

APLIKASI LM35DZ SEBAGAI PENDETEKSI SUHU BERBASIS AVR ATM16

THE APPLICATION OF LM35DZ AS AN AVR ATM16 BASED TEMPERATURE DETECTOR

Masayu Anisah, Evelina

(Prodi T. Elektronika, Jurusan T. Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya)

ABSTRAK

LM35DZ adalah sensor suhu dengan aplikasi pada rangkaian mikrokontroler. Berdasarkan spesifikasinya, sensor LM35DZ mempunyai batas ukur antara -55°C sampai $\pm 150^{\circ}\text{C}$. Dalam kehidupan sehari-hari, suhu memiliki pengaruh besar terhadap makhluk hidup dan benda di sekitarnya. Kondisi suhu yang tidak stabil menyebabkan melemahnya daya tahan tubuh dan cepat rusaknya peralatan elektronik. Semakin berkembangnya teknologi, adanya pendeteksi suhu secara otomatis bertujuan untuk mempertahankan dan menjaga suhu. Detektor suhu dirancang dengan menggunakan sensor LM35DZ, konverter ADC0804, mikrokontroler AVR16 dengan *output speaker*, dan LCD. Alat ini akan mendeteksi suhu dan memberikan informasi melalui tampilan LCD. Sinyal panas akan dideteksi oleh sensor LM35DZ dan diubah menjadi sinyal digital oleh konverter ADC. Selanjutnya, sinyal diproses oleh mikrokontroler AVR16 untuk ditampilkan melalui LCD yang menghasilkan bunyi pada *speaker* jika suhu melebihi 38°C .

Kata-Kunci: sensor LM35DZ, mikrokontroler AVR ATM16, suhu ($^{\circ}\text{C}$).

ABSTRACT

LM35DZ is a sensor of temperature applied to mikrokontroler series. Based on its specification, LM35DZ has got the limit of measurement of -55° to $\pm 150^{\circ}$. In daily life, temperature has got a big influence to human beings and things around them. Unstable temperature condition can cause the weakening of body endurance and broken of the electronic devices. With the growth of technology, the existence of automatic thermometer detector can maintain and keep the stability of temperature. Temperature detector is designed using LM35DZ sensor, ADC0804 converter, AVR16 mikrokontroler with the output speaker and LCD. This device can detect temperature and will give information through LCD display. Heat signal will be detected by LM35DZ and changed into digital signal by ADC converter. After that, the signal will be processed by AVR16 to be displayed through LCD and resulted a sound on the speaker if it is more than 38°C .

Keywords: LM35DZ, AVR ATM16, LCD, temperature ($^{\circ}\text{C}$).

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, suhu memiliki pengaruh yang besar terhadap makhluk hidup dan benda sekitarnya (Nugroho, 2013). Setiap materi atau benda yang terdapat di alam ini, baik benda hidup

atau benda mati, pasti memiliki suhu. Suhu benda ada yang tetap dan ada yang berubah. Benda mati mempunyai suhu yang berubah-ubah mengikuti suhu sekitarnya. Makhluk hidup juga mempunyai suhu, contohnya manusia memiliki suhu tubuh

normal antara 35°C - 37°C. Apabila ada perubahan dari suhu normalnya, manusia dinyatakan sakit atau tidak dalam kondisi yang semestinya sehingga diperlukan pemeriksaan yang lebih lanjut (Rahmawati, 2012). Jika ada perubahan dari suhu normalnya, diperlukan pemeriksaan dan pengecekan terhadap benda tersebut untuk menghindari hal-hal fatal dari suatu kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian lebih besar (Utomo, 2011 & Sudjadi, 2005). Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai pengukur suhu atau termometer mengingat termometer memberikan banyak manfaat bagi kepentingan manusia. Misalnya, untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi, melakukan pekerjaan dengan risiko berbahaya, atau untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar dan sebagainya (Nugroho, 2013; Indriani, 2014; Rahmawati, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memelihara dan menjaga kestabilan suhu agar tetap normal. Rancangan alat bekerja dengan cara memberi isyarat pada saat suhu berada di atas suhu rata-rata atau suhu normal. Indikasi hasil keluaran dapat dilihat dari tampilan LCD dan suara *speaker*. Data penelitian diperoleh dan dipakai sebagai referensi indikasi bahwa alat bekerja dengan baik dan sebanding dengan termometer digital.

Tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik unjuk kerja LM35DZ, mikrokontroler AVR ATM16 dan perangkat pendukung lainnya serta untuk mempelajari cara kerja LCD sebagai penampil hasil pengukuran.

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah membuat rancangan alat yang dapat mengatur keseimbangan suhu yang hasilnya akan sebanding dengan termometer digital. Manfaat lainnya adalah diperoleh pengetahuan tentang cara konversi panas menjadi isyarat analog dan

diproses menjadi °C yang dapat ditampilkan melalui LCD dari proses ADC konverter pada Mikrokontroler AVR16.

Alat pengukur suhu yang difungsikan sebagai pendeteksi tidak hanya dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh, tetapi juga dapat digunakan untuk mendeteksi suhu udara atau ruangan karena sensor suhu LM35DZ akan mendeteksi semua sinyal analog dalam bentuk suhu lalu mengubahnya menjadi besaran listrik. Unit pendeteksi suhu dengan menggunakan tampilan LCD ini terdiri atas *power supply*, sensor suhu LM35DZ, Mikrokontroler AVR ATM16. Untuk membuat alat ini berjalan sebagaimana mestinya, terlebih dahulu dipelajari dan diketahui teori-teori dasar dari peralatan dan komponen yang akan dipergunakan (Sudjadi, 2005).

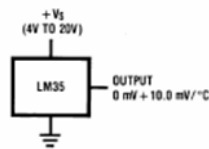
Sensor Suhu LM35DZ

IC LM35DZ adalah IC yang digunakan sebagai sensor suhu yang memiliki batas ukur berkisar 55°C dengan kenaikan tegangan *output* berbanding lurus dengan kenaikan derajat Celsius, yaitu setiap 10.0 mV = 1 C. Sensor temperatur paling banyak digunakan untuk praktik karena selain harganya cukup murah, LM35DZ tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi $\pm 1/4^\circ\text{C}$ pada temperatur ruangan $\pm 3/4^\circ\text{C}$ pada kisaran -55 - +150°C. Sensor LM35DZ umumnya akan naik sebesar 10mV setiap kenaikan 1°C (300mV pada 30°C). Untuk menggunakan LM 35DZ, cukup disadap keluaran dari pin Vout untuk dapat dihubungkan langsung ke ADC. LM 35DZ ini difungsikan sebagai *basic* temperatur sensor seperti pada gambar 1 di bawah ini. (www.google.com/sensordan/0)

Adapun *feature-feature* LM35DZ adalah

1. terkalibrasi dalam °C.
2. berbanding lurus 10.0 mV = 1 C.
3. batas ukurannya antara -55°C sampai dengan 150°C.

4. harga relatif murah.
5. memiliki tenaga kerja antara 4Vdc sampai dengan 30V dc.
6. arus bocor hanya 60 μ A.
7. temperaturnya rendah yakni 0.08 $^{\circ}$ C.
8. impedansi *output* rendah hanya 0,1 Ω untuk beban 1 mA.



Gambar 1. LM 35DZ basic temperature sensor

AVR ATM16

Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC sehingga sering juga disebut dengan *single chip microcomputer*. Mikrokontroler biasa dikelompokkan dalam satu bagian, masing-masing mikrokontroler mempunyai spesifikasi tersendiri namun pemrogramannya masih kompatibel.

AVR merupakan seri microcontroller CMOS 8 bit buatan Atmel dan berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Atmel merupakan salah satu *vendor* yang bergerak di bidang mikroelektronika dan telah mengembangkan AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) sekitar 1997. Berbeda dengan mikrokontroler MCS51, AVR menggunakan arsitektur RISC yang mempunyai lebar bus data 8 bit. Perbedaan ini bisa dilihat dari frekuensi kerjanya. MCS51 memiliki frekuensi kerja seperduabelas kali frekuensi *oscillator*, sedangkan frekuensi kerja AVR sama dengan frekuensi *oscillator*. Jadi, dengan frekuensi *oscillator* yang sama, kecepatan AVR dua belas kali lebih cepat dibanding kecepatan MCS51. Secara umum, AVR dibagi menjadi empat kelas, yaitu Attiny,

AT90Sxx, ATmega, dan AT86RFxx. Perbedaan antar- tipe AVR terletak pada fitur-fitur yang ditawarkan sementara dari segi arsitektur dan set instruksi yang digunakan hampir sama.(Wasito, 1983).

