

# **SIMULASI SISTEM PENGONTROLAN SUHU PADA MESIN PENETAS TELUR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C52**

**Christian Calvin Ratag**

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Email: ccratag@gmail.com

## **ABSTRAKSI**

*Terjadi banyak perubahan dengan berkembangnya teknologi yang semakin cepat saat ini. Perkembangan teknologi memiliki dampak yang sangat positif dalam kehidupan sehari-hari, yang sangat membantu aktifitas manusia pada umumnya. Teknologi bisa dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya peternakan. Bidang peternakan sangat membutuhkan peranan teknologi. Pada awalnya dalam proses penetasan telur ayam hanya bisa dilakukan oleh induk ayam itu sendiri, namun seiring dengan perkembangan teknologi, ditemukan mesin penetas telur yang bisa digunakan untuk menetas telur tanpa harus dierami oleh induknya. Pola kerja mesin penetas telur sangat memerlukan ketelitian dalam proses pengontrolan suhu.*

*Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sebuah simulasi sistem pengontrolan suhu pada mesin penetas telur berbasis mikrokontroler AT89C52 dan mengontrol suhu yang ada pada 38,3°C-40,5°C dan membantu proses pengontrolan suhu yang selama ini dilakukan secara manual sehingga meningkatkan ketelitian dan produktivitas peternak.*

*Hasil penelitian ini berupa simulasi mesin penetas telur yang dikendalikan pada suhu 38,3°C-40,5°C berbasis mikrokontroler dengan menggunakan pemrograman bahasa C, sensor suhu LM35, dan menggunakan seven segment sebagai penampil.*

**Kata kunci:** Mikrokontoler, AT89C52, Penetasan Telur Ayam, LM35.

## **1. PENDAHULUAN**

Terjadi banyak perubahan dengan berkembangnya teknologi yang semakin cepat saat ini. Perkembangan teknologi memiliki dampak yang sangat positif dalam kehidupan sehari-hari, yang sangat membantu aktifitas manusia pada umumnya. Hal yang semula dapat dilakukan oleh manusia dalam waktu yang cukup lama, dapat terselesaikan dengan bantuan teknologi dalam waktu yang singkat. Selain itu dalam hal ketelitian atau keakuratan banyak hal yang membuktikan bahwa dengan menggunakan teknologi dapat meminimalkan kesalahan.

Teknologi bisa dimanfaatkan dalam berbagai bidang baik kesehatan, transportasi, komunikasi, keamanan, pertanian, peternakan, dan masih banyak lagi. Dengan memanfaatkan teknologi pada bidang-bidang seperti yang ada di atas, setiap kegiatan dapat dilakukan dengan baik dan lebih efektif.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang ada tersebut, bidang peternakanpun sangat membutuhkan peranan teknologi khususnya dalam proses pengembangbiakan yakni proses penetasan telur ayam. Proses penetasan telur ayam pada awalnya hanya bisa dilakukan oleh induk ayam itu sendiri, namun seiring dengan perkembangan teknologi yang ada ditemukan mesin

penetas telur ayam yang bisa digunakan untuk menetas telur tanpa harus dierami oleh induknya.

Pola kerja mesin penetas telur ayam sangat memerlukan ketelitian dalam proses pengontrolan suhu. Pengontrolan suhu menjadi salah satu tolok ukur keberhasilan dalam proses penetasan telur karena apabila terjadi pemanasan berlebih maka telur akan rusak sedangkan apabila terjadi penurunan suhu maka akan menyebabkan kematian pada embrio.

Mesin penetasan telur yang ada saat ini telah dibuatkan pengontrol suhu yaitu dengan mengontrol sumber panas pada mesin penetas telur, namun pengontrolan yang dilakukan masih tergolong manual yaitu dengan menggunakan termometer sebagai pengukur suhu dan termostat sebagai pemutus arus yang memiliki prinsip kerja seperti saklar otomatis.

Sistem yang menggunakan cara seperti di atas masih cukup beresiko akan ketidakstabilan suhu pada ruang mesin penetasan telur. Hal ini dikarenakan pada saat pengaturan standar suhu pada thermostat masih sangat besar kemungkinan terjadi kesalahan. Dengan menggunakan teknologi yang sudah ada yaitu pada perkembangan mikrokontroler saat ini hal tersebut dapat dihindari.

