

**LAPORAN PENELITIAN PENGEMBANGAN ILMU/BIDANG KEAHLIAN**



*Judul*

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM KONTROL TEMPERATUR  
MENGUNAKAN SENSOR DS18B20 PADA INKUBATOR BAYI**

*Oleh :*

*Denny Darmawan, M.Sc.      NIP. 19791202 200312 1 002*  
*Laila Katriani, M.Si.      NIP. 19850415 201212 2 001*  
*Arif Setiawan              NIM. 09302241032*

*darmawan@uny.ac.id*

*Dibiayai oleh :*

Anggaran DIPA Universitas Negeri Yogyakarta  
Nomor Kontrak 2577/UN34.13/PL/2013 tanggal 1 juli 2013

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
TAHUN 2013**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp. 0274-586168 Psw 217, 0274-565411(TU),0274-550227(Dekan),  
Fax.0274-548203. Website: <http://fmipa.uny.ac.id>, Email : [humas\\_fmipa@uny.ac.id](mailto:humas_fmipa@uny.ac.id)

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Rancang Bangun *Prototype* Sistem Kontrol Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Pada Inkubator Bayi
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Denny Darmawan, M.Sc.
- b. Jenis Kelamin : Pria
- c. Pangkat/Golongan/NIP : Penata Muda / IIIa / 19791202 200312 1 002
- d. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
- e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Pendidikan Fisika
- f. Universitas : Universitas Negeri Yogyakarta
- g. Alamat : Lab. Fisika Lt.3 FMIPA UNY
- h. Nomor HP : 081328297839
- i. E-mail : [darmawan@uny.ac.id](mailto:darmawan@uny.ac.id)
3. Tema Payung Penelitian : -
4. Skim Penelitian : *Dosen Muda*
5. Bidang Keilmuan : Fisika
6. Tim Peneliti

No	Nama/Gelar	Bidang Keahlian
1.	Laila Katriani, M.Si.	Fisika
2.		

7. Mahasiswa Yang Terlibat

No	Nama	NIM
1.	Arif Setiawan	09302241032
2.		

8. Waktu/Lama Penelitian : 6 bulan
9. Lokasi Penelitian : Lab. Fisika FMIPA UNY
10. Biaya yang diperlukan : Rp. 4.000.000,-

Mengetahui,  
Dekan

Yogyakarta, 29 November 2013  
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Dr. Hartono  
NIP. 19620329 198702 1 002

Suparno, Ph.D.  
NIP. 19600814 198803 1 003

**LEMBAR EVALUASI  
LAPORAN PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM KONTROL TEMPERATUR  
MENGUNAKAN SENSOR DS18B20 PADA INKUBATOR BAYI

2. Hasil Evaluasi

- a. Pelaksanaan kegiatan penelitian / PPM **telah / belum** sesuai dengan rancangan yang tercantum dalam proposal
- b. Sistematika laporan **sudah / belum** sesuai dengan pedoman penyusunan laporan penelitian
- c. Hal – hal lain **sudah / belum** memenuhi persyaratan dalam hal

.....  
3. Simpulan : Laporan **dapat / belum** diterima

Mengetahui,  
Wakil Dekan I

Dr. Suyanta  
NIP. 19660508 199203 1 002

Yogyakarta, 29 November 2013  
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Suparno, Ph.D.  
NIP. 19600814 198803 1 003

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa mencurahkan rahmat dan kekuatannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Sistem Kontrol Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Pada Inkubator Bayi”. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dekan FMIPA UNY yang telah memberikan izin penelitian bagi penulis.
2. Dosen-dosen di lingkungan FMIPA UNY, atas segala masukan sehingga penelitian ini berjalan dengan baik.
3. Semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kualitas pembelajaran Fisika. Kritik dan saran terhadap penelitian ini sangat kami harapkan demi perbaikan penelitian – penelitian yang akan datang.

Yogyakarta, 29 November 2013

Peneliti

# **Rancang Bangun *Prototype* Sistem Kontrol Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Pada Inkubator Bayi**

*Denny Darmawan, Laila Katriani, Arif Setiawan*

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem kontrol temperatur berbasis mikrokontroler ATmega328 pada inkubator bayi menggunakan sensor DS18B20 dengan target harga yang lebih murah. Penelitian dimulai pada bulan Juli s/d November 2013. Penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta.

Rancang bangun sistem kontrol temperatur inkubator ini terdiri dari dua tahapan yaitu, perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari, perancangan catu daya, perancangan sensor temperatur DS18B20, sistem minimum mikrokontroler ATmega328, rangkaian triac yang terhubung ke penghangat (lampu pijar), sistem minimum LCD 2x16 sebagai penampil.

Dalam penelitian ini telah dihasilkan sebuah *prototype* sistem kendali temperatur menggunakan sensor DS18B20, ATmega328 dan triac sebagai pengotomasi, dan inkubator berdimensi 45 x 35 x 35 cm yang suhunya dikondisikan dengan memanfaatkan lampu pijar 200 W sebagai elemen pemanas. Inkubator berhasil dikondisikan pada suhu  $36,5 \pm 0,1$  °C. Suhu kerja ini dapat dicapai dari keadaan awal 26 °C dalam waktu 10 menit.

Kata kunci: Inkubator, DS18B20, ATmega328, Triac.

# **Development of Temperature Control System Prototype for Infant Incubator Using DS18B20 Sensor**

*Denny Darmawan, Laila Katriani, Arif Setiawan*

## **ABSTRACT**

This research aimed at developing an affordable temperature control system based on Atmega328 microcontroller for infant incubator using DS18B20 sensor. It conducted from July to November 2013 at Electronics and Instrumentation Laboratory, Physics Department, Universitas Negeri Yogyakarta.

The development consisted of two steps: building the hardware and building the software. The hardware design process were power supply, temperature sensor, Atmega328 minimum system, AC driver and display developments.

In this research, a temperature control system prototype had been produced using DS18B20, Atmega328 and Triac as the automator, and an incubator with dimension of 45 x 35 x 35 cm which temperature had beed kept using 200 W incandescent lamp. The prorotype was succeeded in keeing the temperature at  $36.5 \pm 0.1$  °C. This working temperature could be reached from initial condition of 26 °C in 10 minutes.

Keywords: incubator, DS18B20, Atmega328, triac.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Evaluasi.....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Lampiran .....	ix
Abstrak .....	v
Abstract .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. <i>Roadmap</i> Penelitian .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Sistematika Penelitian .....	2
<b>II. KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
A. Studi Literatur.....	4
B. Landasan Teori.....	4
C. Pengukuran Temperatur.....	5
D. DS18B20 Sebagai Sensor Temperatur.....	6
E. Mikrokontroler ATmega328.....	7
F. LCD 2x16 Karakter .....	8
G. Triac .....	8
H. Bahasa Pemrograman <i>C</i> .....	9
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
A. Alat dan Bahan... ..	10
B. Rancang Bangun Perangkat Keras.....	10
1. Rangkaian Catu Daya.....	10
2. Rangkaian Sensor DS18B20.....	11
3. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega328.....	13

4. Rangkaian Triac.....	13
C. Rancang Bangun Perangkat Lunak.....	14
D. Rancangan Inkubator.....	14
E. Prinsip Kerja Alat.....	15
<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
A. Desain .....	16
1. Sensor Temperatur .....	18
2. Mikrokontroler .....	18
3. Relay .....	18
B. Karakteristik .....	21
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>24</b>



## DAFTAR GAMBAR

1.1 Diagram Blok Sistem Pengontrol Temperatur.....	2
2.1 Hukum Ke Nol Termodinamika.....	5
2.2 Bentuk Sensor DS18B20.....	6
2.3 Mikrokontroler ATmega328.....	7
3.1 Rangkaian Catu daya.....	11
3.2 Rangkaian Sensor DS18B20.....	12
3.3 Rangkaian Sistem Minimum ATmega32.....	13
3.4 Rangkaian Triac.....	13
3.5 Diagram Alir Proses Pengonversian.....	14
3.6 Rancangan Inkubator.....	15
4.1	

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1** Data
- Lampiran 2** Analisis Data
- Lampiran 3** Surat perjanjian
- Lampiran 4** Berita acara seminar
- Lampiran 5** Daftar hadir seminar

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Bayi prematur adalah bayi yang lahir pada usia kehamilan ibu kurang dari 36 minggu. Bayi prematur membutuhkan perawatan khusus, terutama dalam hal pengaturan temperatur lingkungannya. Temperatur lingkungan bayi prematur harus dijaga sedemikian rupa sehingga menyerupai temperatur di dalam rahim seorang ibu, yaitu antara 36°C hingga 37°C. Seorang bayi yang terlahir prematur umumnya memerlukan perawatan khusus, yaitu dengan menemukannya di dalam inkubator agar temperatur tubuhnya tetap terjaga dalam rentang tersebut di atas. Selain itu, bayi prematur juga harus diberi bantuan oksigen untuk pernafasannya (Rinawati, 2009).

