

## Rancang Bangun Sistem Pengaturan Suhu Ruang Inkubator Bayi Berbasis Microcontroller AT89S51

Heri Sugito , Suryono

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Undip Semarang

### Abstrak

A room temperature adjustment system for infant incubator has created using electrical sources phase controlling. This device used to create environment temperature which is normal and stabile, as in mother's uterus. The main component of room temperature of infant incubator adjustment which uses electrical sources phase controlling is 100 watt fluorescent hot source, temperature sensor LM 35, ADC 0804, microcontroller AT89S51, DAC 0808, Op-Amp LM 741, Phase detector (IC TCA 785), optical isolator (optocoupler), SCR, Pulse transformator, Coding 74LS47 and seven segment display. The temperature sensor, LM 35, perform data acquisition to room temperature of infant incubator. Furthermore, it strengthened and transformed by ADC 0804 to be digital data and read by microcontroller AT89S51. Reading value compared to accepted value, reading difference use for remove phase activator IC TCA 785 through DAC 0808. IC TCA as phase adjuster through trigger SCR TIC 106, it used to obtain temperature variation in heater lamp. The result is setting poin value with reading value have been as according with extinct indicator of lamp at infant incubator room.

Keywords: infant incubator, temperature, phase control, microcontroller.

### PENDAHULUAN

Inkubator bayi sangat dibutuhkan oleh seorang bayi yang baru lahir, baik bayi yang lahir dengan berat lahir rendah (BBLR) ataupun bayi yang lahir normal yang kemungkinan mengalami hipotermia. Oleh sebab itu suhu tubuhnya harus dipertahankan dengan ketat. Didalam incubator, bayi akan mendapatkan suhu lingkungan yang normal dan stabil serta tidak akan kehilangan panas seperti waktu masih berada dalam kandungan ibunya.

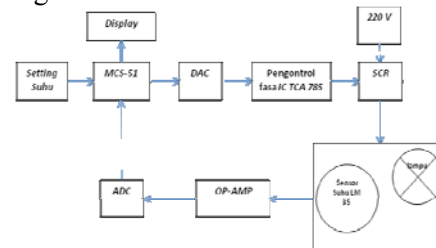
Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Prasetya (2005), telah dirancang pengatur suhu inkubator bayi berbasis mikrokontroler AT89S51 menggunakan kontrol proporsional (*On-Off*) [1]. Rancangan tersebut masih menunjukkan nilai suhu yang terbaca lebih besar dari nilai suhu yang telah disetting sebelumnya sehingga suhu ruang inkubator bayi tersebut tidak terkontrol secara akurat.

Agar suhu ruang inkubator bayi dapat terkontrol secara akurat maka dirancang dan dikembangkan inkubator

bayi menggunakan sistem pengontrolan fasa sumber listrik pada pemanas yang dikendalikan oleh fasa sumber dengan SCR yang dapat dikontrol menggunakan mikrokontroler AT89S51 melalui modul IC TCA 785.

### METODE PENELITIAN

Gambar 1 merupakan diagram blok pengontrolan temperatur ruang inkubator bayi menggunakan Pengontrolan fasa sumber listrik.



Gambar. 1. Diagram blok sistem alat

Fungsi dari masing-masing blok adalah tombol setting suhu, berfungsi untuk mengeset besarnya suhu yang akan dikontrol dalam ruang inkubator bayi, Mikrokontroler MCS-51 berfungsi sebagai pengendali seluruh perangkat

keras, Rangkaian *DAC* berfungsi mengubah sinyal masukan *digital* (bilangan biner) menjadi sinyal keluaran *analog* (tegangan), Rangkaian pengontrol fasa, berfungsi untuk menghasilkan tegangan keluaran yang terkendali, Rangkaian *SCR*, berfungsi sebagai saklar yang digunakan untuk mengatur pemanas, Lampu pijar berfungsi sebagai sumber panas untuk ruang inkubator bayi, Sensor suhu berfungsi untuk mendeteksi suhu dalam ruang inkubator bayi, *Op-amp* berfungsi sebagai penguat bagi sinyal keluaran dari sensor suhu yang masih kecil sebelum dapat diubah menjadi sinyal *digital*, Rangkaian *ADC* berfungsi mengubah masukan sinyal *analog* menjadi keluaran *digital*, *Display* berfungsi sebagai penampil suhu yang telah disetting dan suhu yang terdeteksi dalam ruangan inkubator bayi.

