

TERMOMETER DIGITAL DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS ATMEGA 16

Shohifah Nurul Imani (20133010043)

Email : shohifahnurul@gmail.com

Jurusan Teknik Elektromedik, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRAK

Termometer badan digital yang sering kita jumpai, seringkali tidak dapat digunakan oleh seluruh kalangan masyarakat. Contohnya, bagi penderita penyakit mata/ tunanetra. Maka dari itu, termometer digital dengan tampilan hasil pengukuran suhu tubuh berupa angka pada display dan suara sangat membantu bagi semua orang.

Perancangan alat termometer digital dengan output suara ini menggunakan sensor suhu IC LM35 yang komponennya mudah didapat dengan harga terjangkau sebagai pendeteksi suhu badan. Mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai pengontrol alat. ISD 2590 sebagai IC perekam audio dan output berupa suara. Serta LCD 16x2 untuk displaynya. Range pengukuran dari thermometer sesuai dengan perkiraan suhu tubuh manusia dari 30°C-39,9°Celsius

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa termometer dengan output suara ini cukup baik, karena dapat mendeteksi suhu hanya dengan rata-rata simpangan 0,45 Celsius. Suara yang dihasilkan juga terdengar lancar tidak patah-patah dan alat bekerja dengan baik.

Kata Kunci : **Termometer, Sensor Suhu LM35, ISD 2590, mikrokontroler ATmega 16**

ABSTRACT

Digital body thermometer frequently encountered, often can not be used by the entire community. For example, for patients with eye diseases / visually impaired. Therefore, a digital thermometer to see the results of measurement of body temperature is a number on the display and the sound is very helpful for everyone.

The design tool digital thermometer with voice output using the LM35 temperature sensor IC components are easily available at affordable prices as a detector of body temperature. ATmega16 AVR microcontroller as a control tool with advantages there have been internal ADC. ISD in 2590 as an IC recorder and the audio sound output. As well as 16x2 LCD for the display systems. Measurement range of the thermometer according to the estimated human body temperature of 30°C-39,9°Celsius

From the test results indicate that the thermometer with the sound output is quite good, because it can detect the temperature only with an average deviation of 0.45 Celsius. The resulting sound is also heard smoothly not broken and tools work well.

Keywords: Thermometers, Temperature Sensor LM35, ISD 2590, microcontroller ATmega 16

I. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi kesehatan yang semakin *modern* dan canggih, hampir semua alat kesehatan dibuat agar operator dapat dengan mudah mengoperasikan alat tersebut dengan merubah alat kesehatan yang dulunya manual menjadi *digital*. Hal ini dapat kita ambil contoh misalnya alat pengukur suhu badan atau disebut termometer. Termometer adalah alat yang dapat memberitahu keadaan

suhu tubuh seseorang dalam keadaan normal ataupun abnormal (demam maupun suhu rendah). Termometer dahulu menggunakan air raksa untuk pembacaan pengukuran suhu badan dan hal tersebut terkadang kurang efisien.

Namun kini telah hadir termometer digital untuk mengetahui suhu badan secara otomatis

dibandingkan dengan termometer air raksa. Sedangkan untuk mengetahui suhu pada badan, maka seseorang tersebut harus melihat dengan teliti garis terdapat pada tabung yang mengakibatkan dapat terjadinya kesalahan pada pembacaan skalaselain itu termometer air raksa dalam pengukurannya membutuhkan waktu yang cukup lama dibandingkan termometer digital. Termometer digital dengan pengukuran yang cukup singkat membuat termometer ini waktu yang ekonomis, angka yang muncul juga jelas dan memiliki ketelitian yang lebih baik.

Penggunaan termometer digital yang biasanya hanya menggunakan *output display*,

II. Dasar Teori

2.1. Dasar Teori Suhu Tubuh Manusia

Suhu tubuh adalah ukuran yang digunakan untuk menyatakan kemampuan tubuh dalam melakukan pengaturan terhadap hawa panas tubuhnya. Memahami seluk beluk suhu tubuh merupakan hal yang sangat penting, karena respon tubuh terhadap penyakit yang paling umum dimulai dengan terjadinya perubahan pada suhu tubuh, yang sering terjadi adalah demam. Oleh sebab itu, diperlukan pengetahuan berapa suhu tubuh normal, dan berapa suhu badan abnormal agar seseorang dapat mengantisipasi penyakit dan dengan segera mengupayakan pengobatan terhadap tubuh seseorang.