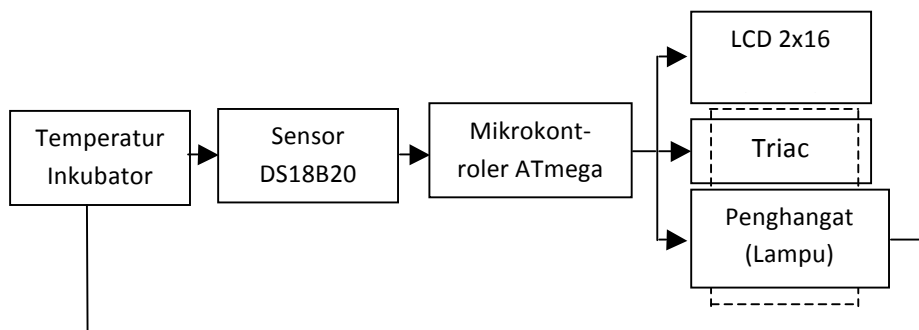
Berdasarkan informasi data yang diperoleh menunjukkan bahwa Puskesmas Kalasan masih menggunakan inkubator yang dioperasikan secara manual dimana temperatur di dalam inkubator diamati secara berkala oleh perawat dengan melihat nilai skala pada termometer air-raksa yang ditempelkan di dalam inkubator tersebut, sementara untuk menaikkan atau menurunkan temperatur, perawat menghidupkan atau mematikan lampu di dalam inkubator dengan menekan saklar untuk lampu tersebut. Lampu di dalam inkubator berfungsi sebagai pemanas. Apabila lampu di dalam inkubator dimatikan, maka temperatur di dalamnya akan turun karena inkubator pada umumnya ditempatkan di dalam ruangan yang berpendingin udara (*air conditioner, ac*).

Pengontrolan seperti disebutkan di atas tentulah sangat bergantung pada kesiapsiagaan perawat yang sedang bertugas. Oleh karena itu, pengontrolan secara manual sangat beresiko terhadap keselamatan bayi prematur. Sebenarnya, di pasaran telah tersedia inkubator yang telah dilengkapi dengan sistem kontrol temperatur yang bekerja secara elektronik. Namun harganya relatif mahal.

Dari uraian di atas penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian berjudul **“Rancang Bangun *Prototype* Sistem Kontrol Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 pada Inkubator Bayi”**.

## B. Roadmap Penelitian

Roadmap penelitian ini untuk menggambarkan penelitian yang sudah dan yang akan dilakukan. Penelitian tentang pembuatan inkubator bayi sudah banyak dilakukan, tetapi informasi yang disajikan sangat terbatas, yaitu dalam bentuk abstrak, sehingga perlu dilakukan perancangan kembali. Untuk dapat melakukan perancangan sistem kontrol temperatur pada inkubator bayi dengan sensor DS18B20, diperlukan sebuah diagram blok sebagai langkah awal untuk mengetahui tahapan kerja secara garis besar seperti terlihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1.** Diagram blok sistem pengontrol temperatur

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pengontrol temperatur berbasis mikrokontroler ATmega328 pada inkubator bayi dengan menggunakan sensor DS18B20.

## D. Sistematika Penelitian

Dalam perancangan sistem pengendalian temperatur pada inkubator bayi ini agar dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan beberapa tahapan perancangan dan pembuatannya yaitu:

1. Pengumpulan bahan penelitian melalui tinjauan pustaka dan internet.
2. Pengenalan kegunaan masing-masing komponen dan rangkaian yang berhubungan dengan penelitian.
3. Uji coba komponen dan pembuatan masing-masing blok rangkaian yang diperlukan melalui uji coba pada *stripboard* ataupun langsung pada PCB.
4. Perancangan PCB dengan menggunakan program Eagle *layout editor* untuk mendapatkan rangkaian dengan tata letak komponen yang rapi dan rangkaian yang efektif.

5. Memindahkan hasil yang dibuat melalui program ke PCB dengan menyalin terlebih dahulu pada slide transparan dan memindahkannya pada PCB polos dengan teknik penyetricaan.
6. Melarutkan PCB yang telah ada desain rangkaian dengan menggunakan larutan  $\text{FeCl}_3$ .
7. Komponen dirangkai pada papan rangkaian kemudian disolder.
8. Perancangan perangkat lunak.
9. Pengujian akhir meliputi pengujian kompatibilitas perangkat lunak dengan perangkat keras.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Studi Literatur

Banyak penelitian yang telah dilakukan terkait dengan pembuatan sistem kontrol temperatur untuk inkubator bayi. Penelitian-penelitian itu antara lain dilakukan oleh mahasiswa D3 Teknik Elektro ITS Surabaya dengan menggunakan mikrokontroler AT89C51 dan sensor temperatur tertentu-tak disebutkan namanya (Nisa dan Ratriandhini, 2004), mahasiswa Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dengan mikrokontroler PIC dan sensor tertentu (Joko dan Panji, 2008), serta mahasiswa S1 Fisika ITS dengan mikrokontroler tertentu dan sensor temperatur IC LM35 (Nugroho, 2009).

Keterbatasan informasi yang disajikan dari penelitian-penelitian tersebut di atas mengharuskan untuk mencari informasi tambahan. Berdasarkan *Handbook of Modern Sensors* (Fraden, 1996) dan membandingkan informasi-informasi yang diperoleh dari penelitian-penelitian tersebut di atas, ditambah dengan sejumlah informasi lainnya yang diperoleh melalui internet, maka dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai pengontrol sistem dan DS18B20 sebagai sensor temperatur. Memilih ATmega328 sebagai pengontrol sistem ini didasarkan pada pertimbangan bahwa mikrokontroler ATmega328 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan ADC dan semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit yang sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

Sementara untuk sensor temperatur digunakan DS18B20 karena sensor ini memiliki sensitivitas dan linearitas yang lebih baik dibandingkan dengan sensor-sensor temperatur lainnya, serta keluaran sensor dalam bentuk digital.

#### B. Landasan Teori

Temperatur merupakan derajat panas suatu benda. Cara paling sederhana dalam membedakan benda-benda berdasarkan derajat panasnya adalah melalui penginderaan dengan sentuhan. Bila benda A yang kita sentuh terasa lebih panas dari benda B, dan benda B terasa lebih panas daripada benda C, maka kita dapat menyimpulkan bahwa di antara ketiga benda itu, benda A memiliki temperatur paling tinggi dan benda C bertemperatur paling rendah. Dalam hal ini, konsep temperaturnya berasal dari perasaan kita. Bila kita contohkan kepada benda lain, ternyata perasaan kita boleh jadi keliru menilai temperatur. Oleh karena itu,

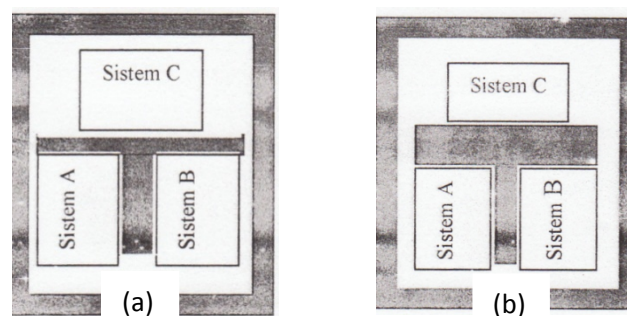
diperlukan suatu alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur temperatur dan menyatakan hasilnya dalam bentuk angka. Alat ini dikenal sebagai termometer.

### C. Pengukuran Temperatur

Temperatur dapat dinyatakan sebagai kemampuan benda dalam memberi atau menerima panas. Bila suatu benda dipanaskan maka gerakan-gerakan molekulnya semakin kuat, sehingga kandungan energi kinetiknya bertambah. Dengan demikian temperatur dari benda itu akan naik. Menurut hukum termodinamika, panas adalah energi total dari gerakan-gerakan molekul suatu benda. Makin kuat gerakan molekul-molekul di dalamnya, makin tinggi panas benda itu.

Kita dapat membedakan panas-dingin suatu benda, tingkat panas-dingin suatu benda merupakan permulaan faham temperatur. Telah kita ketahui pula bahwa perasaan, dalam hal ini indera peraba, tidak dapat diandalkan untuk pengukuran yang teliti. Karena itu temperatur diukur dengan termometer, tidak oleh perasaan lagi (Sutrisno, 1979).

Proses pengukuran temperatur tidak terlepas dan landasan hukum termodinamika. Hukum ke-nol termodinamika menyatakan bahwa dua sistem yang ada dalam kesetimbangan termal dengan sistem ketiga, berarti berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain (Zemansky dan Dittman, 1986).



**Gambar 2.1.** Hukurn ke-nol Termodinamika (a) Jika A dan B masing-masing dalam kesetimbangan termal dengan C maka (b) A dan B dalam kesetimbangan termal satu sama lain.