#### Sensor Temperatur LM 35 dan Penguatnya

Sistem pengontrolan temperatur dalam ruangan inkubator bayi ini, menggunakan sensor temperatur, yaitu merupakan *transducer* yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan temperatur menjadi sinyal listrik dalam bentuk tegangan. Komponen yang digunakan adalah *IC LM 35* keluaran *National Semiconductor* sebagai sensor temperatur dengan pertimbangan antara lain kesederhanaan rangkaian, keluaran yang linier terhadap temperatur, terkalibrasi secara langsung dalam derajat celsius serta murah dan mudah didapatkan.

*IC LM 35* mempunyai kehandalan yang tinggi dengan impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah. Mempunyai sensitivitas  $\pm 10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  dan jangkauan operasi temperatur  $-55^\circ\text{C} - 150^\circ\text{C}$ . Tegangan catu yang digunakan 5 Vdc. Tegangan keluaran dari sensor temperatur adalah  $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ . Jangkauan pengukuran temperatur yang

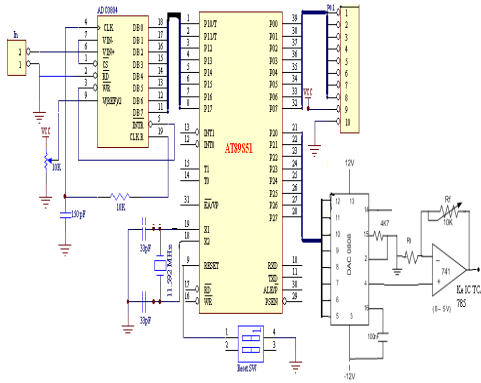
direncanakan adalah temperatur lingkungan sampai  $37^\circ\text{C}$ . Keluaran dari sensor temperatur selanjutnya dihubungkan kerangkaian penguat (pengkondisi sinyal) [2].

Pada rangkaian penguat ini dapat terjadi penguatan sebesar 50 kali didasarkan pada besarnya  $R_1$  dan  $R_2$  dengan perhitungan  $R_2/R_1$ . Namun nilai  $R_2$  pada rangkaian dapat diubah-ubah karena merupakan suatu variabel resistor, sehingga besar penguatannya dapat diubah-ubah dari 1 hingga 50 kali penguatan [2].

Setelah tegangan keluaran dari sensor suhu dikuatkan selanjutnya diperlukan sebuah rangkaian *ADC* (*Analog digital converter*) untuk mengubah tegangan sinyal analog menjadi sinyal *digital* agar bisa diproses pada mikrokontroler dan bisa ditampilkan pada *seven segment*.

#### ADC 0804, Mikrokontroler dan DAC 0808

Tegangan keluaran dari sensor *LM 35* yaitu berupa sinyal *analog* diteruskan sebagai sinyal masukan bagi rangkaian *analog to digital* (*ADC*) melalui pin 6 ( $V_{in+}$ ) dan melalui pin 9 ( $V_{ref}/2$ ). *IC ADC type 0804* ini mendapatkan catu daya sebesar 5 volt, sedangkan untuk mendapatkan tegangan setengah referensi dapat diatur melalui *resistor multitone*  $10 \text{ K}\Omega$  sehingga menjadi sebesar 2,50 volt. Sinyal keluaran dari rangkaian ini, diteruskan ke mikrokontroler melalui *port 1* (pin 1-pin 8) dan diproses secara *digital* sesuai dengan perintah yang ditulis pada *teks editor* dalam bahasa *assembly*, selanjutnya agar dapat dikerjakan oleh sistem mikrokomputer maka perlu diubah menjadi kode biner (bahasa mesin) menggunakan program penterjemah yang disebut *compiler* dan *bekstension ASM*



Gambar 2. Rangkaian ADC, mikrokontroler dan DAC [3]

### Penggeser Fasa IC TCA 785

Rangkaian penggeser fasa pada penelitian ini menggunakan IC TCA 785, isolasi optik menggunakan optocoupler dan gerbang NAND menggunakan IC 4093. TCA 785 adalah modul IC yang di dalamnya sudah terintegrasi detektor sebrangan nol (Zero Crossing Detector/ZCD) dan penggeser pulsa dari 0° sampai 180° [4].