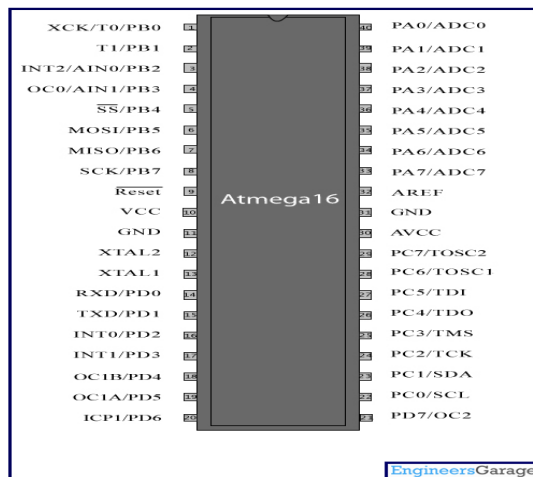
Fitur ATmega 16

Fitur-fitur yang dimiliki ATmega 16 sebagai berikut :

1. Mikrokontroler AVR 8 bit memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
3. Kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KByte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
6. Unit interupsi internal dan eksternal.
7. Port USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *Peripheral*.
9. Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan perbandingan. dua buah *timer/counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*. Satu buah *timer/ counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri 4 *channel* PWM. 8 *channel*, 10 bit ADC. 8 *Single-ended Channel*. 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP. *Differential Channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*. *Programmable Serial* USART. Antarmuka SPI. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*. *On-chip analog Comparator*. (www.Atmel.com:kamis/5_juni-2008:15.50 WIB).

Konfigurasi Pin AVR ATmega 16

Untuk penjelasan *pin* dari AVR ATmega 16 ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Pin AVR ATM16

ADC Converter dengan AVR ATM16

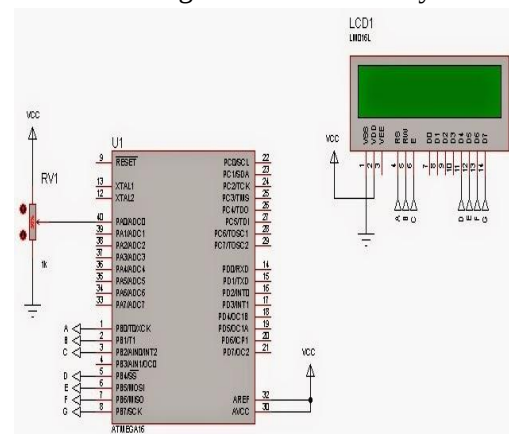
ADC digunakan untuk mengubah *input* analog (tegangan kontinyu) menjadi data digital atau data biner. Pada uC ATmega16, sudah terintegrasi ADC 8 *input* dengan resolusi sebesar 10 bit di dalamnya sehingga bisa dimanfaatkan tanpa menggunakan IC ADC tambahan. ADC pada uC ATmega16 berada di PORTA. Pada penelitian ini *input* menggunakan potensiometer sebagai simulasi tegangan dari sensor atau bisa juga misalkan digunakan sensor suhu LM35DZ sebagai *input*. V_{input} dimasukkan pada PORTA.0 ATmega16. Aref dan AVcc dihubungkan ke Vcc 5 volt. Tampilan pada ADC ini menggunakan LCD 16×2 yang dihubungkan ke PORTC.

Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan *clock*, tegangan referensi, format *output* data, dan mode pembacaan. Register yang perlu diset nilainya adalah ADMUX (ADC Multiplexer Selection Register), ADCSRA (ADC Control and Status Register A), dan SFIOA (special

Function IO Register). ADMUX merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, format data *output*, dan saluran ADC yang digunakan.

LCD pada Tampilan AVR ATM16

LCD (*Liquid Crystal Display* atau diindonesiakan Tampilan Kristal Cair) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan karena terdapat banyak titik cahaya (piksel) yang terdiri atas satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya.