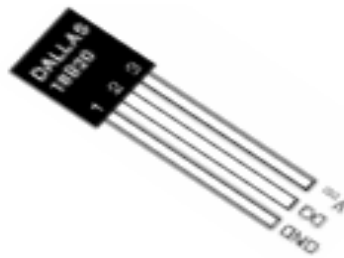
Untuk mengukur temperatur, kita memerlukan suatu sensor temperatur. Ada banyak sensor temperatur, dan masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Sensor temperatur yang lazim digunakan dalam laboratorium riset adalah termokopel, RTD, termistor (NTC dan PTC) dan sensor temperatur dalam bentuk rangkaian terpadu (*integrated circuit*, IC).

Dalam penelitian ini, digunakan sensor DS18B20. Pemilihan sensor ini didasarkan pada keunggulan DS18B20 yaitu output berupa data digital dengan nilai ketelitian 0.5 °C

selama kisaran temperatur 10 °C sampai + 85 °C hingga mempermudah pembacaan oleh mikrokontroller.

#### **D. DS18B20 Sebagai Sensor Temperatur**

Sensor temperatur DS18B20 dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. DS18B20 telah memiliki keluaran digital sehingga tidak diperlukan rangkaian ADC, serta akurasi nilai suhu dan kecepatan pengukuran memiliki kestabilan yang jauh lebih baik dari sensor LM35DZ. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol 1 *wire communication*. DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari +5V, Ground dan Data Input/Output. DS18B20 merupakan sensor yang sangat praktis karena hanya membutuhkan 1 pin I/O saja untuk bisa bekerja sama dengan mikrokontroller. Sensor DS18B20 memiliki kemampuan untuk mengukur suhu pada kisaran -55°C sampai 125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pada kisaran -10°C sampai 85°C. Selain itu, daya yang digunakan bisa langsung didapat dari data line (“parasite power”), sehingga tidak perlu lagi listrik eksternal. Bentuk sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2.** Bentuk sensor DS18B20

Sensor temperatur digunakan untuk memperhitungkan pengaruh perubahan temperatur terhadap pemanas dari lampu, selanjutnya data perubahan temperatur dikontrol menggunakan ATmega 328 dengan menghubungkan ke rangkaian triac. Sensor DS18B20 memiliki keunikan yaitu 64-bit, yang memungkinkan DS18B20 terhubung ke beberapa fungsi yang sama melalui satu kabel yang sama. Oleh karena itu, satu mikroprosesor saja dapat digunakan untuk mengendalikan banyak sensor yang akan didistribusikan ke daerah yang lebih besar. Aplikasi dari fitur ini meliputi pengontrol lingkungan (HVAC), sistem pemantauan suhu di dalam bangunan, peralatan, atau mesin, dan proses monitoring dan sistem kontrol.



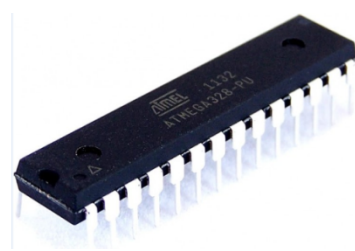
Keuntungan fitur:

- Hanya memerlukan satu port pin untuk komunikasi
- Setiap perangkat memiliki 64-bit dalam on-board ROM
- Kemampuan simplifies distributed temperature sensing aplikasi
- Tidak memerlukan Komponen Eksternal
- Power Supply berkisar 3.0V sampai 5.5V
- Suhu yang dapat diukur dari -55 ° C sampai 125 ° C (-67°F – 257°F)
- Keakuratan data dari -10°C sampai 85°C
- Resolusi termometer 9-Bit
- Kecepatan mengukur suhu dalam 750-800 ms (max)
- Pengaturan alarm dapat disesuaikan. Sumber : Anonim. 2009. sensor DS 1820.

Sensor ini mempunyai tiga kaki yang terdiri dari GND yaitu ground, DQ untuk data masukan atau data keluaran dan VDD untuk tegangan sensor. Jika DS18B20 yang digunakan untuk alat ini menggunakan pendayaan dari luar, melalui kaki VDD, tegangan yang dibutuhkan berkisar antara 3.0 V sampai 5.5 V.

#### E. Mikrokontroler ATmega328

ATmega 328 tergolong mikrokontroler jenis AVR yang memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dekemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. Bentuk fisik ATmega 328 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Mikrokontroler ATmega 328

ATmega 328 memiliki bagian-bagian sebagai berikut; saluran I/O sebanyak 32 buah (port A, port B, port C, dan port D), ADC 10 bit sebanyak 8 saluran, tiga buah timer/counter dengan kemampuan perbandingan, CPU yang terdiri dari 32 register dan *watchdog timer* dengan internal *oscillator* selain itu mikrokontroler ini juga memiliki SRAM sebesar 2 Kbyte, memori flash sebesar 32 Kbyte dengan kemampuan *read-while-write*, unit interupsi internal dan eksternal, port antar muka SPI, EEPROM sebesar 1024 byte yang dapat diprogram saat operasi, dan port USART untuk komunikasi serial.

## F. LCD 2x16 Karakter

Untuk menampilkan hasil pengukuran penulis menggunakan LCD 2x16 karakter yang terdiri dari 16 kolom dan 2 baris. Fungsi masing-masing pin dari modul LCD 2x16 karakter dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Konfigurasi Pin LCD 2x16 karakter

No	Simbol	Fungsi
1	V <sub>SS</sub>	Ground
2	V <sub>DD</sub>	Masukan <i>power</i> +5V
3	V <sub>LCD</sub>	Tegangan masukan pengontrol kontras layar LCD
4	RS	Pemilihan pengiriman data atau instruksi
5	R/ $\bar{W}$	Pin masukan baca dan tulis
6	E	<i>Enable Clock LCD</i> , logika 1 pada pin ini diberikan pada saat penulisan dan pembacaan data.
7-14	D0-D7	Jalur data
15	A	Untuk tegangan positif <i>Backlight</i> modul LCD
16	K	GND

## G. Triac

Triac merupakan singkatan dari Triode Alternating Current Switch, yang berarti saklar untuk arus bolak-balik. Triac merupakan suatu komponen yang mempunyai susunan atas 5 lapisan bahan jenis P dan N dalam arah lain antara terminal T1 dan T2 dapat menghantar dalam arah lain.

Triac adalah piranti yang digunakan untuk mengontrol arus rata-rata yang mengalir ke suatu beban. Triac berbeda dengan SCR, dimana Triac dapat mengontrol arus dalam dua arah. Jika triac sedang off, arus tidak dapat mengalir diantara terminal-terminal utamanya, atau dengan kata lain diumpamakan saklar terbuka. Jika triac sedang on, maka dengan tahanan yang rendah arus mengalir dari satu terminal ke terminal lainnya dengan arah aliran tergantung dari polaritas tegangan yang digunakan. Jika T2 positif maka arus akan mengalir dari T1 ke T2 dan sebaliknya dalam kondisi ini triac diumpamakan sebagai saklar tertutup.

## H. Bahasa Pemograman C

Dalam beberapa literatur, bahasa C digolongkan sebagai bahasa tingkat menengah (*medium level language*). Penggolongan kedalam bahasa menengah bukan berarti menyatakan bahasa C kurang ampuh atau lebih sulit dibandingkan dengan bahasa tingkat tinggi (*high level language*) seperti pascal dan basic, melainkan menegaskan bahwa bahasa C bukanlah bahasa yang berorientasi pada mesin yang merupakan ciri dari bahasa tingkat rendah (*low level language*) seperti bahasa mesin dan *assembly*. Pada kenyataannya bahasa C mengkombinasikan elemen dalam bahasa level tinggi dan bahasa beraras rendah. Kemudahan dalam membuat program yang ditawarkan pada bahasa level tinggi dan kecepatan eksekusi dari bahasa level rendah merupakan tujuan diwujudkannya bahasa C. Bahasa C memiliki beberapa kelebihan yaitu: Bahasa C tersedia hampir disemua komputer, kode bahasa C bersifat portable dan fleksibel untuk semua jenis komputer, Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci, hanya terdapat 32 kata kunci, proses *executable* lebih cepat, dukungan pustaka yang banyak dan merupakan bahasa yang terstruktur.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam perancangan sistem pengontrolan temperatur inkubator bayi dengan menggunakan sensor DS18B20 terdiri dari dua bagian utama, yaitu rancang bangun perangkat keras dan rancang bangun perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri dari bagian catudaya, sensor, rangkaian minimum untuk mikrokontroler, rangkain triac dan rangkaian minimum untuk LCD. Untuk rancang bangun perangkat lunak digunakan program bahasa C.