Dalam memahami batas suhu tubuh normal manusia, kebanyakan orang beranggapan bahwa suhu tubuh normal berada pada 37 derajat *Celcius*. Hal ini tidaklah benar sepenuhnya karena suhu normal manusia dapat bervariasi berdasarkan kelompok usia. Berikut rata-rata ukuran suhu tubuh normal berdasarkan kelompok usia:

namun kini telah banyak dilengkapi dengan kelebihan yang lain seperti *output* suara.

Kelebihan ini sangat efektif untuk pengguna termometer digital yang memiliki kekurangan dalam penglihatan/tunanetra. Berawal dari fenomena tersebut, maka penulis merancang suatu alat pengukur suhu tubuh manusia sederhana dengan sistem digital dengan judul "Termometer Digital dengan *Output* Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega 16." Diharapkan rancangan alat ini, dapat memudahkan pengguna dalam penggunaan termometer digital karena dibantu dengan tampilan *LCD* dan *output* suara sebagai nilai tambah pada rancangan alat ini.

- a. Suhu normal anak : 36,3 – 37,7 derajat *Celcius*.
- b. Suhu normal bayi : 36,1 – 27,7 derajat *Celcius*.
- c. Suhu normal dewasa : 36,5 – 37,5 derajat *Celcius*.

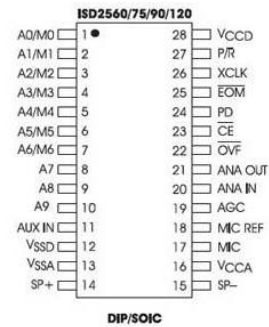
Suhu tubuh normal dapat berubah-ubah sepanjang hari. Suhu tubuh terendah terutama terjadi pada pagi hari, suhu tubuh dapat meningkat hingga 0,6 derajat *Celcius* pada sore hari. Suhu tubuh juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas harian, misalnya pada saat berolahraga di cuaca yang panas, suhu tubuh dapat meningkat 0,6 hingga 1 derajat *Celcius*. Pada wanita yang sedang mengalami ovulasi tubuh juga dapat mengalami peningkatan suhu di atas nilai normal.

2.2. IC Mikrokontroler Atmega 16

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Pada mikrokontroler ATmega16 memiliki instruksi yang hampir dieksekusi dalam satu siklus clock. Mikrokontroler mempunyai 32 *registered-purpose, timer/counter* fleksibel dengan mode

direkam ke dalam memori IC tersebut. ISD25xx merupakan jenis IC penyimpan suara, sedangkan xx merupakan kode lamanya durasi penyimpanan. Durasi penyimpanan atau lamanya kata yang dapat disimpan oleh ISD 2590 adalah 90 detik. IC 2590 dioperasikan dalam *address* bit artinya setiap kata yang direkam mempunyai *address* sendiri. Alat ini hanya berupa keping tunggal IC, namun di dalamnya sudah memuat berbagai perangkat tambahan yang dapat membantu dalam operasi perekaman dan pemutar ulang suara. Alat tambahan itu berupa *oscillator*, penguat *microphone*, *Automatic Gain Control* (AGC), filter suara, dan penguat untuk *speaker*, sehingga tidak memerlukan penguat tambahan untuk *speaker* lagi.

Kelebihan lain dari alat ini adalah mampu dikoneksikan dengan perangkat *microprocessor* dan *microcontroller*. ISD 2590 mempunyai memori khusus untuk menyimpan hasil rekaman suara.



