

WATERBATH BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN TAMPILAN LCD

¹Helinda W.R., ²Endang Dian S., ³Syaifudin

ABSTRACT

To test the sample in the laboratory sometimes occurs a queue, so that the sample needs to be incubated first. Incubation of samples used to maintain the optimum temperature of the sample, where it is to avoid the substances that terkandung levels in the samples were damaged or reduced in number.

Authors make a tool waterbath concentrated on the examination of blood samples with the optimum temperature 37°C and is equipped with a timer election.

From the results of temperature measurement 37°C when the timer works, the value of the error for 2 minutes timer 1,46%. Temperature error is obtained when the timer 3 minutes and 5 minutes by 2,11% and 2,22%. Temperature error with timer 10 minutes and 15 minutes by 1,62% and 2,38%. Timer 10 minutes 10 minutes first and second error values obtained (error) of 0.43% and 0.4%. Timer 5 minutes and 2 minutes found unity error value of 0.53% dan 1, 67%. Timer 3 minutes 3 minutes first and second error values obtained of 0.89% and 0.33%. Timer 15 minutes earned the error value of 0.67%. Timer 5 second minute and 3 minutes both obtained error value of 0.33% and 0.67%. In general it can be concluded that this tool has the error value is less than 5%, so it can be said to function properly.

Keywords: Keypad, Temperature, Timer

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu alat yang digunakan untuk menunjang ilmu kedokteran adalah alat laboratorium. Alat laboratorium memiliki berbagai macam jenis dan kegunaan, salah satunya *waterbath*. *Waterbath* berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu sumpel sesuai dengan suhu aktif dari sampel dengan menggunakan media air yang terkontrol suhunya.

Untuk melakukan uji sampel di laboratorium terkadang terjadi antrian, sehingga sampel perlu diinkubasi terlebih dulu agar kondisinya tetap terjaga dengan baik. Oleh sebab itu, sampel disimpan dalam *waterbath* untuk menunggu waktu tunda dan sampel tersebut tidak mudah rusak serta suhunya tetap terjaga sesuai suhu aktif pada sampel.

Di dalam laboratorium *waterbath* tidak hanya difungsikan untuk inkubasi bakteri saja, namun juga dapat digunakan untuk menginkubasi sampel pemeriksaan darah.

Sehubungan dengan itu, penulis merencanakan dan membuat alat dengan judul, "*Waterbath Berbasis Mikrokontroler dengan Tampilan LCD*"

Sehubungan dengan itu, penulis merencanakan dan membuat alat dengan judul, "*Waterbath Berbasis Mikrokontroler dengan Tampilan LCD*", dimana penulis akan membuat suatu pengontrol suhu media air dalam *waterbath*, dengan pemilihan *timer* serta mengganti sistem digital menjadi sistem mikrokontroler.

Batasan Masalah

Peneliti membatasi pembahasan tersebut pada : (1) Suhu 37°C. (2) Timer maksimal 15 menit. (3) Tampilan suhu dan timer pada display LCD.

Rumusan Masalah

Dapatkah dibuat *waterbath* berbasis mikrokontroler dengan tampilan LCD?

Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Dibuatnya "*Waterbath Berbasis Mikrokontroler dengan Tampilan LCD*."

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

Tujuan Khusus

(1) Membuat rangkaian sensor suhu LM35. (2) Membuat rangkaian mikrokontroler dan display berikut pemrograman untuk menjalankan sistem. (3) Membuat rangkaian driver heater. (4) Membuat rangkaian driver buzzer

Manfaat

Manfaat Teoritis

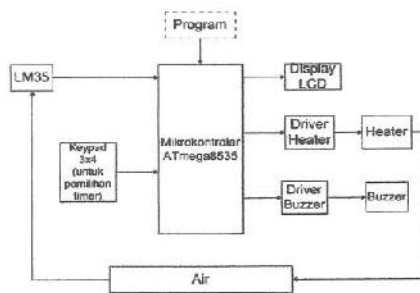
Menambah khasanah ilmu pengetahuan mahasiswa Teknik Elektromedik dalam bidang laboratorium khususnya alat *waterbath*.

Manfaat Praktis

Memudahkan kinerja *user* pada ruang laboratorium dengan adanya tampilan suhu dan *timer*.