#### **A. Alat dan Bahan**

Beberapa alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Papan rangkaian              | 15. Multimeter                      |
| 2. LCD 2x16 karakter            | 16. Bor PCB                         |
| 3. Mikrokontroler ATmega238     | 17. Crocodile clip                  |
| 4. Transformator 2A             | 18. FeCl3 campur air                |
| 5. Dioda                        | 19. PCB polos                       |
| 6. LED                          | 20. PC ( <i>Personal Computer</i> ) |
| 7. Sensor temperatur DS18B20    | Digunakan untuk mengetik dan        |
| 8. Kapasitor                    | menjalankan program yang akan       |
| 9. Resistor                     | dipindahkan ke mikrokontroler       |
| 10. Setrika                     | Atmega238.                          |
| 11. Tang penjepit atau pemotong | 21. Osiloskop                       |
| 12. Gunting                     |                                     |
| 13. Solder dan penyedot timah   |                                     |
| 14. Timah                       |                                     |

#### **B. Rancang Bangun Perangkat Keras**

1. Rangkaian Catudaya

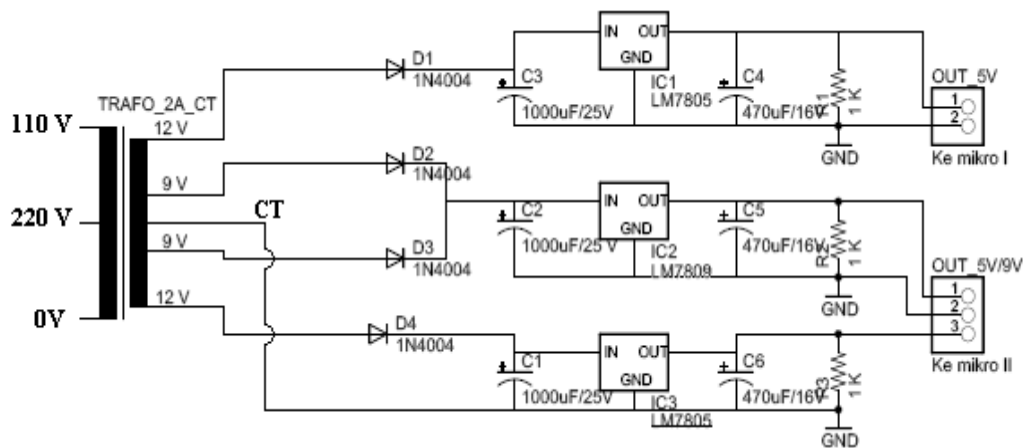
Untuk merancang rangkaian catudaya dibutuhkan komponen sebagai berikut.

Komponen yang digunakan :

- *Transformator stepdown* CT 2A : 1 buah
- Dioda 1N4004 : 4 buah

- Kapasitor 1000  $\mu$ F, 25 V : 3 buah
- Kapasitor 470  $\mu$ F, 16 V : 3 buah
- Kapasitor 100 nF, 16 V : 2 buah
- IC regulator 7805 : 2 buah
- IC regulator 7809 : 1 buah
- Pinhead 2 pin : 1 buah
- Pinhead 3 pin : 1 buah

Rangkaian catudaya yang digunakan dalam perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Tegangan 5V dibutuhkan untuk mencatu rangkaian triac yang berfungsi sebagai saklar yang terhubung ke pemanas (lampu), mencatu sensor DS18B20, rangkaian minimum mikrokontroler dan rangkaian LCD.



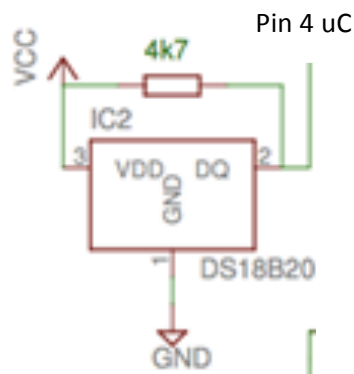
**Gambar 3.1.** Rangkaian catu daya

## 2. Rangkaian Sensor DS18B20

Komponen yang dibutuhkan dalam rangkaian ini adalah:

- DS18B20 : 1 buah
- Resistor 4k7 : 1 buah
- Pinhead 2 pin : 3 buah

DS18B20 memiliki keluaran yang digital sehingga sudah bisa langsung dihubungkan sebagai masukan di pin 4 mikrokontroler ATmega328. Sifat ketepatan dalam pengujian membuat proses *interface* untuk membaca atau mengontrol rangkaian lebih mudah. Dalam rangkaian ini diperlukan tegangan 5V untuk mengaktifkan DS18B20. Rangkaian sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 3.2.



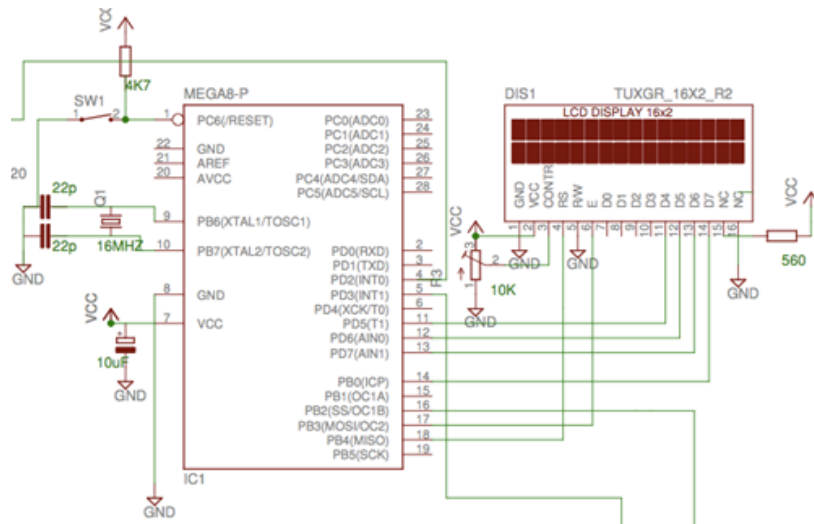
**Gambar 3.2.** Rangkaian Sensor DS18B20

### 3. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega328

Rangkaian mikrokontroler ini merupakan pusat pengolahan data dan pusat pengendali alat. Di dalam rangkaian mikrokontroler ini terdapat empat buah *port* yang digunakan untuk menampung masukan atau keluaran data dan terhubung langsung dengan rangkaian pengendali lainnya. Rangkaian ini tersusun atas osilator kristal 16 MHz yang berfungsi untuk membangkitkan pulsa internal dan dua buah kapasitor 22 pF yang berfungsi untuk menstabilkan frekuensi. Sedangkan kapasitor 10  $\mu$ F, 16 V dan resistor 4k7 pada pin 1 berfungsi untuk rangkaian *reset* sebelum program yang terdapat pada mikrokontroler dijalankan. Komponen yang digunakan adalah:

- Mikrokontroler Atmega328 : 1 buah
- Resistor 4K7 : 1 buah
- Kapasitor 10  $\mu$ F, 16 Volt : 1 buah
- Kapasitor 22 pF : 2 buah
- X- TAL 16 MHz : 1 buah

Rangkaian sistem minimum Atmega328 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



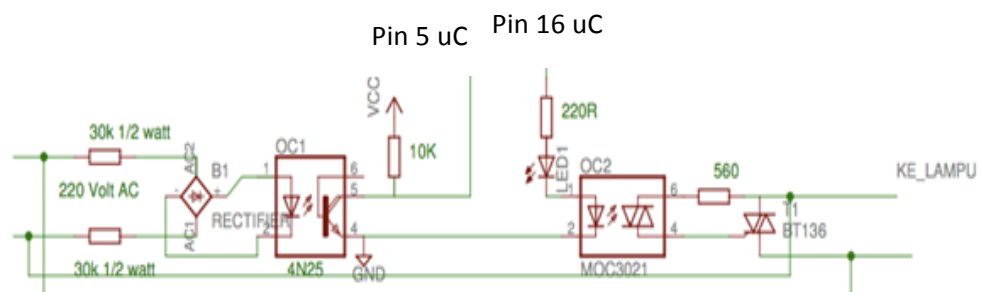
**Gambar 3.3.** Rangkaian sistem minimum Atmega328

#### 4. Rangkaian Penampil dengan LCD 2x16 karakter

Rangkaian LCD berguna untuk menampilkan hasil pengukuran temperatur yang didapat dari sensor DS18B20. *Backlight* pada LCD memerlukan tegangan 4,3 V sehingga untuk menurunkan tegangan yang sebesar 5 V dari catu daya maka perlu ditambahkan dioda 1N4002 sebelum tegangan dihubungkan ke pin 15 LCD. Rangkaian *display* dipakai sebagai aksi tampilan data dengan menggunakan LCD 2x16 karakter. Semua proses dilakukan dengan pengontrolan dan format data yang diatur oleh *programer* pada mikrokontroler. Rangkaian penampil dapat dilihat pada Gambar 3.3.