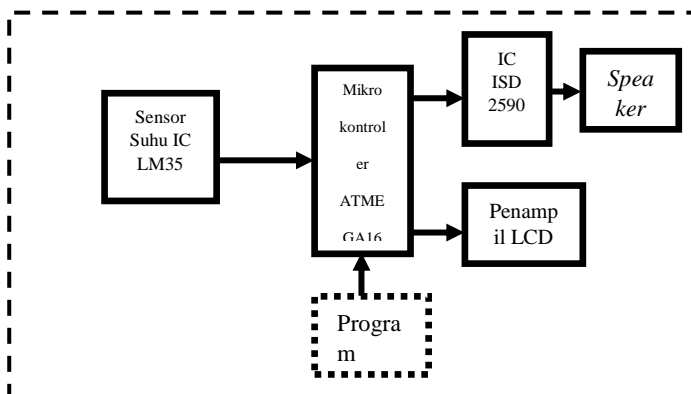
Gambar 2.8. Koneksi Pin ISD2590

III. Metode Penelitian

3.1. Perancangan Perangkat Keras

3.1.1. Diagram Blok

Diagram blok termometer digital *output* suara ini menjelaskan tentang sistem kerja termometer digital berbasis mikrokontroler ATmega16, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok Diagram Termometer Digital

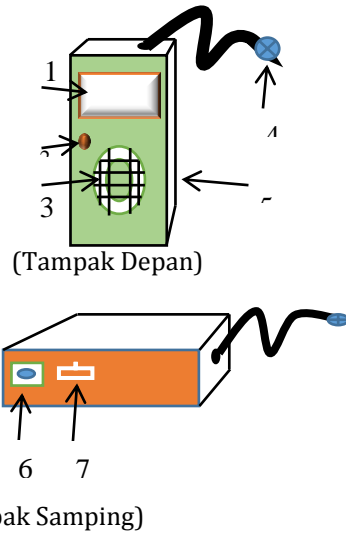
Cara kerja dari rangkaian ini adalah saat rangkaian secara keseluruhan telah diberi

tegangan dari baterai sebesar 5 volt yang telah terbungkus sebagai *powerbank*, alat akan berfungsi dan sensor LM35 akan langsung mendeteksi suhu disekitarnya dan ditampilkan langsung pada LCD. Pada modul terdapat tombol *start* yang berfungsi untuk memerintahkan ISD 2590 mengeluarkan suara. Ketika LM35 diletakkan pada suhu badan yang menghasilkan suhu stabil, tekan tombol *start* dan waktu akan berjalan. Sensor LM35 dengan persamaan kenaikan 10mV yang berarti 1 derajat. Informasi yang ditangkap oleh sensor akan dirubah dari sinyal analog menjadi digital. Karena menggunakan ATmega16 dan terdapat fitur ADC internal maka dari ADC akan diolah menjadi suatu perintah. Setelah waktu/*timer* berhenti mikrokontroler akan mengirimkan *address* ke IC ISD 2590 untuk mengeluarkan suara dan ke LCD untuk menampilkan suhu yang terukur. Suhu yang terdeteksi adalah antara 30-

39,9°C maka *output* berupa suara dan tampilan *LCD* akan memberikan informasi sesuai suhu tersebut.

3.1.2. Diagram Mekanis Sistem

Berikut adalah mekanis sistem dari termometer digital dengan *output* suara berbasis ATmega 16, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Mekanis Termometer Digital

Pada gambar 3.2 modul termometer dengan dimensi alat yaitu panjang x lebar x tinggi adalah 14,5cm x 9,5cm x 6cm. Berikut keterangan dari bagian modul yang telah ditandai dengan angka:

1. LCD karakter 16x2, sebagai tampilan dari termometer digital.
2. Tombol *Start*, berfungsi untuk memulai pengukuran suhu.
3. Lubang *Speaker*, untuk mengeluarkan suara dari suhu yang terbaca.
4. Sensor Suhu LM35
5. Bodi Alat
6. Lubang USB, untuk mengisi daya baterai yang telah habis.
7. Saklar, untuk menyalakan alat dan mematikan alat.