Gambar 3. LCD pada AVR16

Walau disebut sebagai titik cahaya, kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul. Karenanya, kristal cair hanya akan membiarkan beberapa warna diteruskan, sedangkan warna lainnya tersaring. Dalam menampilkan karakter untuk membantu menginformasikan proses dan kontrol yang terjadi dalam suatu program robot, sering digunakan LCD juga. Yang sering digunakan dan paling murah adalah LCD

dengan banyak karakter 16x2. Maksudnya, semacam fungsi tabel di ms-office; 16 menyatakan kolom dan 2 menyatakan baris.

METODE PENELITIAN

Di dalam penelitian ini, perancangan dilakukan dengan beberapa cara.

1. Metode literatur / dokumentasi

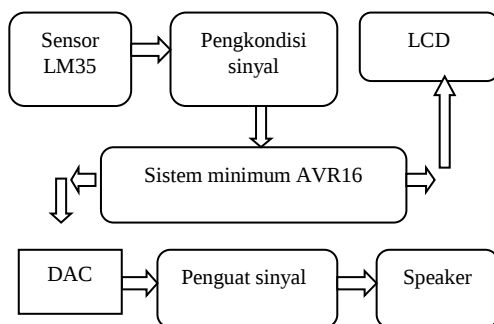
Mencari dan mengumpulkan data atau literatur-literatur yang dapat digunakan untuk melengkapi penulisan, baik yang berasal dari buku bacaan, internet, maupun sumber-sumber lain yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas.

2. Metode Observasi

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pelaksanaan kerja dari hasil pengukuran terhadap perancangan pembuatan alat.

3. Tahapan – tahapan perancangan dilakukan dengan cara membuat rangkaian sistem minimum sensor LM35DZ, membuat rangkaian pengondisi sinyal, pembuatan rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR16, dan tahap akhir adalah menggabungkan sistem rangkaian secara keseluruhan dengan menambahkan LCD dan *speaker* sebagai indikator hasil pengukuran suhu.

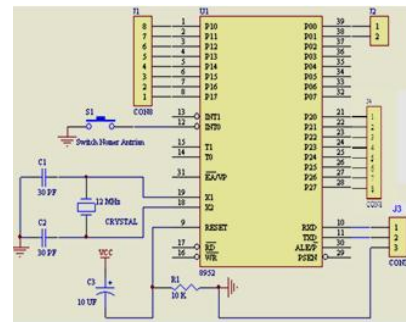
Gambaran rancang bangun penelitian ini dapat dilihat pada diagram blok pada Gambar 4 tentang Diagram alir Alat Penelitian.



Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Alat

Pembuatan Sistem Minimum Mikrokontroler AVR16

Pada piranti masukan, terdapat sensor suhu LM35DZ yang merupakan sumber perintah bagi mikrokontroler ATmega16: Rangkaian gambar 5 ini merupakan rangkaian pengendali atau pengontrol dari semua proses alat Pengukur suhu dengan tampilan LCD. Rangkaian ini sangat sederhana hanya terdiri atas mikrokontroler ATmega16, resistor 10K, kapasitor 33 uF, kapasitor xtal 12M, dan konektor *male*. Komponen-komponen elektronika tambahan dari mikrokontroler ATmega16 digunakan sebagai pendukung sistem minimum. Resistor 10K berfungsi untuk memberikan tahanan terhadap arus yang masuk pada kaki reset mikrokontroler. Begitu juga, kapasitor yang digunakan sebagai filter terhadap tegangan masuk untuk meminimalisasi *ripple* yang dihasilkan oleh sumber tegangan sehingga tegangan yang masuk benar-benar tegangan ideal.