Penelitian tentang pengontrolan suhu telah dilakukan oleh Djoko Tri Hastono (2009) dengan menggunakan sensor LM35 sebagai pengindera suhu, mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali, dan menggunakan LCD sebagai penampil, menghasilkan suatu peralatan pengendali suhu berbasis mikrokontroler AT89S51 yang digunakan pada mesin penetas telur. Dalam penelitian ini suhu dikendalikan pada 39°C. Penelitian lainnya dilakukan oleh Fathur Rohman (2009) pada penelitian yang dilakukan hasil penelitian diperoleh dengan membandingkan keluaran alat uji dengan data yang dihasilkan oleh termometer, dan menghasilkan tingkat kesalahan yang relatif minimum sehingga apabila diaplikasikan pada penetasan telur akan mendapat hasil yang maksimum. Pada penelitian ini menggunakan sensor LM35 sebagai pengindera suhu, mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali, dan menggunakan LCD sebagai penampil. Perbedaan penelitian ini dengan yang sebelumnya terletak pada suhu yang dikendalikan yaitu 38,6°C-39,4°C dan pada pengimplementasi-annya yang dilakukan untuk itik. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Nurman Jamali (2011). Pada penelitian yang dilakukan telah menghasilkan sistem pengendalian suhu ruang inkubator yang dikendalikan pada suhu 38°C, menggunakan LM35 sebagai pengindera suhu, mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengendali, dan menggunakan LCD sebagai penampil. Perbedaan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu suhu yang dikendalikan pada 38°C.

Tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan sebuah simulasi sistem pengontrolan suhu pada mesin penetas telur berbasis mikrokontroler AT89C52 dan mengontrol suhu yang ada pada 38,3°C-40,5°C.

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi berbagai pihak diantaranya bagi peternak yaitu membantu memperlancar proses pengontrolan suhu yang selama ini dilakukan secara manual

sehingga meningkatkan ketelitian, pengembang diharapkan bisa menjadi bahan acuan atau pembandingan untuk penelitian kedepannya.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### A. Metode pengumpulan data

#### 1. Studi pustaka

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku dan artikel yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan diantaranya mikrokontroler, mesin penetas telur, dan lain-lain.

#### 2. Metode observasi

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti yaitu pada tempat penetasan telur ayam.

#### 3. Wawancara

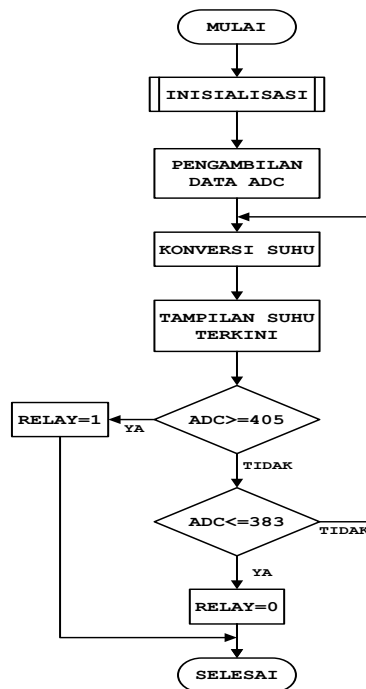
Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan pada orang yang memiliki penetasan telur ayam.

### B. Metode perancangan sistem

#### 1. Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak yang dilakukan dengan menggambarkan alur sistem dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) sehingga dapat dituliskan dalam bentuk program yang akan ditanam kedalam mikrokontroler.

Diagram Alir (*Flowchart*) Program yaitu seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Program

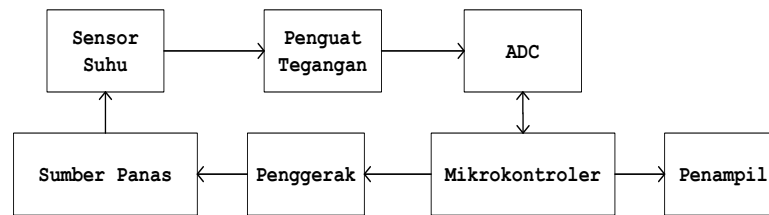
Sesuai dengan *flowchart* program pada gambar 1, program yang berjalan pada alat pengontrol suhu akan melakukan persiapan awal yaitu proses persiapan pembacaan data sensor dan persiapan penampil. Proses selanjutnya program akan mengambil data dari sensor, yang selanjutnya akan dikonversi dari data analog ke data digital. Data digital yang telah diperoleh kemudian akan dikonversi ke dalam nilai suhu. Data yang telah dikonversi kemudian dikirimkan ke penampil.

Proses yang berlangsung selanjutnya yaitu program akan mengambil data dari ADC dan melakukan perbandingan dengan kriteria yang ditentukan. Kriteria yang pertama yaitu pada saat suhu berada diatas atau samadengan 40,5 dimana nilai dari ADC adalah 405 maka program akan memberikan nilai 1 pada relay yang berfungsi sebagai penggerak. Kriteria yang kedua yaitu pada saat suhu berada dibawah atau samadengan 38,3 dimana nilai dari ADC adalah 383 maka program akan memberikan nilai 0 pada relay.

## 2. Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras yang dilakukan dengan membuat rangkaian skematik sesuai dengan blok diagram.