#### 5. Rangkaian Triac

Rangkaian triac pada alat ini berfungsi untuk meredupkan dan menyalakan lampu. Gambar rangkaian triac ini ditunjukkan pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4.** Rangkaian Triac

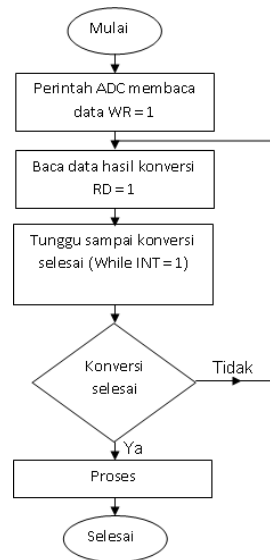
Keluaran dari triac dihubungkan ke lampu, hubungan yang digunakan; jika ke anoda diberi forward bias, maka saklar  $S_1$  menutup (ON). Sebaliknya jika anoda diberi reverse bias,

maka saklar S<sub>2</sub> menutup (ON). Tegangan atau sinyal pemicu berasal dari mikrokontroler pin 5 dan pin 16, hal ini akan menyebabkan lampu akan meredup jika melewati set point dari temperatur, dan lampu akan menyala kembali seperti biasa.

### C. Rancang Bangun Perangkat Lunak

#### 1. Diagram Alir

Diagram alir perangkat lunak pada mikrokontroler ATmega328 untuk menampilkan data temperatur Gambar 3.5.

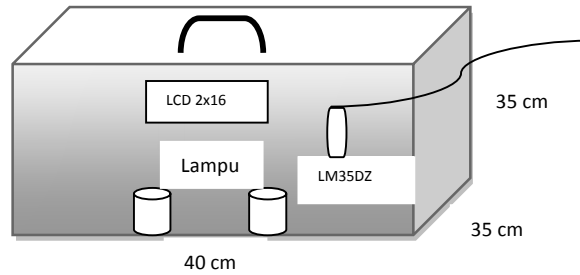


**Gambar 3.5.** Diagram alir proses pengonversian

### D. Rancangan Inkubator

Untuk menerapkan sistem kontrol temperatur di dalam inkubator, dibuat sebuah inkubator mini berdinding kaca dengan ukuran 40 x 35 x 35 cm. Di dalamnya ditempatkan sensor temperatur DS18B20 dan di luarnya ditempatkan penampil nilai temperatur berupa LCD 2x16 karakter. Di bagian bawah inkubator dipasang dua buah lampu pijar sebagai pemanas ruangan di dalam incubator dan fan untuk meratakan panas. Untuk tampilan rancang bangun sistem pengontrol temperatur, dapat dilihat pada Gambar 3.6.





**Gambar 3.6.** Rancangan Inkubator

### **E. Prinsip Kerja Alat**

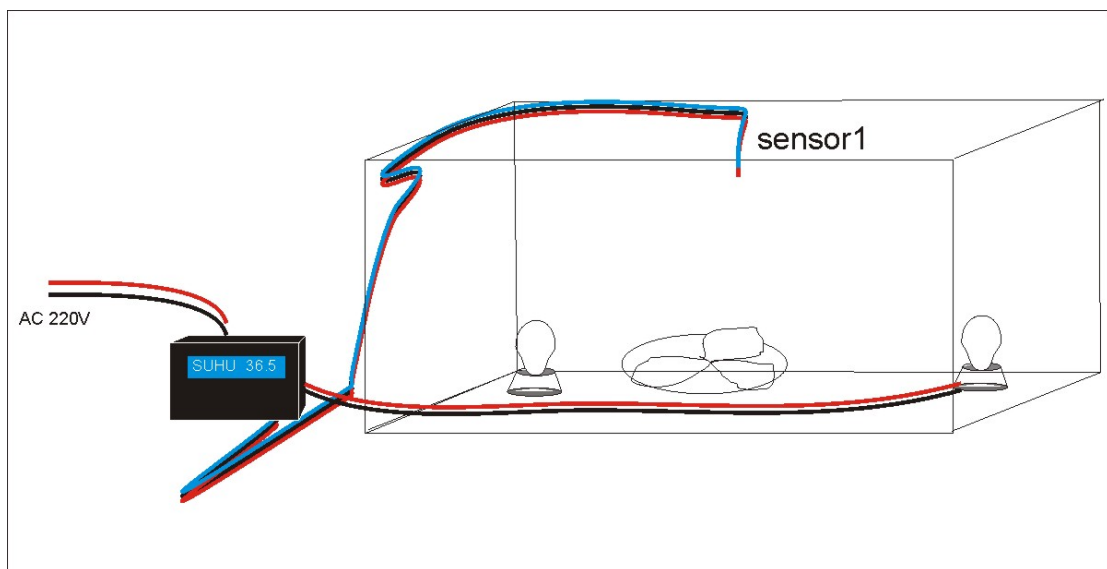
Temperatur di dalam inkubator diindera oleh sensor temperatur DS18B20. Keluaran dari sensor ini sudah dalam bentuk sinyal digital. Sinyal inilah yang kemudian diumpankan ke mikrokontroler ATmega328 untuk diolah dan dikeluarkan sebagai sinyal pengontrol triac yang akan meredup-nyalakan lampu. Selain itu, sinyal digital ini diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan pada LCD dalam bentuk bilangan desimal nilai temperatur ruang inkubator. Temperatur inkubator tetap dijaga stabil tidak lebih dari  $38^{\circ}\text{C}$ , dan pada saat temperatur  $T \gg 38^{\circ}\text{C}$ , maka salah satu pin tersebut akan mengeluarkan sinyal untuk meredupkan lampu. Dengan demikian, temperatur di dalam *prototype* inkubator dapat terjaga dalam rentang  $31^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$  sebagaimana yang diharapkan untuk menjaga kestabilan tempeatur tubuh bayi prematur.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

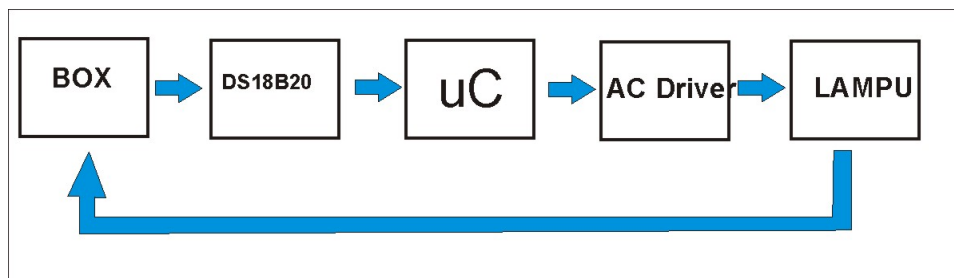
#### A. Desain

Dalam penelitian ini telah dibangun prototype inkubator dengan ukuran 45 x 35 x 35 cm (Gambar 4.1). Sebagai elemen pemanas digunakan lampu pijar 200 W (2 x 100 W) dan agar perbedaan suhu antar titik tidak terlalu besar digunakan kipas dengan kecepatan sedang untuk menggerakkan udara di dalam inkubator.



**Gambar 4.1.** Skema *prototype* inkubator

Prototype yang dibangun dipertahankan suhunya pada nilai 36,5 °C, sesuai dengan suhu tubuh manusia, dengan bantuan mikrokontroler dan sistem aktuator. Cara kerja alat ditunjukkan dalam bentuk skema pada Gambar 4.2.

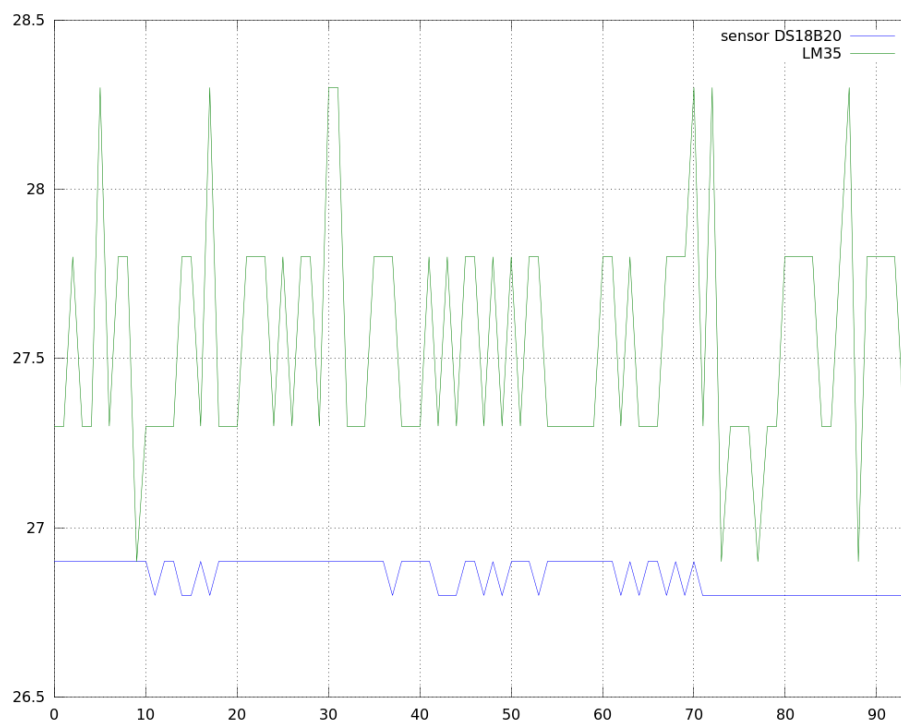


**Gambar 4.2.** Skema cara kerja alat

Apabila dibandingkan dengan rancangan awal yang diajukan dalam proposal penelitian, rancangan inkubator ini telah mengalami beberapa perubahan yang harus dilakukan agar diperoleh alat yang memiliki kinerja yang bagus. Beberapa perubahan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 1. Sensor Temperatur