Sumber tegangan masukan IC TCA 12 volt bekerja pada frekuensi antara 10 Hz sampai 500 Hz. Prinsip kerja TCA 785 yaitu sinkronisasi dari tegangan sumber yang dihubungkan dengan kaki nomor 5 melalui resistor hambatan tinggi. ZCD akan menentukan letak titik nol dan disimpan dalam memori sinkron. Detektor ini kemudian akan mengendalikan gelombang tinggi yang sesuai dengan frekuensi sumber tegangan. Kapasitor C<sub>10</sub> dan resistor R<sub>9</sub> akan menentukan kemiringan dan bentuk gelombang yang dihasilkan. Nilai kapasitansi kapasitor antara 500 pF sampai 1 µF dan R<sub>9</sub> dapat diperoleh dari resistor dengan resistansi antara 3 kΩ sampai 100 kΩ. Bila tegangan referensi pada kaki 11 pada posisi terendah, maka sudut penyulutan akan menunjukkan α = 0° sehingga untuk mengatur sudut pemicuan dapat dilakukan dengan menggeser V<sub>11</sub> (kontrol tegangan)

dengan  $\alpha = 180^\circ \times \frac{V_{kontrol}}{V_{st}}$ , V<sub>Kontrol</sub>

adalah tegangan dari mikrokontroler (V<sub>11</sub>) dan V<sub>st</sub> merupakan V<sub>10</sub> biasanya bernilai 10 Volt [4].

Pada TCA 785, jika V<sub>ramp</sub>, V<sub>10</sub> melebihi tegangan kontrol V<sub>11</sub>, maka sebuah sinyal diproses dalam logika. Proses ini dapat dilakukan berdasarkan besarnya tegangan kontrol V<sub>11</sub> sehingga didapatkan sudut α dari 0° sampai 180°. Keluaran dari IC ini adalah pada kaki 14 (positif) dan 15 (negatif).

### Pemicu SCR

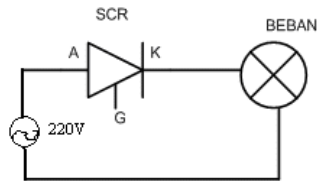
Isolasi kedua dan pemicuan langsung pada SCR dilakukan oleh rangkaian pemicu SCR yang mendapat masukan dari rangkaian penggeser fasa modul IC TCA 785. Rangkaian tersebut terdiri dari buffer, transistor BD 139 dan transformator pulsa.

Pulsa dari rangkaian detektor fasa dengan tegangan yang mencukupi, dengan fasa positif (0°-180°) dan fasa negatif (180°-360°) diberikan masing-masing ke basis transistor BD 139 melalui resistor 1KΩ. Transistor akan saturasi dan tegangan DC V<sub>cc</sub> akan terlihat sepanjang lilitan primer transformator, yang memberikan tegangan pulsa pada lilitan sekunder transformator kemudian diberikan ke gate dan katoda SCR melalui dioda dan resistor [5].

### Rangkaian Daya (SCR)

Input rangkaian daya (gambar 3) adalah keluaran rangkaian pemicuan kontrol tegangan AC 1 fasa yang ditunjukkan dengan titik-titik G dan K. Tegangan keluaran rangkaian penggeser fasa menjadi input untuk rangkaian pemicuan kontrol tegangan AC 1 fasa (rangkain detektor fasa). Tegangan keluaran rangkaian penggeser fasa yang level tegangannya (0 – 12V) ini diubah oleh rangkaian detektor fasa menjadi pulsa pemicuan fasa pada rangkaian daya, dalam hal ini adalah SCR. Untuk rangkaian pemicuan kontrol tegangan AC 1 fasa ini disusun dengan

menggunakan 1 buah rangkaian kontrol tegangan AC 1 fasa yang masing-masing akan dihubungkan dengan sumber tegangan. Pada titik G dan K rangkaian ini akan dihubungkan langsung pada *gate* dan katoda *SCR*, sehingga beban lampu secara otomatis langsung bisa terkontrol [5].

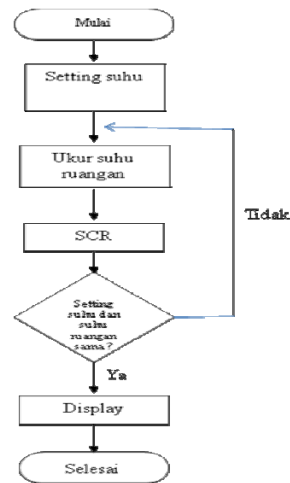


Gambar 3. Rangkaian SCR yang terhubung beban [5].