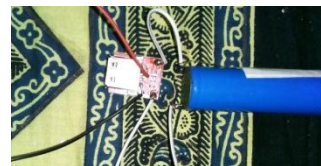
3.1.3. Blok Rangkaian Catu Daya

Pada alat yang telah penulis rancang, rangkaian alat mendapatkan *supply* tegangan dari baterai 5 volt. Berikut adalah bentuk alat dari *powerbank*:



Gambar 3.3. Bentuk dari *powerbank*

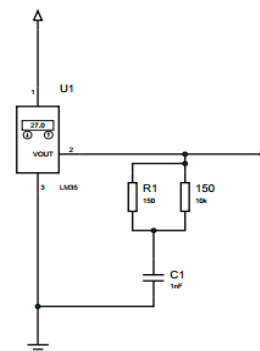
Pada rangkaian catu daya, penulis memanfaatkan *powerbank* yang berada di pasaran. Menggunakan *powerbank* sebesar 3200mAh dengan tegangan *output* 5 Volt DC.



Gambar 3.4. Rangkaian *powerbank* dalam keadaan dibongkar

Powerbank di modifikasi dengan menambahkan kabel *jumper* pada sumber positif dan *ground* yang akan di sambungkan ke rangkaian. Menambahkan saklar pada sumber positif untuk menghidupkan dan mematikan alat.

3.1.4. Rangkaian Sensor LM35

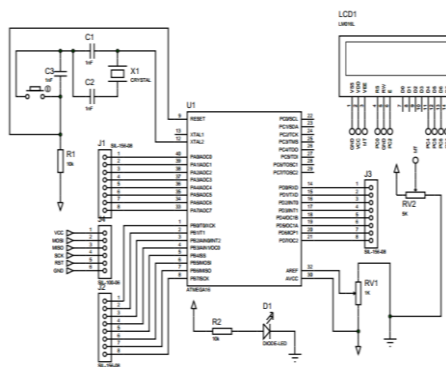


Gambar 3.5. Rangkaian Sensor LM35

Berdasarkan gambar 3.4 rangkaian LM35 mendapatkan tegangan sebesar 5VDC yang masuk ke kaki satu LM35. Kaki nomor dua dari LM35 menjadi tegangan *output* yang dapat berubah tegangannya sesuai suhu yang ditangkap yaitu setiap kenaikan suhu 1°C sama dengan 10mV. Terdapat rangkaian RC sebagai penyaring sinyal dan memberikan hambatan pada *output* yang kemudian tegangan yang tidak lolos dibuang lewat *ground*.

3.1.5. Rangkaian Minimum Sistem

Berikut adalah rangkaian minimum sistem yang digunakan untuk alat termometer digital dengan *output* suara berbasis ATmega16.

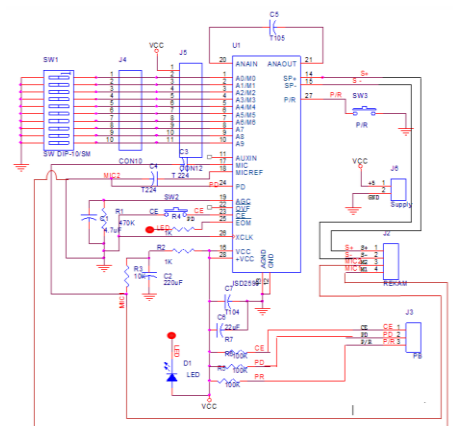


Gambar 3.6. Rangkaian Minimum Sistem dan LCD

Pada gambar 3.6 terdapat rangkaian sederhana minimum sistem dengan IC mikrokontroler ATmega16. Rangkaian ini juga telah dilengkapi dengan kristal eksternal sebagai tambahan untuk kristal internal dari IC ATmega16 ini. Pada Rangkaian yang digunakan nantinya PORTC sebagai *output* ke LCD dan PORTD sebagai *output* ke ISD 2590. PORTA juga digunakan sebagai *input* dari sensor LM35. PORTB digunakan sebagai *input* PIN CE dari ISD 2590 dan *input* tombol/*push button*. Minimum sistem diberikan tegangan sebesar 5VDC.

3.1.6. Rangkaian Suara ISD 2590

Berikut ini adalah skematik rangkaian suara dari ISD 2590.