METODOLOGI

Diagram Blok Sistem



Gambar 1. : Diagram Blok Waterbath

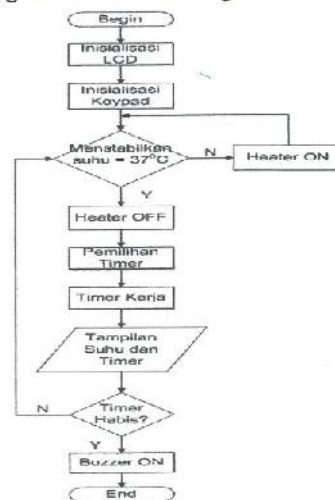
LM35 berfungsi menyensor suhu air pada *waterbath* dengan karakteristik $10\text{mV}/1^\circ\text{C}$. Sensor Suhu LM35 mempunyai 3 kaki: *Input*, *ground* dan *output*. *Output* sensor suhu LM35 akan masuk ke rangkaian RC damper, yang memiliki fungsi untuk menjaga kelinearan kenaikan maupun penurunan suhu. *Output*nya akan masuk ke *Analog to Digital Converter (ADC)* pada ATmega8535 untuk kemudian diolah menjadi data digital dan ditampilkan pada display LCD.

Keypad digunakan untuk pemilihan *timer*, dimana hasil pemilihannya diinputkan dan diolah oleh IC mikrokontroler untuk ditampilkan pada display LCD. Penghitungan *timer* dimulai jika suhu telah tercapai dan *timer* telah dipilih, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui lamanya proses inkubasi.

IC mikrokontroler juga mengontrol kerja *heater*. IC mikro akan tetap memberikan logika *low* atau *high* pada *driver heater* untuk mengaktifkan dan meng-offkan *heater*. IC mikro akan member logika *low*, bila sensor suhu LM35 mendeteksi suhu dibawah suhu *setting* dan *heater* nyala. Begitupun sebaliknya, jika LM35 mensensor suhu melebihi suhu *setting* maka IC mikro akan memberi logika *high* untuk mematikan *heater*.

Buzzer akan menyala ketika mendapat logika *low* dari IC mikro dan akan mati bila mendapat logika *high*. Bunyi *buzzer* dikontrol oleh IC mikro yang sebelumnya telah menyelesaikan perintah-perintah terdahulu. Sehingga *buzzer* tidak akan menyala bila proses sebelumnya belum selesai.

Diagram Alir Proses/Program



Gambar 2. : Diagram Alir Waterbath

Langkah pertama sambungkan steker pada stop kontak, selanjutnya tekan tombol power. Alat akan menginisialisasi LCD dan

keypad yang dilakukan oleh mikrokontroler. Selain itu, *heater* akan aktif untuk menaikkan suhu hingga 37°C. Bila suhu air pada *chamber waterbath* telah stabil 37°C (*heater OFF*), maka lakukan pemilihan *timer* dan *timer* akan mulai bekerja.

Driver heater akan bekerja menjaga kestabilan suhu air sesuai dengan *setting* suhu yang telah ditentukan. Bila suhu air dalam *chamber waterbath* itu berada di atas suhu *setting*, maka *driver heater* akan memutus tegangan menuju *heater* sehingga *heater OFF*. Begitu pula sebaliknya, bila suhu air dalam *chamber waterbath* berada dibawah suhu *setting*, maka *driver heater* akan aktif sehingga *heater ON*. Jadi kestabilan suhu air akan selalu terjaga pada suhu yang telah ditentukan.

Timer akan mulai menghitung jika telah diaktifkan, selama waktu tersebut proses inkubasi berlangsung sampai waktu habis dan *buzzer* akan menyala untuk member tahu *user* bila proses inkubasi telah usai.

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah membuat modul maka perlu Setelah membuat modul maka perlu diadakan pengujian dan pengukuran. Untuk itu penulis mengadakan pendataan melalui proses pengukuran dan pengujian. Tujuan dari pengukuran dan pengujian untuk mengetahui ketepatan dari pembuatan modul yang penulis lakukan atau untuk memastikan apakah masing-masing bagian (komponen) dari rangkaian modul yang dimaksud telah bekerja sesuai dengan fungsinya seperti yang telah kita rencanakan.