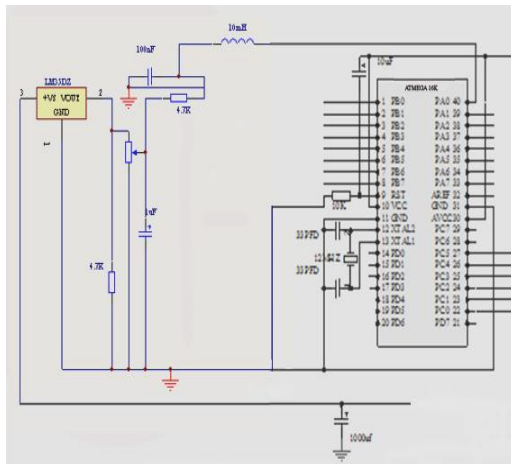


Gambar 5. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16

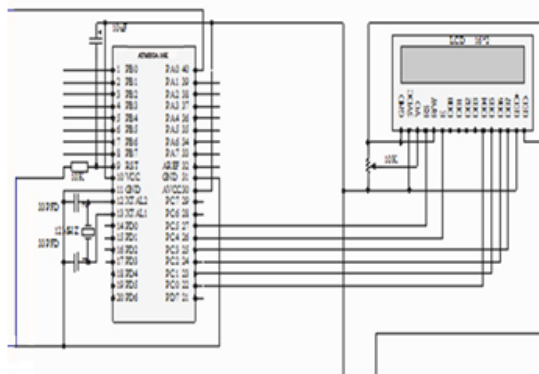
Perancangan Rangkaian Sensor LM35DZ

Rangkaian sensor suhu pada Gambar 6 merupakan rangkaian *input* dari mikrokontroler ATmega16. Jenis sensor yang dipakai adalah jenis LM35DZ yang terdiri atas tiga pin. Pin 1 dan 3 dihubungkan ke sumber tegangan +5 V. Pin

kedua merupakan keluaran dan dihubungkan ke *ground* rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega16.



Gambar 6. Rangkaian Sensor LM35DZ dengan mikrokontroler ATmega16



Gambar 7. Rangkaian LCD dengan ATmega16

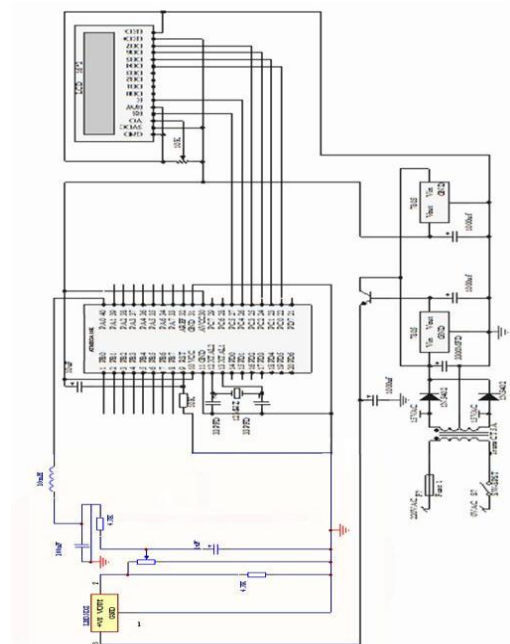
HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara Kerja Alat

Pada saat alat aktif, sumber tegangan 5Vdc akan disuplai ke beberapa rangkaian, seperti mikrokontroler dan sensor LM35. Saat posisi ON, tampilan LCD akan menampilkan nilai suhu yang terbaca secara *real time*. Sensor LM35 berfungsi untuk mendeteksi suhu kemudian suhu yang telah terdeteksi akan dikonversikan menjadi sinyal digital oleh ADC yang

menjadi satu modul dengan mikrokontroler AVR16.

Mikrokontroler berfungsi untuk memproses sinyal yang diterima oleh LM35 yang selanjutnya akan ditampilkan pada LCD dan komputer melalui RS-232. *Output* sensor suhu LM35 mengeluarkan tegangan yang menunjukkan besarnya suhu yang terdeteksi. Setiap tegangan *output* dari sensor ini mempunyai nilai $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ sesuai referensi tegangan yang dimilikinya. Nilai besaran fisis dari keluaran sensor ini kemudian diumpankan ke ADC internal ATmega 16. Pada rangkaian ini, ditambahkan R dan C yang berfungsi sebagai filter keluaran tegangan DC yang selanjutnya diolah oleh mikrokontroller. Rangkaian modul seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian alat

Pengujian telah dilakukan untuk beberapa pengukuran terhadap suhu badan. Berikut adalah hasil pengukuran