Dalam rancangan awal, temperatur ruang inkubator diukur dengan bantuan sensor LM35DZ. Sensor ini memiliki akurasi hingga 0,5 °C. Namun selama penelitian ditemukan bahwa akurasi ini belum bisa memenuhi permintaan untuk mengukur nilai temperatur yang diperlukan sistem aktuator untuk mempertahankan temperatur ruang inkubator pada nilai 36,5 °C. Selanjutnya peneliti memutuskan untuk mengganti sensor utama LM35DZ dengan sensor DS18B20 yang memiliki akurasi hingga 0,1 °C. Kelebihan dari sensor ini selain memiliki akurasi yang lebih tinggi dibanding LM35DZ, sensor ini memberikan nilai ukur yang lebih stabil, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Perbandingan pembacaan suhu oleh sensor LM35DZ dengan sensor DS18B20 pada suhu kamar.

Dari Gambar 4.3 nampak bahwa pembacaan suhu oleh sensor LM35DZ lebih fluktuatif dibanding hasil pembacaan suhu oleh sensor DS18B20. Dengan demikian penggunaan sensor DS18B20 diharapkan dapat memberikan pembacaan suhu yang lebih baik untuk mempertahankan suhu pada ruang inkubator. Kelebihan lain dari sensor DS18B20 adalah kemampuannya untuk mengukur tanpa tegangan dari luar seperti yang dibutuhkan LM35DZ, yang dikenal sebagai *one-wire technology*. Dengan kemampuannya ini, cukup satu kaki (pin data) dari sensor DS yang dimasukkan ke mikrokontroler.

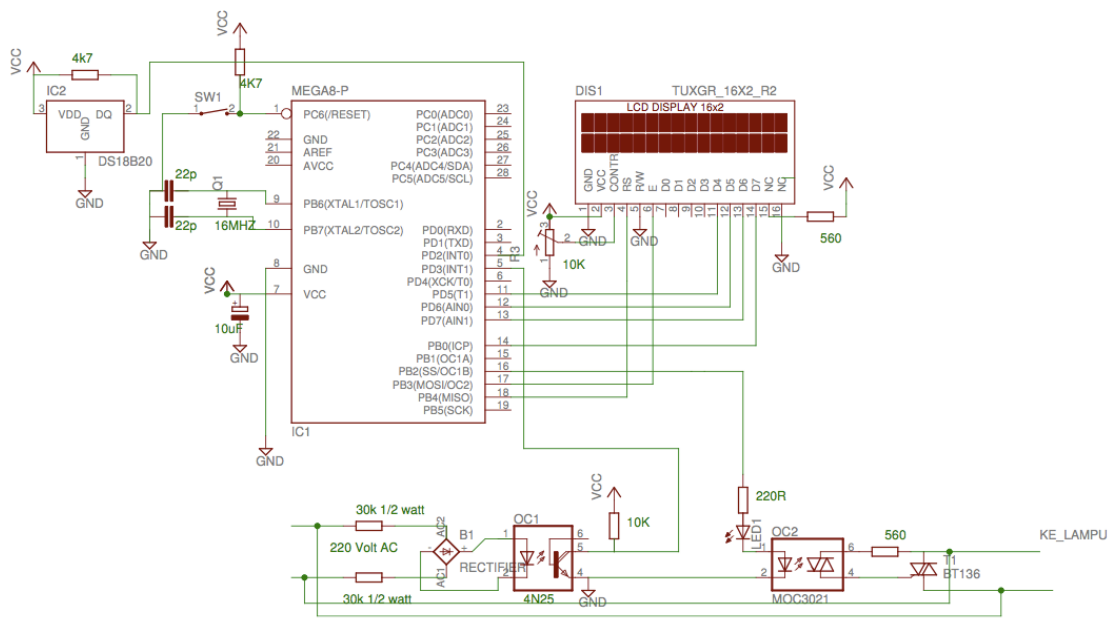
## 2. Mikrokontroler

Dalam rancangan awal yang diajukan, sinyal yang diperoleh dari sensor suhu akan diolah di mikrokontroler AT89S52 yang bertugas mengirim sinyal ke aktuator. Sebelum sinyal dari sensor masuk ke mikrokontroler, sinyal harus dilewatkan ke ADC yang akan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang bisa dibaca oleh mikrokontroler. Namun penggantian sensor LM35DZ ke DS18B20 menyebabkan mikrokontroler AT89 tidak lagi mencukupi untuk kebutuhan pengolahan sinyal, sehingga peneliti memutuskan untuk mengganti mikrokontroler AT89S52 dengan ATMEGA328 yang termasuk ke dalam keluarga AVR. Keunggulan ATMEGA328 terhadap AT89S52 adalah pada ukuran flashnya yang lebih besar (32 kb dibanding 8 kb). Ukuran flash yang lebih besar memungkinkan penggunaan sensor DS18, karena sensor ini membutuhkan library yang cukup besar untuk membaca suhu. Selain itu, keunggulan ATMEGA328 adalah ADC yang sudah termasuk (*include*) di dalam IC mikrokontroler sehingga tidak diperlukan rangkaian ADC terpisah seperti pada AT89.

## 3. Relay

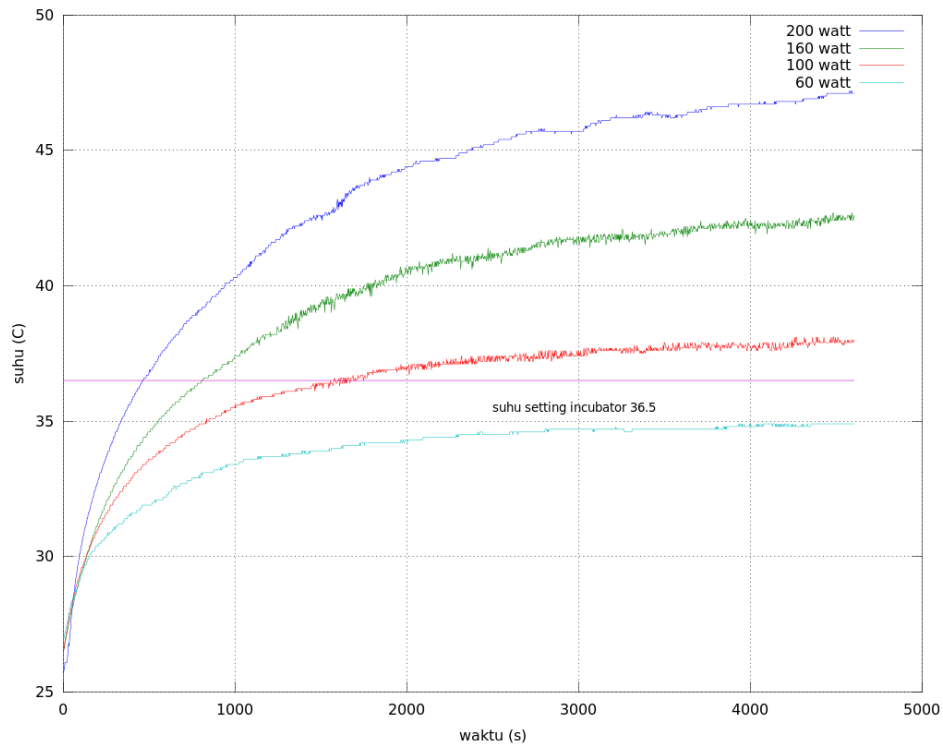
Dalam rancangan awal, mikrokontroler akan mengirim sinyal ke relay untuk memutuskan atau mengalirkan arus listrik ke lampu sesuai dengan kondisi suhu dalam box inkubator. Selanjutnya dalam proses penelitian ditemukan bahwa penggunaan relay dan penentuan bahwa suhu inkubator dipertahankan stabil pada nilai 36,5 °C menyebabkan relay menjadi ‘berisik’. Selain itu, jika lampu mati dan nyala secara periodik, mata pengamat menjadi mudah ‘lelah’. Oleh karena itu peneliti memutuskan untuk mengganti relay dengan TRIAC (Triode AC). Penggunaan TRIAC terbukti memberikan proses kerja alat yang tidak ‘berisik’. Selain itu, penggunaan TRIAC memungkinkan proses mempertahankan suhu inkubator dilakukan secara *dimmer*, di mana ketika suhu mencapai nilai 36,5 °C lampu diredupkan dan ketika suhu di bawah nilai 36,5 °C lampu dinyalakan dengan terang maksimalnya. Proses ini terbukti lebih ‘nyaman’ di mata pengamat dibandingkan dengan penggunaan relay yang langsung memadamkan lampu lalu menyalakannya lagi.