Langkah-langkah pengukuran dan pengujian modul ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan terutama alat ukur termometer air raksa untuk mengukur suhu *chamber*, *stopwatch* untuk mengukur *timer*, avometer untuk mengukur tegangan di tes point.
2. Merapikan kabel-kabel dengan menggunakan selang agar rapi dan agar tidak terjadi konsleting pada alat kita pada saat kita uji coba.
3. Melakukan pengecekan terhadap masing-masing jalur rangkaian pada PCB tentang ketepatan komponen koneksi pin-pin IC menggunakan avometer.
4. Menyiapkan tabel untuk mencatat hasil pengukuran.
5. Hubungkan rangkaian pada catudaya, cek tegangan *input* yang masuk ke rangkaian dan juga cek tegangan *output* dari tiap-tiap tes poin.
6. Lakukan pengukuran suhu mulai dari awal proses pemanasan sampai suhu tercapai. Pengukuran ini berdasarkan oleh lama waktu tercapainya suhu dan dipengaruhi oleh volume air yang diberikan atau diisikan kedalam *chamber* yakni 1,2 liter. Catat hasilnya pada tabel yang telah disiapkan dan buatlah grafik pengamatan.
7. Setelah melakukan pengukuran dengan volume air 1,2 liter, buang air didalam *chamber* untuk kemudian digantikan yang baru dengan volume air 2,4 liter dan lakukan pengukuran dan pencatatan seperti langkah sebelumnya.
8. Setelah suhu tercapai, lakukan pemilihan *timer* pada keypad (tombol 1-9 untuk pemilihan *timer*), tekan tombol "*" untuk mengecek sampel apa yang sedang akan diinkubasi, lalu tekan tombol "0" untuk *enter* dan proses penghitungan waktu untuk inkubasi dimulai.
9. Lakukan pengukuran *timer* dengan cara membandingkan *stopwatch* dengan tampilan *timer* pada LCD. Setelah melakukan pemilihan *timer* kemudian tekan *enter* untuk memulai penghitungan waktu inkubasi dan pada saat yang sama juga mengaktifkan *stopwatch* untuk melakukan perbandingan. Setelah waktu selesai, matikan *stopwatch* untuk mengetahui perbandingannya catat hasil pendataan pada tabel.

10. Ketika timer bekerja, lakukan pengukuran suhu dengan menggunakan termometer (berdasarkan pemilihan *timer* yang dilakukan sebelumnya) dan catat hasilnya.

Hasil Pengukuran

Pengukuran Kenaikan suhu

Tabel 1. Data Pengukuran Perubahan Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (1,2 liter)

Waktu Pengukuran (Second)	Suhu Setting (°C)	Volume Air 1,2 l (°C)				
		X1	X2	X3	X4	X5
0	37	27,7	27,7	27,6	28,3	27,7
40		28,3	29,6	28,4	29,3	28,4
80		31	31	30,9	31,7	31,6
120		34	33,8	34,4	34,8	35
160		36	35,5	35,7	36,1	36,3
200		37	37,1	37,1	37	37

Tabel 2. Data Pengukuran Perubahan Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (2,4 liter)

Waktu Pengukuran (Second)	Suhu Setting (°C)	Volume Air 2,4 l (°C)				
		X1	X2	X3	X4	X5
0	37	27,8	27,6	27,9	27,9	28
40		27,8	27,7	28	28	28
80		28	27,9	28	28,3	28,2
120		30	30	30,1	30,5	30,5
160		33	33	33	33,5	33,3
200		34,2	34,6	34,2	34,3	34,4
240		36	34,9	35,5	35,3	35,5
280		36,8	36	36,5	36,7	36,5
320		37	37	37	37,1	37,1

Pengukuran Suhu

Untuk mengetahui suhu inkubasi pada *chamber waterbath*, maka dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali dengan mengukur suhu didalam *chamber* menggunakan termometer air raksa dan membandingkannya

dengan tampilan suhu di LCD. Dari hasil pengukuran didapat data didalam tabel sebagai berikut ini:

Tabel 3. Data Pengukuran Suhu pada Termometer saat Waktu Bekerja

Output Lm35 (mV)	Hasil Pengukuran Output Lm35 (mv)				
	X1	X2	X3	X4	X5
370	375	378	376	377	374

Pengukuran Tegangan pada output LM35

Berikut ini merupakan hasil pengukuran tegangan dari output LM35 untuk mengetahui besar tegangan yang dihasilkan dengan suhu *setting* 37°C:

Tabel 4. Pengukuran Tegangan Output LM35 dengan Setting Suhu 37°C

Setting Timer (Menit)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu (°C)				
		X1	X2	X3	X4	X5
2	37	37,7	37,5	37,2	37,4	37,9
3		37,6	37,4	37,7	38	38,2
5		37,9	37,8	37,9	37,7	37,8
10		37,5	37,2	37,5	38	37,8
15		37,8	38	38	37,9	37,7

Pengukuran Waktu

Untuk memperoleh hasil optimal pada proses inkubasi sampel, maka ketepatan lamanya proses akan mempengaruhinya. Oleh sebab itu, dilakukan pengukuran pada timer *waterbath* dengan cara membandingkan dengan waktu pada aplikasi *stopwatch*.

Tabel 5. Data Pengukuran Waktu dengan Menggunakan Stopwatch

No	Data		Hasil Pengukuran Timer (second)				
	Menit	Second	X1	X2	X3	X4	X5
1	10	600	603	603	603	602	602
2	10	600	603	603	601	602	603
3	5	300	301	301	302	302	302
4	2	120	121	121	122	121	122
5	3	180	182	181	182	181	182
6	3	180	180	181	181	181	180
7	15	900	906	907	905	907	905
8	5	300	301	302	301	300	301
9	3	180	181	180	181	181	182

Analisa

Tabel 6. Hasil Analisis Perubahan Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (1,2 liter)

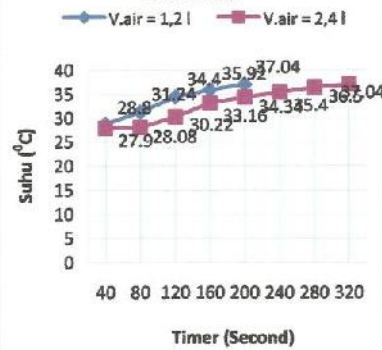
Waktu Pengukuran (Second)	Suhu Setting (°C)	Rerata	Simpangan	Error %	SD	Ua
0	37	27,8	9,2	25	0,28	0,13
40		28,8	8,2	22	0,6	0,27
80		31,24	5,76	16	0,37	0,17
120		34,4	2,6	7	0,5	0,23
160		35,92	1,08	2	0,32	0,14
200		37,04	-0,04	0	0,05	0,02

Tabel 7. Hasil Analisis Perubahan Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (2,4 liter)

Waktu Pengukuran (Second)	Suhu Setting (°C)	Rerata	Simpangan	Error %	SD	Ua
0	37	27,84	9,16	25	0,15	0,07
40		27,9	9,1	25	0,14	0,06
80		28,08	8,92	24	0,16	0,07
120		30,22	6,78	18	0,25	0,11
160		33,16	3,84	10	0,23	0,1
200		34,34	2,66	7	0,17	0,07
240		35,4	1,6	4	0,4	0,18
280		36,5	0,5	1	0,31	0,14
320		37,04	-0,04	0	0,05	0,02

Dari data tabel 4.1. dan 4.2. diolah dan mendapat hasil analisis pada tabel 4.6. dan 4.7. Hasil analisis tersebut kemudian dibuat grafik perubahan suhu terhadap waktu dipengaruhi volume air yang diberikan, grafik tersebut seperti dibawah ini:

Grafik Perubahan Suhu Terhadap Waktu



Gambar 3. Grafik Perubahan Suhu terhadap Waktu

Tabel 8. Hasil Analisis Suhu saat Waktu Bekerja

Setting Timer (Ment)	Suhu Setting (°C)	Rerata	Koreksi	Error %	SD	Ua
2	37	37,54	-0,54	1,46	0,27	0,12
3		37,78	-0,78	2,11	0,32	0,14
5		37,82	-0,82	2,22	0,08	0,03
10		37,6	-0,6	1,62	0,31	0,13
15		37,88	-0,88	2,38	0,13	0,05