Gambar 3.7. Rangkaian ISD 2590

Pada gambar 3.7 tersebut rangkaian ISD 2590 dapat digunakan sebagai perekaman dan dapat dihubungkan ke mikrokontroler. Pada prinsip kerjanya, IC ISD 2590 menggunakan *mode addressing* yaitu dengan memberikan logika *low* ataupun *high* yang berbeda pada setiap kata yang akan direkam. Pin yang digunakan adalah pin A0-A7, dan pin A8 dan A9 diberi kondisi *low/ground*. Suara yang masuk melewati *mic* yang terhubung dengan pin 17 dan 18. Untuk menggunakan perekaman pastikan pin CE dan pin PR dalam kondisi *low*, maka ditambahkan dengan *pushbutton*. Rangkaian yang terhubung ke mikrokontroler adalah pin A0-A7 sebagai *output* dan pin CE sebagai *input* ke mikrokontrolernya.

3.1.7. Proses Perekaman menggunakan Modul Voice Recorder dan ISD 2590

Perekaman dilakukan menggunakan modul ISD 25XX yang dilengkapi *speaker*, *mic*, dan IC ISD 2590. Berikut adalah bentuk modul ISD 25XX.

1. Cara Perekaman

Berikut adalah tabel yang menjelaskan cara perekaman suara. Perekaman adalah

melakukan penyimpanan data dalam hal ini berupa suara yang nantinya dapat diputar kembali. Langkah perekaman juga terdapat pada *datasheet* ISD 2590.

Tabel 3.1. Langkah Penggunaan Modul ISD 2590

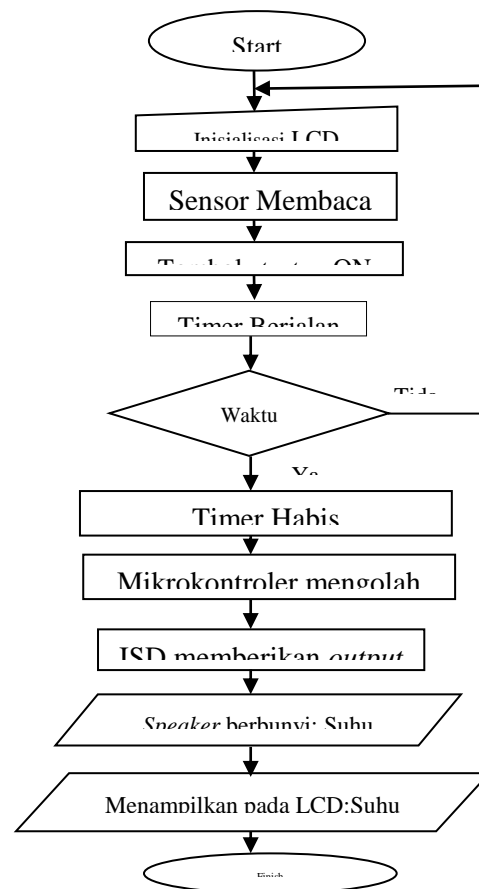
Langkah	Fungsi	Aksi
1	Pilih Record/Playback Mode	PD = Low
2A	Mulai Playback	Set Address A0-A9
2B		Pulse LOW
3	Pause record atau playback	P/R = LOW, CE = LOW
4A	Berhenti Playback	Otomatis
4B	Berhenti Record	PD or CE = HIGH

Penjelasan secara singkat perekaman adalah proses untuk melakukan penyimpanan data dalam hal ini adalah suara yang kemudian nantinya suara tersebut dapat diputar kembali. Modul ISD diberi tegangan 5 volt kemudian pada modul ISD terdapat dua *Push Button*, yang telah terhubung pada pin ISD 2590. Perintah untuk mode perekaman tekan tahan dan secara bersamaan tombol *Push Button* P/R dan CE sambil mengucapkan suara. Setelah selesai merekam lepas tombol tersebut. Perintah untuk mendengarkan suara yang telah terekam, tekan *Push Button* CE dan suara akan terdengar.

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

3.2.1. Diagram Alir Proses/Program

Berikut adalah diagram alir yang menjelaskan proses jalannya alat termometer digital dari awal dinyalakan hingga alat selesai digunakan.