Dengan perubahan-perubahan ini, maka skema rangkaian sistem pengendali suhu untuk inkubator bayi secara detail dapat ditunjukkan dalam Gambar 4. Dalam desain ini sistem minimum mikrokontroler menggunakan ATMEGA328P dengan pin nomor 7 disambungkan ke tegangan 5V dan pin nomor 8 ke Ground. Kapasitor 10 uF diberikan untuk menyetabilkan tegangan. Kristal 16 MHz juga dihubungkan ke pin 9 dan 10 sebagai penyedia detak bagi mikrokontroler dengan kapasitor 22 pF diberikan sebagai penyetabil. Sensor suhu DS18B20 yang digunakan untuk mengukur suhu dalam inkubator terhubung dengan pin 4 (PD2) dan sinyal ke triac untuk mengendalikan nyala lampu dilewatkan via pin 5 (PD3) dan pin 16 (PB2). Untuk menampilkan nilai suhu dalam inkubator digunakan LCD matrix 16x2 yang pin datanya terhubung ke mikrokontroler melalui pin (11 – 14), sedangkan pin kendali ke pin 17 dan 18 pada mikrokontroler.



**Gambar 4.4.** Skema rangkaian kendali suhu untuk inkubator

Untuk mendapatkan inkubator yang memiliki respon suhu yang baik, yang ditunjukkan dengan laju kenaikan suhu yang cukup besar, dilakukan penelitian awal dengan mengukur variasi kenaikan suhu terhadap waktu dari beberapa pengaturan lampu. Dalam penelitian ini digunakan variasi lampu 60 W, 100 W, 160 W (100 W + 60 W) dan 200 W (2 x 100 W). Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.5.

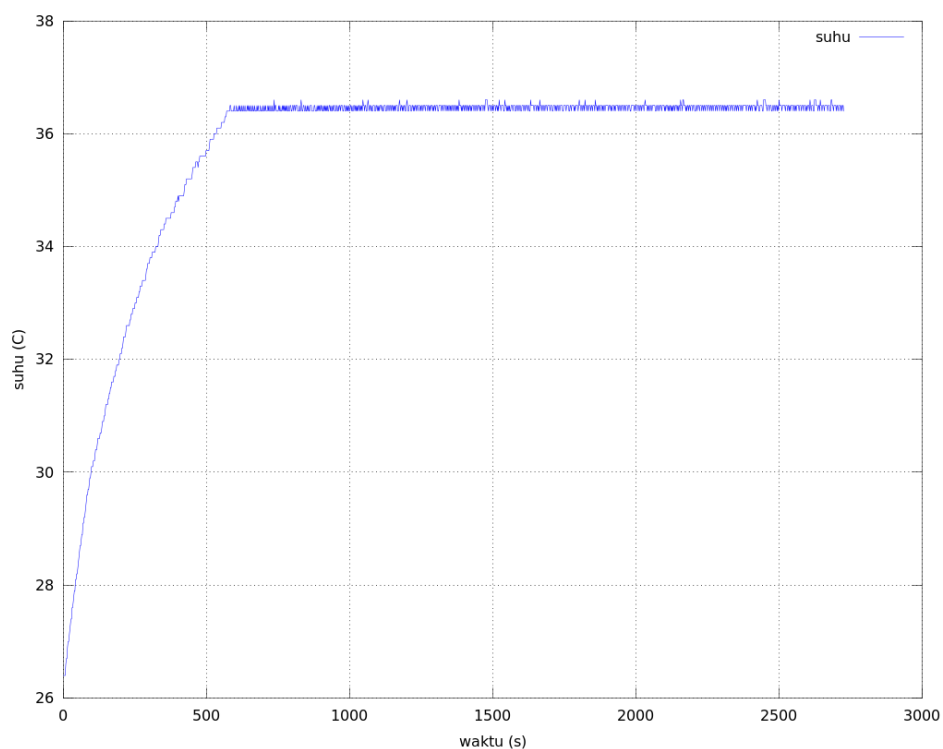


**Gambar 4.5.** Perbandingan laju kenaikan suhu dari beberapa nilai daya lampu

Dari Gambar 4.5 nampak bahwa semakin besar daya lampu pijar yang digunakan, semakin besar pula laju kenaikan suhu dalam box. Lampu dengan daya 60 W tidak mampu menembus nilai suhu yang dipilih pada desain inkubator, dan hanya bertahan di bawah nilai 36 °C meskipun sudah menyala lebih dari 1 jam. Lampu dengan daya 100 W mampu menembus suhu 36,5 °C setelah hampir setengah jam. Meskipun lampu dengan daya 100 W dapat digunakan sebagai komponen pemanas dalam desain inkubator ini, namun kelajuannya belum cocok untuk diterapkan karena sebuah inkubator harus dapat disiapkan dalam kondisi suhu 36,5 °C dalam waktu yang tidak terlalu lama. Berdasarkan hasil pengamatan ini, maka peneliti memilih lampu dengan daya 200 W yang sanggup menembus suhu 36, 5 °C dalam waktu kurang dari 10 menit. Lampu dengan daya yang lebih tinggi dapat juga diaplikasikan dalam desain ini, dan seharusnya mampu menembus suhu default inkubator dalam waktu yang lebih singkat, namun penggunaan daya yang terlalu tinggi menyebabkan desain inkubator terlalu boros listrik dan suhu di beberapa titik dalam box juga tidak terlalu nyaman bagi bayi karena terlalu panas bagi kulit akibat panas yang disebarkan secara radiasi.

## B. Karakteristik

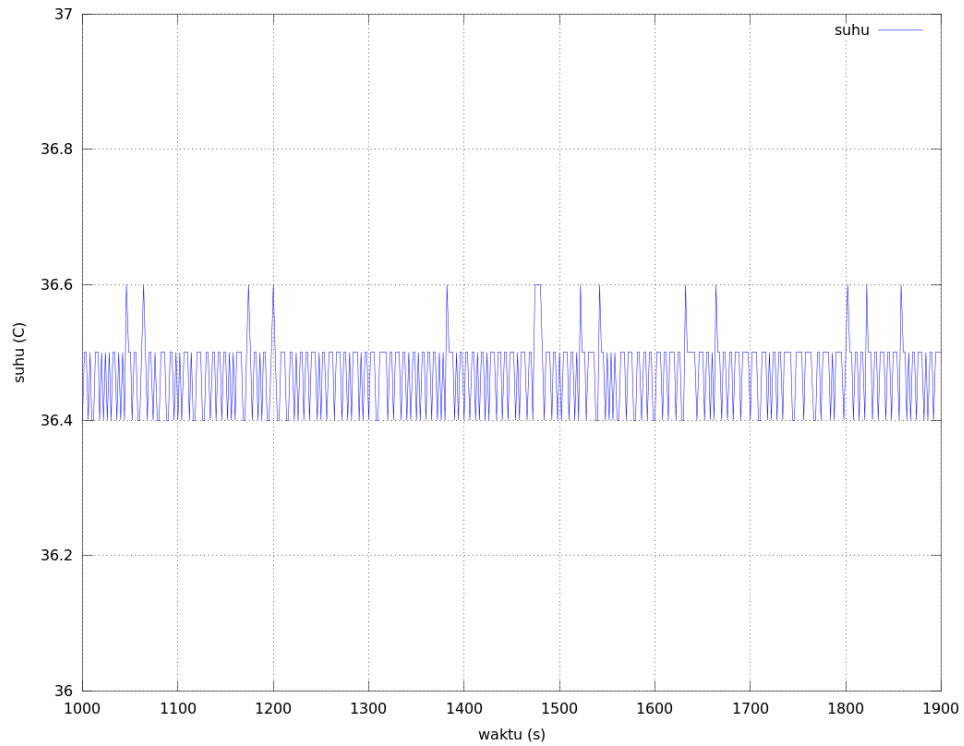
Dari desain yang telah dirancang, berhasil dibangun *prototype* inkubator yang selanjutnya dapat diteliti karakteristiknya. Hasil yang diperoleh dapat ditunjukkan pada Gambar 4.6. Dari hasil ini nampak bahwa inkubator dapat mencapai suhu 36,5 °C dari suhu kamar (26 °C) setelah 10 menit. Setelah mencapai suhu ini, lampu pijar yang digunakan sebagai pemanas akan dinyalakan atau diredupkan menyesuaikan suhu yang terukur dalam inkubator. Penggunaan triac dan sensor DS18B20 berhasil menjaga suhu di dalam inkubator pada nilai  $36,5 \pm 0,1$  °C (Gambar 4.7).



