,67
	Kanan	0,37	0,05	0,6

PEMBAHASAN

Rangkaian Keseluruhan

Pada saat menekan saklar dalam posisi ON maka seluruh rangkaian akan mendapatkan catu dari baterai dan tegangan dari baterai akan dikontrol oleh LM324 yang difungsikan sebagai komparator. Rangkaian baterai ini difungsikan untuk mempertahankan tegangan agar tegangan yang masuk pada IC uC tetap stabil dan tidak mempengaruhi kinerja rangkaian yang

lainnya. Rangkaian ini diatur agar baterai mampu bertahan selama 1,5 jam. Pada rangkaian baterai, tegangan antara baterai dan di regulator 7805 dibandingkan untuk menentukan indikator high dan indikator low dari kondisi tegangan baterai. Penggunaan sensor Thermopile Detector MLX90247 keuntungannya adalah tidak perlu menunggu pembacaan dari obyek yang terlalu lama, hanya sekitar ± 3 detik, berbeda dengan sensor suhu lainnya seperti PTC, LM 35 dll. MLX90247 aktif karena mendapatkan catu dari Rangkaian IC MLX90313. Pada saat itu proses inialisasi, pembacaan suhu ruangan (ambient) berlangsung.



Gambar.10 Rangkaian Keseluruhan

Tegangan output dari sensor diolah pada IC MLX90313 dan outputannya yang berupa logika high-low 12 bit dari ADC di dalam IC MLX90313 diumpankan ke IC uC,

```
Kumpulkan_data: Call Mode_baca_data
```

```
  Mov A,Byte_low
```

```
  Mov B,#11110000b
```

```
  ANL A,B
```

```
  Mov Byte_low,A
```

```
  Ret
```

```
Mode_baca_data: Call Terima_word_data
```

```
  Mov Byte_high,A
```

```
  Call Terima_word_data
```

```
  Mov Byte_low,A
```

```
  Call Bangkitkan_STOP
```

```
  Ret
```

```
; Misal: Data_word = '101010101110000'
```

```
Exchange:
```

```
  Mov Low_ex,Byte_low
```

```
  Mov High_ex,Byte_high
```

```
  Mov R0,#20H
```

```
  Mov A,Low_ex
```

```
  Mov 20H,High_ex
```

```
  XCHD A,@R0
```

```

Swap A
Mov Low_ex,A
Mov A,@R0
Swap A
Mov High_ex,A
Mov Byte_low,Low_ex
Mov Byte_high,High_ex
Ret
;Hasil akhirnya ialah Data_word yg digeser
ke kanan sebanyak 4x, Data_word =
'00001010101111'

```

Logika high-low dari 16 byte data yang dihasilkan oleh ICMLX90313 diolah oleh uC agar menjadi data 8 byte yang nantinya dapat dibaca oleh uC dan ditampilkan ke Display LCD. Kapasitor dan resistor digunakan untuk mengurangi noise akibat panjangnya kabel yang digunakan..

Data 16 bit akan digeser sebanyak 4 kali agar logika awal yang dibaca merupakan logika 1, dengan cara membagi data 16 bit menjadi 2 kali data berupa 8 bit yang di definisikan dengan byte low dan byte high. Kemudian dilakukan system pertukaran data untuk byte low dari nibel tinggi ditukarkan dengan nibel rendah melalui perintah Swap A. dan begitu pula dilakukan penukaran data byte high sehingga didapatkan data 16 bit dalam keadaan tertukar sehingga uC membaca logika 1 terlebih dahulu.

```

Bangkitkan_START: SETB SCLK
                  SETB CSB
                  CLR SCLK
                  CLR CSB
                  Ret
Kirim_byte_command: Push B
                   Mov B,#8
Kirim_per_bit_command: RLC A
                      Mov SDIN,C
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      SETB SCLK
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      Nop