Gambar 3.8. Flow Chart dari termometer digital output suara

Penjelasan dari *flow chart* tersebut adalah, diawali dengan menyalakan alat termometer digital. Kemudian LCD akan menginisialisasi yang menandakan alat termometer telah dalam keadaan ON, dan suhu otomatis telah membaca suhu sekitar. Sedangkan untuk mengukur suhu badan, sensor suhu diletakkan pada bagian badan yang memiliki suhu stabil, biasanya terdapat pada antara tangan dan badan (ketiak). Pastikan untuk meletakkan sensor pada kulit secara langsung agar sensor dapat langsung mendeteksi. Kemudian tekan tombol *start* untuk memulai pengukuran. Dengan waktu kurang lebih 5 menit, sensor akan mengirim informasi

dari IC LM35 untuk dirubah menjadi sinyal tegangan, mikrokontroler akan merubah tegangan masuk yang awalnya analog menjadi digital sehingga mudah untuk mengolah data pada mikrokontroler ATmega 16. Mikrokontroler akan memerintahkan IC ISD

untuk memberikan *output* suara berupa suhu yang telah dibaca dan akan didengarkan oleh *speaker*, sedangkan LCD akan menampilkan suhu yang terbaca oleh alat. Setelah alat selesai digunakan, matikan alat dengan menekan tombol *off*.

kepada 20 orang yang berbeda. Tabel 4.1. menunjukkan hasil pengukuran dari alat dan termometer badan.

Tabel 4.1. Perbandingan Pembacaan Suhu dari Alat dan Termometer pembanding

Data Orang Ke	Suhu Pada Alat	Suhu Pada Termometer Pembanding
1	36,1 C	36 C
2	36,1 C	36,4 C
3	36,0 C	35,9 C
4	35,5 C	34,6 C
5	34,7C	34,1 C
6	35 C	35 C
7	35,6 C	36,2 C
8	37,2 C	36,8 C
9	35,2 C	35,8 C
10	36,2 C	36 C
11	34,6 C	35,2 C
12	35,7 C	36,6 C
13	35,4 C	35,6 C
14	35,6 C	36,5 C
15	35,4 C	35,6 C
16	35,6 C	34,9 C
17	35,7 C	35,8 C
18	36,2 C	36,1 C
19	36,2 C	36,9 C
20	35,7 C	36,6 C

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat suhu badan manusia yang terukur menggunakan dua alat termometer. Dari pengukuran tersebut dapat dibuat grafik sebagai berikut:

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengukuran

4.1.1. Uji kekuatan Catu Daya (Baterai Powerbank)

Baterai yang digunakan pada *powerbank* ini memiliki daya 5 volt yang terdiri dari VCC dan ground. Baterai dengan kapasitas 3200mAH ini dapat bertahan kurang lebih 1 hari atau 24jam dengan alat dalam keadaan *standby*. Pengecashan dilakukan selama 4 jam agar daya tersimpan secara *full*.

4.1.2. Pengukuran Suhu Dengan Termometer Badan Pembanding

Uji coba pengukuran suhu bertujuan untuk mendapatkan data yang akurat, yaitu dengan cara mengambil data menggunakan termometer badan pembanding yang telah terkalibrasi sehingga dapat menentukan nilai kebenaran dari rancangan alat TA termometer digital pembanding yang digunakan.

Dalam pengukuran suhu badan, untuk pembanding pengujian dengan menggunakan termometer badan. Pengujian ini dilakukan

Data berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilakukan perhitungan untuk mencari rerata nilai simpangan kedua alat, total rata-rata simpangan, standar deviasi masing masing alat, dan perhitungan uji-t untuk menganalisa ada tidaknya perbedaan dari dua alat yang di ujikan.

dijelaskan bahwa simpangan yang dihasilkan dari dua alat pengukuran yaitu modul dan termometer pembanding didapatkan *range* simpangan dibawah 1°Celsius, dan simpangan yang tertinggi adalahh 0,81°Celsius. Berdasarkan nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk kesalahan dalam pembacaan suhu adalah 1°Celsius. Maka, modul dapat dikatakan masih memenuhi kriteria tersebut.

1. Menghitung Uji T-test

Untuk melakukan pengujian signifikansi dalam pengujian perbedaan rata-rata dari modul termometer output suara dengan pembandingnya yaitu dengan langkah berikut:

a. Menetapkan Ho dan H1

H0 : $\mu_1 = \mu_2$ yang artinya tidak terdapat perbedaan data antara modul dengan termometer pembanding yang signifikan.