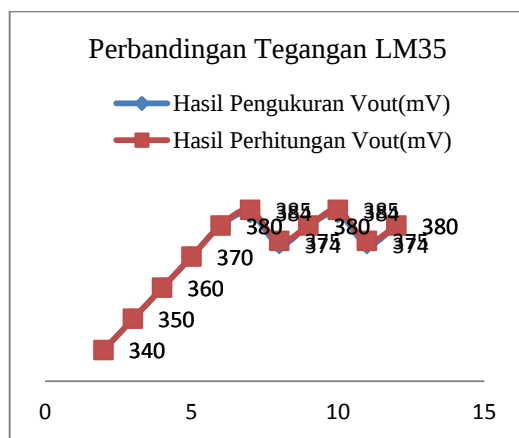
Tabel 1. Data Output LM35

IC LM35				
Hasil Pengukuran Alat		Hasil Perhitungan Termometer		
Suhu (°C)	Vout (mV)	Suhu (°C)	Persamaan (°C x 10mV)	Vout (mV)
34	340	34	34 x 10	340
35	350	35	35 x 10	350
36	360	36	36 x 10	360
37	370	37	37 x 10	370
38	380	38	38 x 10	380
38,5	384	38,5	38,5 x 10	385
37,5	374	37,5	37,5 x 10	375
38	380	38	38 x 10	380
38,5	384	38,5	38,5 x 10	385
37,5	374	37,5	37,5 x 10	375
38	380	38	38 x 10	380

Dapat dilihat bahwa pada saat pengukuran suhu di bawah 34°C selisih faktor kesalahan (*error*) nilai pengukuran sebesar 1,25 - 2,24. Saat suhu berada pada 34°C - 38°C, suhu terukur mencapai nol 0. Apabila suhu melebihi 38°C, faktor *error* juga menjadi naik kembali.

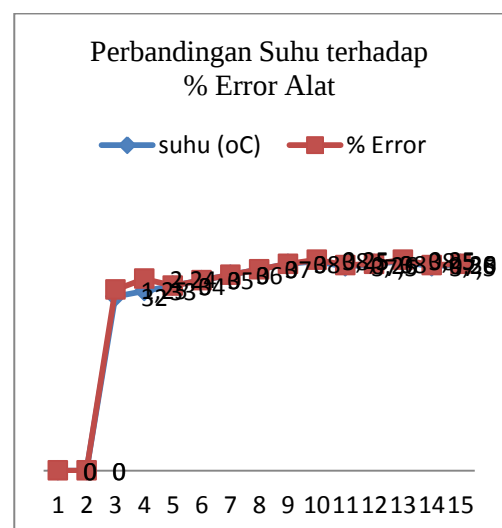
Tabel 2. Nilai Tegangan Output LM35DZ dan Faktor Kesalahan (*error*)

Suhu Termometer (°C)	Output LM35 alat (mV)	Output LM35 dari databook (mV)	Error
32	316	320	1,25
33	322,6	330	2,24
34	340	340	0
35	350	350	0
36	360	360	0
37	370	370	0
38	380	380	0
38,5	384	385	0,25
37,5	374	375	0,26
38	380	380	0
38,5	384	385	0,25
37,5	374	375	0,26
38	380	380	0



Gambar 9. Grafik perbandingan Tegangan Keluaran LM35

Berdasarkan data tabel 2, diperlihatkan bahwa sensor LM35 ini dikonfigurasi untuk mendeteksi suhu antara -55°C sampai 150°C. Berdasarkan karakteristiknya, sensor LM35 menunjukkan bahwa setiap kenaikan 10mV mewakili kenaikan suhu 1°C. Berdasarkan grafik gambar 9, terlihat perbandingan nilai hasil pengukuran hampir sebanding dengan nilai standar keluaran LM35.