```

```

CLR SCLK
DJNZ
B,Kirim_per_bit_command
Pop B
Ret
Kirim_byte_address: Push B
                   Mov B,#8
                   Mov R1,#0
Kirim_per_bit_address: RLC A
                      Mov SDIN,C
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      Nop
                      SETB SCLK
                      Mov R2,A
                      Mov 21H.1,C
                      Mov A,R1
                      Mov C,SDOUT
                      RLC A
                      Mov R1,A
                      Mov C,21H.1
                      Mov A,R2
                      CLR SCLK
                      DJNZ
B,Kirim_per_bit_address
Pop B
Ret
Terima_word_data: Push B
                  Mov B,#8
Terima_per_bit_data: SETB SCLK
                    Nop
                    Nop
                    Nop
                    Mov C,SDOUT
                    RLC A
                    Nop
                    Nop
                    Nop
                    CLR SCLK
                    Nop
                    Nop
                    Nop
                    Nop
                    DJNZ
B,Terima_per_bit_data
Pop B
Ret
Bangkitkan_STOP: SETB CSB
                 Ret

```

Saat inisialisasi bangkitkan start setb sclk dan setb csb digunakan untuk memastikan bahwa data yang diterima clock awal benar – benar logika 1 dan data yang diterima cs benar benar logika 1. Dan

perintah `clr sclk` dan `clr csb` diberikan agar logika berubah menjadi logika 0 untuk persiapan proses perintah pembacaan (`kirim_byte_command`) dari uC ke IC MLX90313. Pada subrutin `kirim_byte_command` perintah `push B` digunakan agar data disimpan dalam 8 bit sekaligus di satu tempat yang tidak akan mengganggu perintah lain. Dan data 8 bit akan digeser 8kali oleh perintah `Mov B,#8`. Untuk subrutin `kirim_per_bit_command` data pada `sdin` siap untuk dipindahkan ke bit `carry C`, perintah `Nop` digunakan untuk menunggu agar `sclk` (benar – benar logika 1). Dan saat perintah `setb sclk` data diambil hingga `clr sclk / clock` logika 0 kembali. Begitu seterusnya sehingga data yang didapat sesuai dengan data `kirim_per_bit_command`. Begitu pula saat subrutin `kirim_byte_address` dan subrutin `kirim_per_bit_address`. Dan pada subrutin `Bangkitkan_stop` logika `Di csb` dibuat 0 sesuai dengan data sheet MLX90313, untuk mengakhiri proses pembacaan data.

IC MLX90313 dilengkapi dengan ADC 12 bit terintegrasi. Logika high low dari 16 bit data yang dihasilkan oleh ICMLX90313 diolah oleh uC agar menjadi data 8 bit yang nantinya dapat dibaca oleh uC dan ditampilkan ke Display LCD dalam bentuk data suhu dua desimal.

```
Hex2des:  Mov A,Byte_hasil_bawah
          Mov B,#10
          DIV AB
          Mov Puluhan,A
          Mov Satuan,B
          Ret
```

Data dari `byte_hasil_bawah` dipindah ke accumulator A, `mov` berisi data desimal 10 kemudian dilakukan pembagian data yang berada di akumulator dengan 10 (karena yang diinginkan berupa angka 2 desimal digit). Dan hasil pembagian diletakkan sebagai data puluhan dan data satuan yang ditampilkan dalam suhu.

Pada Pasien I nilai error yang didapat 0,275% (telinga kiri) dan 0,88% (telinga kanan) nilai error yang didapat *sangat kecil*

karena ukuran daun telinga pasien cukup lebar sehingga sensor bisa dengan mudah masuk kedalam lubang telinga, dengan nilai error antara 0,257 % – 0,88 % didapatkan nilai ketidakpastian (U_a) antara 0,206 sampai dengan 0,143 pada pengukuran tersebut didapat nilai U_a mendekati nol, semakin kecil nilai ketidakpastian (U_a) maka makin baik.

Pada Pasien II nilai error yang didapat 1,07% (telinga kiri) dan 0,11% (telinga kanan) nilai error yang didapat *kecil* karena ukuran daun telinga pasien sedang sehingga sensor bisa masuk kedalam lubang telinga, dengan nilai error antara 0,11 % – 1,07 % didapatkan nilai ketidakpastian (U_a) antara 0,018 sampai dengan 0,19 pada pengukuran tersebut didapat nilai U_a mendekati nol, semakin kecil nilai ketidakpastian (U_a) maka makin baik.