H1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ yang artinya terdapat perbedaan data yang signifikan antara modul dengan termometer pembanding.

b. Menentukan daerah kritis, dengan $db = n - 1 = 20 - 1 = 19$

c. Menghitung menggunakan rumus t

a) Menghitung Standar Deviasi :

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n} \right\}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{19} \left\{ \sum 6,07 - \frac{(-2,9)^2}{20} \right\}}$$

$$S_d = \sqrt{0,05(6,07 - 0,42)}$$

$$S_d = \sqrt{0,2825} = 0,53$$

b) Menghitung t hitung:

$$t = \frac{X_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

$$t = \frac{-2,9}{0,53 / \sqrt{20}}$$

$$t = \frac{-0,145}{0,118} = -1,2236$$

Untuk melakukan uji signifikasi, membandingkan hasil dari t yang didapat menggunakan perhitungan = -1,2236 dan t tabel (didapat menggunakan rumus excel) = 1,6859. Maka kesimpulannya adalah:

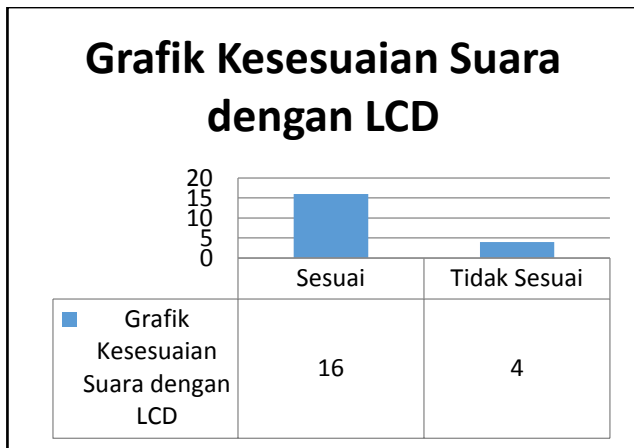
$$|t \text{ hitung}| < t \text{ tabel} = 1,2236 < 1,6859$$

Sehingga, **Ho diterima dan H1 ditolak**, maksudnya yaitu pada pernyataan sebelumnya Ho: $\mu_1 = \mu_2$ sedangkan H1: $\mu_1 \neq \mu_2$. Jika, Ho yang diterima walaupun terdapat perbedaan namun Ho masih masuk di daerah penerimaan Ho (karena t hitung lebih kecil dari t tabel).

4.1.3. Pengujian Suara ISD 2590

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketepatan suara yang dikeluarkan oleh modul. Pengujian dilakukan dengan memutar kata yang diperintahkan di dalam IC ISD 2590. Berikut tabel pengujian suara.

Kemudian untuk pengujian suara juga telah sesuai dengan suhu pada LCD. Namun, dalam percobaan 20 kali terdapat 4 kali pembacaan suara yang tidak sesuai dengan suhu yang ditampilkan. Berikut tabel kesesuaian data dan frekuensi kesalahannya.



Gambar 4.3. Penerapan Frekuensi Kesesuaian Suara dengan Tampilan LCD

Dari gambar 4.3 diatas, bahwa kesesuaian suara yang terdengar dengan tampilan LCD yaitu sebesar 80% dan suara yang terdengar berbeda dari tampilan LCD adalah 20%. Ketidaksesuaian hanya terjadi pada angka setelah koma contohnya suhu 30,8°C terdengar 30,7°C dikarenakan salah satu kelemahan pada ISD 2590. Pemanggilan ISD dilakukan menggunakan timer. Timer yang telah diatur 300detik, nantinya pada detik ke 299 IC ISD akan dipanggil dan akan memberikan suara yang sesuai dengan suhu pada detik ke 299, namun

V. Kesimpulan

5.1. KESIMPULAN

Dari pembahasan laporan Tugas Akhir di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rangkaian sensor suhu LM35 dapat berfungsi dan memiliki nilai error untuk simpanganya yaitu 0,30°C.
2. Rangkaian catu daya yang berasal dari *powerbank* dapat berfungsi dengan baik dan dapat mensuplai daya cukup lama dengan pengecashaan 4jam dapat digunakan sampai 1minggu.

pada LCDnya akan berhenti menampilkan suhu terakhir(yang sedang terukur) pada detik ke 300.