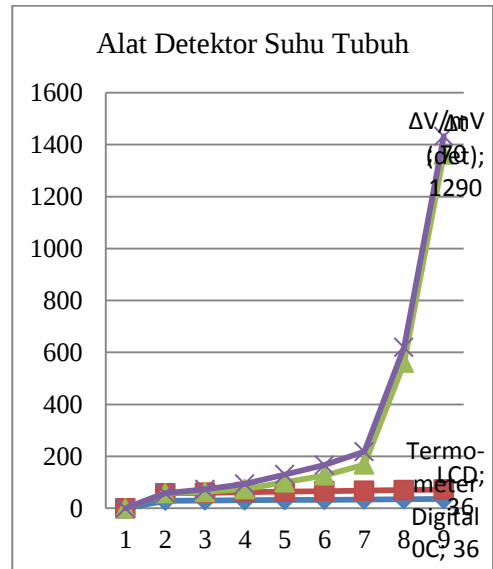
Gambar 10. Grafik Perbandingan % Error

Pengujian alat detektor suhu secara keseluruhan dilakukan sebanyak tiga kali pengujian untuk kisaran suhu badan mulai dari 29°C - 36°C. Diperoleh rata-rata perubahan waktu sebanding terhadap perubahan nilai tegangan. Pembacaan nilai temperatur alat detektor suhu dalam °C juga mendekati linier terhadap termometer digital.

Tabel 3. Data Pengukuran Suhu Tubuh

No Uji ke-	Termometer Digital °C	LCD °C	Δt (det)	$\Delta V/mV$
1.	29	29.0	0	0
	30	30.0	3	10
	31	31.0	12	20
	32	32.1	36	30
	33	33.2	60	40
	34	34.0	100	50
	35	35.0	490	60
	36	36.0	1290	70
2.	29	29.0	0	0
	30	30.0	2	10
	31	31.0	4	20
	32	32.1	30	30
	33	33.2	55	40
	34	34.0	75	50
	35	35.0	512	60
	36	36.0	1309	70
3.	29	29.0	0	0
	30	30.0	3	10
	31	31.0	5	20
	32	32.1	9	30
	33	33.2	20	40
	34	34.0	65	50
	35	35.0	515	60
	36	36.0	1328	70

Sumber: (Data Hasil Pengukuran)



Gambar 11. Perbandingan Suhu terhadap waktu dan tegangan



Gambar 12. Tampilan LCD Alat



Gambar 13. Alat ukur suhu dengan LCD



Gambar 14. AVR16 pada Alat Pengukur Suhu

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa alat sudah dapat berfungsi untuk mengukur suhu dengan tampilan digital. Berdasarkan data pengukuran, faktor *error* alat rata-rata 0,25 apabila suhu melebihi 38°C. Nilai *error* akan tinggi sebesar 1,25-2,24 saat suhu antara 32°C-33°C. Hal ini menyimpang dari alat termometer digital.

Disarankan sebaiknya menggunakan bahan/komponen dengan toleransi yang presisi. Pemakaian *heatsink* dan kipas sebagai penjaga kestabilan komponen perlu dipertimbangkan untuk mengurangi nilai pengukuran *error* alat hingga mencapai 0.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, Singgih Adhi. 2013. "Detektor Suhu Ruangan dengan Tombol Pengatur Manual Berbasis Mikrokontroller AT89551". Vol 2 No1 Maret 2013 ISSN : 2302-1136 Seruni.id.unsa.ac.id.
- Allo, Desmon Kendek. Dkk. 2013. "Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur untuk Mengukur Selisih Dua Keadaan", *E-Journal Teknik Elektro & Komputer*, Teknik Elektro Fak.Teknik UNSRAT, Manado.
- Indriani, Anizar. Dkk. 2014. "Pemanfaatan Sensor LM35 Berbasis Mikrokontroller AT8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil". *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol 5 No.2 Tahun 2014: 183-192.
- Rahmawati, Anita. Dkk. 2012. "Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh dengan Tampilan Digital dan Keluaran Suara Berbasis Mikrokontroller AVR ATM8535". *Jurnal Monitor* Vol 1 No1 Juli 2012.
- Utomo, Ambar Tri. Dkk. 2011." Implementasi Mikrokontroller Sebagai Pengukur Suhu dan Ruangan", *Jurnal Teknologi*, Vol 4 No.2 Des.2011, 153-159.
- Sudjadi. 2005. *Teori Aplikasi Mikrokontroler*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wasito S., Hermanan, B. 1983. "Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler *ATMega16K*".Bandung: Elek. Media Komputindo.
- [Http://www.Atmel.Com](http://www.Atmel.Com): diakses pada Kamis/5 Juni-2008 : 15.50 WIB.
- [Http://www.google.com/sensordantranduser](http://www.google.com/sensordantranduser): diakses pada 18 April 2011, 15:00.