### Perangkat Lunak Mikrokontroler

Perangkat lunak yang digunakan dalam mikrokontroler AT89S51 dibuat menggunakan bahasa *Assembly*. Perangkat lunak tersebut berfungsi sebagai protokol dalam proses pengiriman data sehingga data dapat ditampilkan pada *seven segment*. Pada bagian *software*, proses dimulai yaitu sistem mulai bekerja (sensor mendeteksi suhu ruang inkubator). Dilanjutkan dengan pengambilan nilai *ADC* yang berupa besaran analog tegangan *LM 35* yang telah dikonversi ke dalam bentuk biner. Proses tersebut dilakukan dengan mengambil data-data yang telah tersusun dalam suatu tabel berdasarkan kode-kode biner yang diterima. Sebelum ditampilkan ke *seven segment*, data-data biner ini terlebih dahulu harus diubah menjadi nilai-nilai tegangan *analog* dengan sebuah proses konversi. Proses konversi dilakukan oleh *DAC 0808*.

*Flow chart* pengontrolan temperatur ruang inkubator bayi secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 *Flow chart* pengontrolan temperatur ruang inkubator bayi

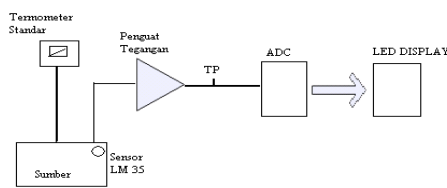
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Rangkaian Penguat Sensor LM 35 dan ADC 0804

Pengujian rangkaian penguat sensor *LM 35* dan *ADC 0804* dimaksudkan untuk melihat besarnya tegangan keluaran pada *IC LM 35* berdasarkan responnya terhadap perubahan suhu yang diberikan. Sensor *LM 35* ditempatkan bersamaan dengan termometer standar. Termometer standar tersebut akan menunjukkan pengukuran suhu pada ruang inkubator bayi kemudian disesuaikan dengan tegangan keluaran *LM 35*. Sensor *LM 35* akan merubah besaran suhu menjadi besaran listrik yang berupa tegangan. Kemudian tegangan ini akan dikuatkan oleh penguat operasional.

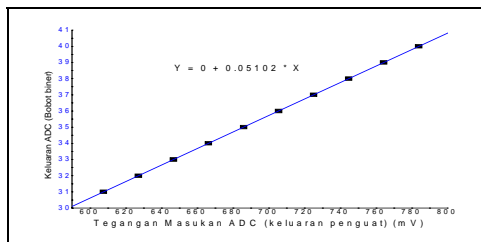
Penguatan diperlukan oleh sensor *LM 35* agar keluaran sensor ini sesuai dengan resolusi yang dibutuhkan oleh *ADC*. Resolusi pada rangkaian *ADC* adalah 19.6 mV/bit, sehingga dibutuhkan penguatan dengan faktor sebesar 1.96 kali. Untuk mencapai penguatan sebesar 1.96 kali digunakan satu hambatan dengan nilai 10 K $\Omega$  dan hambatan variabel sebesar 50 K $\Omega$ . Pada *ADC 0804* diberikan tegangan *input analog* keluaran dari penguat, pengujian ini dilakukan dengan mengamati

keluaran bobot biner *ADC* pada beberapa variasi tegangan *input analog*. Bobot biner pada terminal keluaran ini kemudian dibandingkan dengan tegangan *input analog* yang diukur dengan *voltmeter*. Pengujian rangkaian *ADC* dilakukan dengan cara menghubungkan dengan *LED* sebagai tampilan keluarannya. Gambar 5 menunjukkan rangkaian pengujian penguat sensor *LM 35* dan *ADC 0804*



Gambar 5. Skematik pengujian rangkaian penguat sensor *LM 35* dan *ADC 0804*

Hasil pengujian rangkaian penguat sensor *LM 35* dan *ADC 0804* ditunjukkan oleh gambar 6. Dari gambar 6 didapatkan persamaan  $Y = 0 + 0,05 * X$ . Variabel *Y* menunjukkan keluaran *ADC* (bobot biner), sedangkan variabel *X* menunjukkan besarnya tegangan input *ADC* (keluaran penguat) (mV).