4.2. Pembahasan

4.3.1. Kinerja Alat

Setelah melakukan proses perancangan, pembuatan dan pengujian alat maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan data yang diperoleh saat pengujian sensor terhadap 20 orang. Alat dapat berfungsi cukup baik, sensor suhu juga dapat menampilkan suhu walaupun pada gambar 4.2 ada beberapa poin yang menyebabkan garis tidak linier. Namun, rata-rata simpangan sebesar 0,30°C dan memiliki standart deviasi sebesar 0,53°C. menurut nilai penyimpangan yang diijinkan pada termometer suhu badan sebesar ± 1 °C. sehingga dapat disimpulkan, bahwa termometer badan dengan *output* suara dapat mengukur suhu dengan baik.
2. Berdasarkan kesimpulan diatas maka dapat dikatakan modul “Termometer Digital Dengan *Output* Suara Berbasis ATmega16” dapat berfungsi dengan baik.
3. Rangkaian Mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik, dan LCD yang terhubung dengan mikrokontroler dapat menampilkan suhu dan tulisan dengan jelas.
4. IC ISD 2590 dapat berfungsi dengan baik dan mengeluarkan suara juga tidak patah-patah.
5. Program yang digunakan untuk mikrokontroler ATmega 16 membuat rangkaian secara

keseluruhan bekerjasama dengan baik dan sesuai perintah.

5.2. SARAN

Saran dari penulis untuk pengembangan penelitian ini adalah:

1. Membuat rangkaian suhu yang dapat membaca suhu lebih stabil dan lebih cepat agar alat dapat digunakan lebih efektif lagi.
2. Menambahkan indikator baterai pada tampilan LCD agar *user* dapat mengetahui kapasitas baterai, dikarenakan jika baterai memiliki

daya yang rendah dapat berpengaruh pada pengukuran suhu.

3. Karena keberadaan IC ISD 2590 yang terbilang sudah jarang dipasaran, IC suara dapat diganti menggunakan IC suara yang terbaru dan memiliki fitur lebih banyak.
4. Menambahkan rangkaian seperti buzzer misalnya, untuk memberikan parameter suhu yang normal dan tidak normal.
5. Membuat *casing* untuk modul yang lebih minimalis dan *modern*.

Daftar Pustaka

- Kus Widyaningsih. "Termometer digital dengan output suara". 2011. Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta
- Akhmad Rajeza. "Thermometer Digital dengan Output Suara". 2009. Politeknik Kesehatan Jakarta II.
- Iswanto & Raharja, N.m., 2015. *Mikrokontroler: Teori dan Praktik Atmega 16 dengan Bahasa C*, Penerbit Deepublish.
- Suprpto, M.T., 2012. *Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroler AVR*. Penerbit UNY Pres. Yogyakarta
- Seiko Instrument Inc. "Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual". 2014. Jakarta
- Sutisna. 2012. "Pengukuran Suhu Tubuh". <https://sutisnadoank.wordpress.com/2012/12/26/pengukuran-suhu-tubuh/>. (Diakses pada tanggal 23 januari 2016. Pada jam 9.29.)
- Jalu.Rinaldi. 2012. "Pengertian.ADC0804". <https://jalurinaldi.wordpress.com/2012/05/17/adc-0804/> (diakses pada tanggal 23 januari 2016. Jam 7.41 wib).
- Dokter.Tech. 2010. "Perekam.Suara.dengan.ISD.2590". <http://doktertech.blogspot.co.id/2010/10/perekam-suara-dengan-isd-2590.html> .(diakses pada tanggal 23 januari 2016 jam 7.19 wib.)
- Yardi.Ramadan. 2014. "Pengertian.Suhu.LM35". <http://dhany1412.blogspot.co.id/2014/09/sensor-suhu-lm35.html> . (Diakses pada 23 Januari 2016 pukul 6.48 wib.)