Pada Pasien III nilai error yang didapat 0,492% (telinga kiri) dan 1,4% (telinga kanan) nilai error yang didapat *kecil* karena ukuran daun telinga pasien berukuran sedang sehingga sensor masuk kedalam lubang telinga namun sedikit bermasalah, dengan nilai error antara 0,492 % – 1,4 % didapatkan nilai ketidakpastian (U_a) antara 0,232 sampai dengan 0,261 pada pengukuran tersebut didapat nilai U_a mendekati nol, semakin kecil nilai ketidakpastian (U_a) maka makin baik.

Dari ketiga Perhitungan nilai error didapatkan persen error rata rata 0,61% untuk telinga kiri dan 0,79% untuk telinga kanan jadi karena nilai dari persen error ≤ 5 % maka disimpulkan alat ini dapat dikatakan layak untuk digunakan. Semakin tinggi nilai simpangan yang didapat maka semakin tinggi pula nilai dari persen error yang didapat. Begitu juga dengan Standart Deviasi yang diperoleh akan berpengaruh besar terhadap U_a (nilai ketidak pastian) dan U_{95} (Nilai kelayakan) semakin tinggi standart Deviasi maka akan semakin tinggi pula nilai ketidakpastian dan nilai kelayakan yang diperoleh.

Adapun hal yang menyebabkan nilai error dari pengukuran suhu tersebut antara lain jarak sensor terhadap objek (lubang

telinga pasien), faktor sudut antara lensa (kemiringan sensor dalam lubang telinga) serta pengaruh suhu lingkungan. Semakin tepat posisi peletakan sensor dari thermometer terhadap telinga maka akan semakin akurat pembacaannya. Namun setelah dilakukan pengukuran suhu dari tiap pasien data yang diperoleh kesulitan dalam hal pembacaannya karena ukuran LCD yang digunakan tidak efisien.

PENUTUP

Simpulan

1. Pada pembuatan modul ini pengukuran dapat dilakukan dan di tampilkan secara langsung tanpa harus menunggu lama (\pm 3 detik). Baterai disetting agar mampu bertahan selama 1,5 jam.
2. Setelah dilakukan uji coba sistem secara keseluruhan dapat berfungsi dengan baik dan dari ukuran hasil pengukuran suhu pada 3 orang yang berbeda diperoleh kesimpulan:
 - a. Jarak sensor dan faktor sudut dari lensa sensor MLX90247 mempengaruhi hasil pembacaan
 - b. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali, dengan hasil persen error 0,61% untuk telinga kiri dan 0,79% untuk telinga kanan
 - c. Penggunaan LCD 2 x 16 ternyata mengganggu proses pengukuran suhu pasien

Saran

Penulis berharap agar alat ini lebih disempurnakan lagi pada kesempatan berikutnya, Misalnya dibuat dengan ukuran lebih kecil dan menggunakan jenis tampilan

LCD yang berukuran kecil agar mempermudah pembacaan serta dilengkapi buzzer sebagai detektor untuk tanda pembacaan suhu telah selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Arief, Sultan., *Kebutuhan dasar manusia_ Suhu Tubuh*, <http://www.Keperawatan of Nursing.com>, 24 Oktober 2009

Hendra, *Radiasi Infra Merah Pdf*, 2010.

Juwita, Firma & Novrizal, 2011, *TERMOMETER TELINGA*, <http://www.hyperphysics.phy-.com>, Sabtu, 19 Maret 2011

Reiga, *Regulasi Suhu Tubuh*, <http://www.ipa3reiga.co.cc/>, Sabtu, 16 Januari 2010.

Rizal, Ahmad, , *Thermometer Telinga Menggunakan Infrared*, <http://www.Aburizal Blogger.com>, May 20th, 2010 at 3:27 pm. 2010.

Termometer Inframerah Teknologi NASA, Koran Jakarta, <http://www.ronakuantum.com/> Senin, 17 Mei 2010

MLX90247 family *Discrete Infrared Thermopile Detectors*, <http://www.all data sheet .com/>,

MLX90313 *Programmable IR Sensor Interface* <http://www.all data sheet. Com/>