**Gambar 4.6.** Karakteristik perubahan suhu terhadap waktu pada *prototype* inkubator

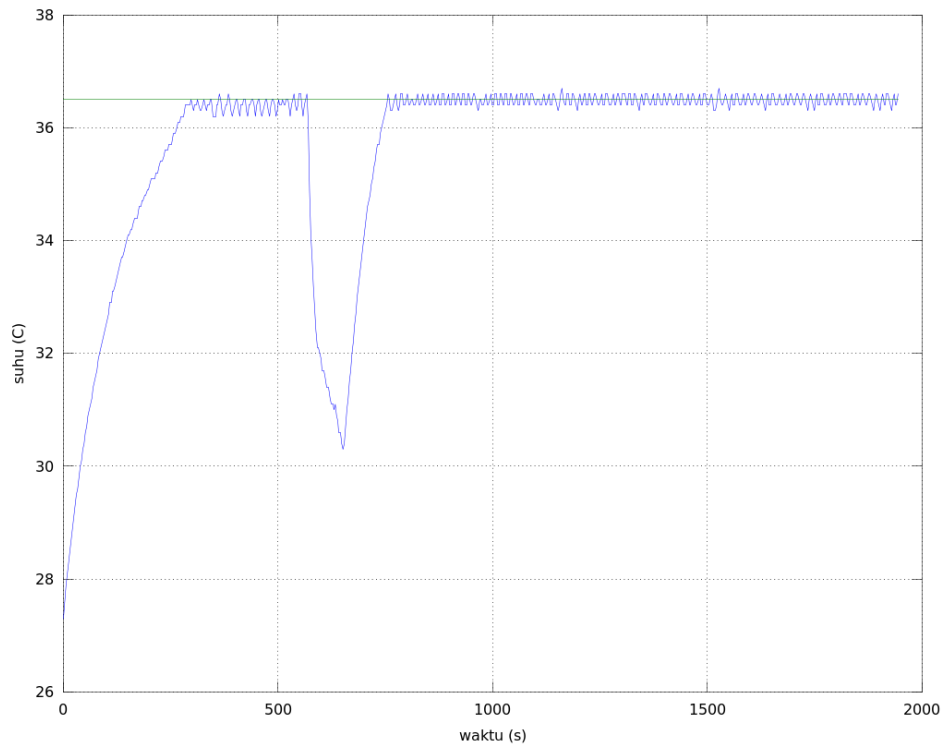
Dalam prakteknya, inkubator terkadang mendapatkan gangguan perubahan suhu. Gangguan ini dapat terjadi ketika pintu inkubator dibuka untuk memasukkan bayi setelah suhu di dalam inkubator mencapai suhu kerjanya, atau untuk melakukan treatment pada bayi yang telah berada di dalam inkubator. Pada penelitian ini dicoba diberikan gangguan perubahan suhu pada *prototype* inkubator setelah mencapai suhu kerjanya (36,5 °C) dengan cara membuka pintu inkubator saat inkubator bekerja dan ditunggu penurunan suhu hingga hampir menyentuh suhu 30 °C sebelum pintu ditutup kembali. Hasil pengamatan ditunjukkan

pada Gambar 4.8. Dalam gambar ini nampak bahwa respon sistem pengendali suhu pada prototype inkubator bekerja cukup baik, yang ditunjukkan dengan kembalinya suhu inkubator pada suhu kerjanya dalam waktu 100 detik setelah pintu inkubator ditutup.



**Gambar 4.7.** Fluktuasi suhu terhadap waktu dalam *prototype* inkubator setelah inkubator mencapai suhu pengaturan 36,5 °C.





**Gambar 4.8.** Respon sistem pengendali suhu dalam prototype inkubator setelah diberi gangguan perubahan suhu.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. SIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat dihasilkan *prototype* sistem kendali suhu dengan bantuan mikrokontroler ATMEGA328, sensor suhu D18B20 dan Triac sebagai aktuator. Suhu di dalam ruang inkubator dapat dijaga pada nilai  $36,5 \pm 0,1$  °C menggunakan lampu pijar 200 W sebagai elemen pemanasnya. *Prototype* inkubator dapat dikondisikan pada suhu 36,5 °C dalam waktu 10 menit dari suhu kamar 26 °C.

#### **B. SARAN**

Perlu dikembangkan penelitian untuk menentukan sebaran suhu dalam ruang inkubator sehingga dapat diperoleh posisi maksimal bagi sensor suhu yang digunakan sebagai penentu kendali elemen pemanas. Selain itu, untuk melengkapi kenyamanan bayi yang berada di dalam inkubator dapat ditambahkan juga sistem pengendali kelembaban dengan bantuan sensor higo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, O., 2004, *Dasar-dasar Elektronika*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Buchla, D., dan McLachlan, W., 1992, *Applied Electronic Instrumentation and Measurement*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
- Budiharto, W., Firmansyah, S., 2004, *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Data Sheet, 1994, *LM35/LM35A/LM35C/LM35D, Precision Centigrade Temperatur Sensor*, Nation Semiconductor
- Data Sheet,  
David C.W, 1994, *Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran*, Erlangga, Jakarta
- National Semiconductor, 1999, *ADC0808/ADC0809 8-Bit  $\mu$ Pcompatible A/D Converter with 8-Chanel Multiplexer*, 14 hlm, [http://www.AllDatasheet.com/ADC0809\\_national.pdf](http://www.AllDatasheet.com/ADC0809_national.pdf), 16 Mei 2005
- Nisa, K., dan Ratriandhini, A., 2004, *Mengontrol dan Memonitoring Inkubator Bayi dengan Menggunakan Mikrokontroler AT89C51*, Tugas Akhir, Teknik Elektro ITS, Surabaya
- Rinawati 2009, *Cara Tepat Merawat Bayi Prematur 2*. Artikel, [www.tabloidnova.net](http://www.tabloidnova.net)
- Riskalida, 2005, *Termometer Digital Berbasis ICL7107 dengan Sensor LM35DZ*, Tugas Akhir, Fisika Unand, Padang
- Simanjuntak, H., 2001, *Dasar-dasar Mikroprosesor*, Penerbit Konisius
- Sutrisno, Tan ik gie, 1979, *Fisika Dasar Listrik Magnet dan Termofisika cetakan pertama*, Penerbit ITB, Bandung.
- Sutarzi, 2005, *Rancang-bangun Alat Ukur Temperatur Berbasis PC Menggunakan Sensor LM35DZ*, Tugas Akhir, Fisika Unand, Padang.
- Zemansky dan Dittman, 1986, *Kalor dan Termodinamika*, Institut Teknologi Bandung, Bandung

## A. JADWAL PENELITIAN

No	Kegiatan	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1.	Pengumpulan bahan						
2.	Seminar proposal						
3.	Pencarian komponen-komponen elektronika						
4.	Pengujian bahan dan komponen						
5.	Perangkaian alat						
6.	Pengujian alat						
7.	Penyusunan laporan sampai jadi						
8.	Seminar hasil						

## B. PERSONALIA PENELITIAN

### 1. Ketua Tim Penelitian

- a. Nama dan Gelar Akademik : Denny Darmawan, M.Sc.
- b. NIP : 19791202 200312 1 002
- c. Pangkat Golongan : Penata Muda / IIIa
- d. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
- e. Bidang Keahlian : Fisika
- f. Fakultas/Program Studi : FMIPA/Fisika
- g. Waktu untuk Kegiatan : 15 jam/minggu

### 2. Anggota I

- a. Nama dan Gelar Akademik : Laila Katriani, M.Si.
- b. NIP : 19850415 201212 2 001

- c. Pangkat Golongan : Penata Muda Tk.I/IIIb
- d. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
- e. Bidang Keahlian : Fisika
- f. Fakultas/Program Studi : FMIPA/Fisika
- g. Waktu untuk Kegiatan : 12 jam/minggu

3. Anggota II

- a. Nama dan Gelar Akademik : Arif Setiawan
- b. Pangkat Golongan : -
- c. Jabatan Fungsional : -
- d. Bidang Keahlian : -
- e. Fakultas/Program Studi : FMIPA/Pendidikan Fisika
- f. Waktu untuk Kegiatan : 10 jam/minggu

**C. BIAYA PENELITIAN**

**Penerimaan** : Rp. 4.000.000,-

**Pengeluaran:**

Honorarium : Rp. 1.200.000,-

Bahan habis pakai:

- Sensor DS18B20 dan LM35 : Rp. 200.000,-

- Relay, Triac, Regulator : Rp. 100.000,-

- PCB, Box plastik, lem, solder : Rp. 100.000,-

- Lampu pijar,udukan lampu, kabel : Rp. 100.000,-

- Box kaca : Rp. 1.000.000,-

- Kit mikrokontroler ATMEGA328P-PU : Rp. 1.000.000,-

Publikasi : Rp. 400.000,-

**Total Pengeluaran** : Rp. 4.000.000,-