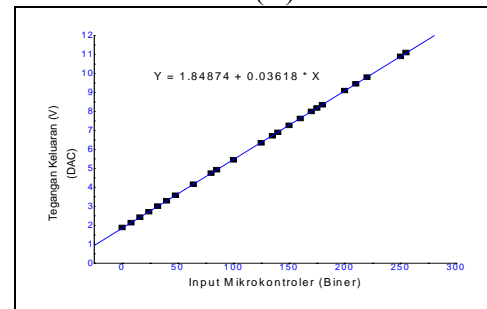
Gambar 6. Hubungan antara tegangan *input ADC* dengan nilai *output ADC* yang telah diubah dalam bentuk desimal

### Pengujian Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 dan DAC 0808

Pada pengujian rangkaian mikrokontroler *AT89S51* dan *DAC* ini digunakan *dipswitch* untuk memberikan data masukan biner (*digital*) bagi mikrokontroler. Data biner (*digital*) tersebut akan diolah oleh *DAC* sehingga

menghasilkan tegangan keluaran *analog* sesuai dengan masukannya.

Hasil pengujian rangkaian mikrokontroler *AT89S51* dan *DAC 0808* ditunjukkan oleh gambar 7 dengan persamaan  $Y=1,8+0,03*X$ . Variabel *X* menunjukkan besarnya input mikrokontroler (biner), variabel *Y* menunjukkan besarnya tegangan keluaran *DAC 0808* (V).



Gambar 7. Hubungan antara masukan rangkaian mikrokontroler *AT89S51* dengan keluaran *DAC*

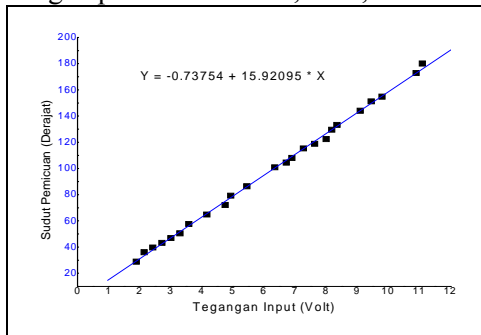
Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai interval masukan dari *dipswitch* sebanding dengan penambahan nilai tegangan keluaran yang dihasilkan. Pada saat diberikan *inputan* data biner dari *dipswitch* 0000 0000 dengan nilai desimal 0 maka *output* tegangan yang dihasilkan 1.888 V, demikian pula sebaliknya jika *inputan dipswitch* sebesar 1111 1111 dengan nilai desimal 255 maka *output* tegangan yang dihasilkan 11.10 V, mendekati nilai referensi *DAC* (mendekati 12 Volt).

### Pengujian Rangkaian Penggeser Fasa IC TCA 785

Rangkaian pengujian penggeser fasa *IC TCA 785* akan aktif jika diberikan tegangan 12 Volt DC dan 6 Volt AC. Hasil *output* tegangan dari rangkaian mikrokontroler dan *DAC* digunakan sebagai masukan rangkaian penggeser fasa. *Output* dari rangkaian penggeser fasa berupa pulsa gelombang. Untuk mengetahui keluaran bentuk pulsa, rangkaian dihubungkan dengan *oscilloscope* dengan menghubungkan

channel 1 pada jalur masukan dan *channel* 2 pada titik *output* akhir maka pergeseran fasa bisa diketahui. Jika bentuk pulsa yang tampil pada *oscilloscope* sudah mengalami pergeseran sesuai dengan masukannya maka rangkaian sudah benar.

Pengujian rangkaian penggeser fasa bertujuan untuk mengetahui besarnya sudut pemucuan *SCR*. Apabila diambil data hubungan antara masukan dari rangkaian penggeser fasa atau pengontrol tegangan terhadap sudut pemucuan dari rangkaian penggeser fasa dengan masukan dari sensor, maka di dapatkan hasil seperti pada gambar 8 dengan persamaan  $Y = -0,7 + 15,9 * X$ .