Tabel 9. Hasil Analisis Tegangan Output Lm35

Output Lm35 (mV)	Rerata	Koreksi	Error %	SD	Ua
370	376	-6	1,62	1,58	0,7

Tabel 4.10. Hasil Analisis Waktu

TIMER	Timer Setting (Second)	Rerata	Koreksi	Error %	SD	Ua
10 (Menit)	600	602,6	2,60	0,43	0,547	0,245
10 (Menit)	600	602,4	2,40	0,40	0,894	0,40
5 (Menit)	300	301,6	1,60	0,53	0,547	0,245
2 (Menit)	120	121,4	1,40	1,17	0,547	0,244
3 (Menit)	180	181,6	1,60	0,89	0,547	0,245
3 (Menit)	180	180,6	0,60	0,33	0,547	0,245
15 (Menit)	900	906	6	0,67	1	0,447
5 (Menit)	300	301,0	1,00	0,33	0,707	0,326
3 (Menit)	180	181,2	1,20	0,67	0,447	0,20

Kinerja Sistem Keseluruhan

Kinerja Grafik Perubahan Suhu Terhadap Waktu

Berdasarkan gambar grafik 4.5 dapat diketahui bahwa besarnya volume air dalam *chamber* sangat mempengaruhi perubahan suhu dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pencapaian suhu *setting*. *Chamber* yang berisi air 1,2 liter membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat mencapai suhu *setting* dibandingkan dengan *chamber* yang berisi 2,4 liter air yang membutuhkan waktu lebih lama.

Kinerja Pengendalian Suhu

Pada saat proses inkubasi dilakukan (waktu bekerja) akan tetap terjadi monitoring suhu sehingga suhu terjaga kestabilannya. Untuk menjaga kestabilan suhu digunakan *heater* yang dikontrol menggunakan *driver heater* dengan PC817 dan masuk ke SSR untuk mengaktifkan atau mematikan *heater*. Dimana inputan dari PC817 tetap mendapat logika dari mikrokontroler baik logika *low* maupun *high* untuk mengaktifkan maupun mematikan *heater*. *Heater* akan aktif bila suhu dibawah suhu *setting* dan akan mati bila suhu berada diatas suhu *setting*.

Dari data tabel 4.2. tercantum data pengukuran suhu yang dilakukan sebanyak 5 kali. Pengukuran dilakukan menggunakan

thermometer air raksa, dimana saat melakukan pengukuran *timer* aktif. Setelah itu lakukan perhitungan dan hasilnya dimasukkan pada tabel 4.3. Ketika *timer* 2 menit, memiliki rata-rata 37,54 dengan *error* 1,46%. Saat *timer* 3 menit rata-rata data suhu 37,78 dengan *error* 2,11%. Saat *timer* 5 menit rata-rata data suhu 37,82 dengan *error* 2,22%. Saat *timer* 10 menit rata-rata data suhu 37,6 dengan *error* 1,62%. Dan saat *timer* 15 menit rata-rata data suhu yang didapat 37,88 dengan *error* 2,38%.

Kinerja Timer

Timer akan bekerja bila suhunya telah tercapai dan dilakukan pemilihan, sehingga *timer* aktif menghitung lama waktu inkubasi yang diperlukan. Oleh sebab itu dilakukan pengukuran *timer* yang dibandingkan dengan *stopwatch*, sehingga diperoleh data pengukuran *timer* yang bisa dilihat pada tabel 4.2, pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali. Selanjutnya dilakukan perhitungan dan data analisisnya di masukkan pada tabel 4.4. Sehingga *timer* 10 menit kesatu diperoleh rata-rata 602,60 dengan *error* yang dihasilkan 0,43%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 10 menit kedua yaitu 602,4 dengan *error* 0,4%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 5 menit kesatu yaitu 301,6 dengan *error* 0,53%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 2 menit yaitu 121,4 dengan *error* 1,67%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 3 menit kesatu yaitu 181,6 dengan *error* 0,89%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 3 menit kedua yaitu 180,6 dengan *error* 0,33%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 15 menit yaitu 906 dengan *error* 0,67%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 5 menit kedua yaitu 301,0 dengan *error* 0,33%. Rata-rata yang diperoleh saat melakukan pengukuran *timer* 3 menit ketiga yaitu 181,2 dengan *error* 0,67%.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan, pembuatan modul, penulisan dan analisa data dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