Gambar 8. Hubungan masukan rangkaian penggeser fasa terhadap sudut pemucuan rangkaian *SCR*

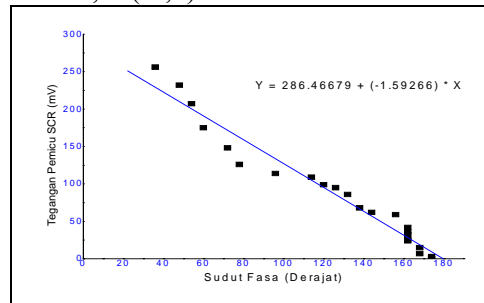
Gambar 8 menunjukkan bahwa tegangan *input* sebanding dengan sudut pemucuan. Pada saat tegangan *input* bernilai 1.888 V maka sudut pemucuan akan bernilai 28.8° demikian pula sebaliknya jika tegangan input sebesar 11,10 Volt maka sudut pemucuan mencapai 180°.

**Pengujian SCR terhadap Sudut Pemucuan**

Pada rangkaian pemacu *SCR* *travo* pulsa digunakan sebagai pengamanan atau isolasi tegangan tinggi dan sebagai penghubung arus serta tegangan pada beban yang dihubungkan pada sumber AC dan mengatur jumlah daya yang diberikan pada beban agar mempunyai output yang variabel

digunakan *SCR*. Output dari rangkaian pemacu *SCR* dihubungkan dengan gate dan katoda *SCR*, *SCR* akan aktif jika gate sudah terpicu, anoda *SCR* terhubung dengan fasa PLN, katoda terhubung dengan beban dan netral PLN. Sehingga output dari rangkaian pemacu *SCR* digunakan untuk memicu gate *SCR* sebagai pengontrol tegangan yang masuk pada lampu.

Pada pengujian dengan beban lampu 100 Watt di dapatkan hasil seperti pada gambar 9 dengan persamaan  $Y = 286,4 + (-1,5) * X$ .



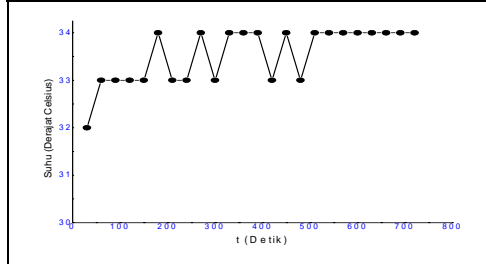
Gambar 9. Pengaruh penambahan sudut pemucuan terhadap tegangan pemacu gate *SCR*

Gambar 9 menunjukkan pengaruh penambahan sudut pemucuan terhadap tegangan terbeban. Pada masukan tegangan 0 sampai 1.5 Volt, sudut pemucuan masih menunjukkan nilai nol dan pada masukan tegangan 2 sampai 7.5 Volt sudut pemucuan mulai nampak dan dapat digeser samapi 174°.

**Pengujian Keseluruhan Sistem**

Pengujian seluruh sistem dilakukan dengan menggabungkan seluruh bagian-bagian sistem baik *hardware* maupun *software* serta ditampilkan pada *seven segment*. Sistem yang telah dibuat digunakan untuk mengatur temperatur ruang inkubator bayi agar selalu berada dalam keadaan stabil dan terkontrol dengan melihat perubahan nyala lampu pijar sebagai pemanas dan indikator suhu sehingga dapat dipastikan bahwa suhu telah sesuai dengan settingan sebelumnya.

Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang sama antara suhu yang disetting dengan suhu yang terbaca serta perubahan suhu setelah tercapai, dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Perubahan suhu selama 720 detik pada setting 34°C

### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Telah terealisasi pembuatan sistem pengatur temperatur pemanas ruang inkubator bayi yang dikendalikan oleh fasa sumber listrik dengan SCR yang dapat dikontrol menggunakan mikrokontroler AT89S51 melalui modul IC TCA 785

2. Penggunaan pengontrolan fasa sumber listrik pada inkubator bayi mampu memberikan suhu yang terkontrol dan stabil sesuai dengan settingan suhu yang telah ditentukan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Latib Prasetya, 2005, *Rancang Bangun Pengatur Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler AT89S51*, Skripsi S-1 Jurusan Fisika Fakultas MIPA, UNDIP Semarang.
- [2] Budiharto, W., 2004, *Belajar Sendiri 12 Proyek Mikrokontroler Untuk Pemula*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [3] Malik, M. I. dan Anistardi, 1997, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [4] Malvino, A. P 1996, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [5] Wasito S. 2001, *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