- (1) Dari penjabaran gambar grafik 4.5. dapat ditarik sebuah kesimpulan, bahwa semakin besar volume air didalam *chamber* maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai suhu *setting*-nya, begitu pula sebaliknya bila volume air didalam *chamber* lebih sedikit maka waktu yang dibutuhkan akan lebih cepat untuk mencapai suhu *setting*.
- (2) Dilihat dari kinerja sistem dan analisis data yang telah dijabarkan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa heater dapat bekerja sesuai dengan setting yang telah dilakukan, yakni akan aktif saat mendapat logika low dan akan mati saat mendapat logika high. Selain itu didapat data error dari tiap-tiap pengukuran suhu setting 370C terhadap lama waktu inkubasi yang diperlukan, sehingga mendapat nilai error untuk timer 2 menit sebesar 1,46%. Data pengukuran suhu yang error saat timer 3 menit sebesar 2,11%. Untuk data error pengukuran suhu dengan timer bekerja 5 menit sebesar 2,22%. Dan untuk data error hasil pengukuran suhu dengan timer 10 menit dan 15 menit, sebesar 1,62% dan 2,38%. (3) Dengan melihat kinerja sistem timer yang telah dijabarkan sebelumnya, timer dapat bekerja sesuai dengan perencanaan awal. Dan melihat dari hasil analisis data pengukuran timer dapat didapat data error untuk timer 10 menit kesatu dan kedua 0,43% dan 0,40%. Timer 5 menit kesatu dan 2 menit memiliki error 0,53% dan 1,67%. Timer 3 menit kesatu dan kedua didapatkan nilai error 0,89% dan 0,33%. Timer 15 menit didapatkan nilai error 0,67%. Timer 5 menit kedua dan 3 menit ketiga didapatkan nilai error 0,33% dan 0,67%.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa alat ini memiliki nilai *error* kurang dari 5% dan kinerja *heater* untuk menstabilkan suhu dapat bekerja sesuai dengan baik, sehingga dapat dikatakan bahwa alat *waterbath* ini berfungsi dengan baik.

Saran

Peneliti menyarankan untuk lebih disempurnakan lagi dengan membuat desain yang lebih baik sehingga tidak terjadi kebocoran pada sistem pembuangan *chamber*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abd Nasir, Abdul Muhith, dan M.E Ideputri, *Buku Ajar Metodologi Penelitian Kesehatan : Konsep Pembuatan Karya Tulis dan Thesis untuk Mahasiswa Kesehatan*, Yogyakarta : Muha Medika, 2011.
- [2] Ardi Winoto, 2008, *Mikrokontroler AVR Atmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*, Bandung: Informatika Bandung.
- [3] Chandra, 2010, *Rangkaian Sensor Suhu LM35*, <http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35/>, (diakses 29 November 2013)
- [4] —, *Dasar Transistor*, 2011, <http://datamu.wordpress.com/2011/06/12/dasar-transistor/> (diakses 12 Nopember 2013)
- [5] Deni Arfianto, 2011, *Kamus Komponen Elektronika*. Surabaya : Kawan Pustaka.
- [6] —, *Konsep Dasar Transistor*, 2012, <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/konsep-dasar-transistor/> (diakses 12 Nopember 2013)

- [7]---, *Pengertian dan Fungsi Transistor*, 2013, <http://elektronikadasar.org/pengertian-dan-fungsi-transistor/> (diakses 14 Agustus 2013)
- [8]---, *Adc-10bit-Atmega8535-dan-LM35-dengan-Akuisi-Data-Temp*, 2011, <http://momogie.wordpress.com>, (diakses 20 Maret 2014).
- [9]---, *Sensor Suhu LM35*, 2012, http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/sensor-suhu-ic-lm35/#chitika_close_button (diakses 12 Nopember 2013)
- [10]---, *Transfusi Darah dan Komponennya*, 2011, <http://majalahperawatanestesi.wordpress.com/> (diakses 5 Desember 2013)
- [11] ---, *Timer-dan-Counter-AVR*, 2011, <http://electrocontrol.wordpress.com>, (diakses 4 April 2014).
- [12] Widodo Budiharto, 2011, *Aneka Proyek Mikrokontroler (Panduan Utama untuk Riset/Tugas Akhir)*, Yogyakarta : Graham Ilmu.
- [13] ---, ---, ---, <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/penguat-penyangga-pengikut-tegangan/>, (diakses 14 April 2014).
- [14] ---, *Teori Solid State Relay*, 2012, http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/teori-solid-state-relay/#chitika_close_button (diakses 14 Agustus 2013)