Blok diagram yang terdapat pada gambar 2 yaitu sensor suhu merubah besaran suhu fisik menjadi besaran listrik, besaran listrik keluaran sensor berupa tegangan dengan perbandingan  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ . Perancangan mensyaratkan tegangan pendeteksian 5 Volt pada saat suhu  $50^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian diperlukan penguatan tegangan 10 kali penguatan.



Gambar 2 Blok Diagram

Tegangan yang telah dikuatkan 10 kali selanjutnya diumpankan ke ADC. ADC diperlukan untuk merubah tegangan analog dari penguat menjadi nilai digital, nilai digital diperlukan karena mikrokontroler hanya dapat mengolah nilai digital. Nilai digital dikonversi menjadi nilai suhu melalui mekanisme perangkat lunak. Hasil konversi suhu selanjutnya ditampilkan ke penampil dan nilai suhu yang diterima dari ADC akan memicu penggerak yang akan mempengaruhi sumber panas.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pembahasan Program

##### 1. Inisialisasi

Inisialisasi adalah proses persiapan untuk mendefinisikan nilai pada register-register mikrokontoler yang akan menentukan fungsi fasilitas yang digunakan. Dalam hal ini fasilitas yang dipergunakan adalah timer untuk dimanfaatkan sebagai sumber interupsi berkala. Interupsi timer tersebut dimanfaatkan untuk menggilir nyala *seven segment*.

Timer yang dipergunakan adalah timer 2 untuk membangkitkan jeda penyalaan selama 2000 mikro detik. Untuk mendapatkan jeda tersebut maka timer harus selalu diberi nilai awal yang sama, dengan demikian timer hanya akan menghitung dari nilai awal sampai penuh dengan hitungan yang tetap. Jeda 2000 mikro detik berdasarkan pembangkit detak (kristal 12 MHz) diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi timer} &= \frac{1}{12} \times 12\text{MHz} \\ &= 1\text{MHz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Periode timer} &= \frac{1}{F} \\ &= \frac{1}{1\text{MHz}} \\ &= 1 \text{ mikro detik} \end{aligned}$$

Setiap nilai cacahan timer setara dengan waktu 1 mikro detik. Dengan demikian nilai awal timer didapatkan dengan mengurangi kapasitas nilai timer penuh dengan nilai jeda yang diinginkan.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai awal timer} &= \text{timer penuh} - \text{jeda} \\
 &= 65535 - 2000 \\
 &= 63535
 \end{aligned}$$

Nilai 63535 dalam bentuk hexa adalah F82F yang diberikan ke register RCAP2H dan RCAP2L. Nilai pada dua register tersebut akan menjadi nilai awal timer.

Pengaktifan interupsi timer dilakukan dengan memberikan logika 1 pada bit ET2 dan EA. Sedangkan pemulaian pencacahan timer dilakukan dengan memberikan logika 1 pada bit TR2. Dengan inisialisasi ini maka timer akan berjalan dan setiap 2000 mikro detik program akan terinterupsi menjalankan rutin interupsi.

Tampilan awal diberikan dengan memberikan nilai pada alamat RAM dengan nama `dgt[0...3]` yang merupakan penyimpanan data tampilan *seven segment*. Data tampilan angka terlebih dahulu ditabelkan, kemudian nilai 0 sampai 9 yang akan ditampilkan diambilkan kesesuaiannya untuk setiap nilai dengan mengambil dari tabel.

Tampilan yang pertama diberikan adalah angka 0 untuk puluhan, satuan dan pecahan, sedangkan *seven segment* ketiga untuk menampilkan derajat celsius (°C).

## 2. Pengambilan data ADC

Pengambilan data ADC dilakukan sesuai *timing diagram* yang terdapat pada data *datasheet* LM35. Proses tersebut adalah dengan memberikan logika 0 selama beberapa mikro detik pada kaki  $\overline{WR}$  dari ADC, dalam hal ini program menamai pin tersebut dengan nama `NewConvert`. Dengan pemberian logika ini ADC akan memulai konversi. Selesaiannya proses konversi ditunggu melalui pin  $\overline{INTR}$  dari ADC, dalam hal ini program menamai pin tersebut sebagai `EOC (End Of Conversion)`.

Cacah konversi dilakukan maksimal sebanyak 250 kali untuk meminimalisir perubahan data konversi ADC yang terlalu cepat. Setiap kali konversi data ditambahkan pada penyimpanan konversi, penyimpanan tersebut bernama `ADC` dengan tipe data *unsigned integer* yang berarti dapat menyimpan nilai dari 0 hingga 65535.

Data ADC yang telah dikumpulkan selanjutnya dibagi dengan cacah konversi yang dilakukan untuk mendapatkan rata-rata hasil konversi.

## 3. Konversi suhu

Nilai pecahan suhu didapatkan dengan menerapkan dua puluh penyimpanan bernama `ADC_a[0...19]`. Satu data konversi yang paling lama dibuang dengan memasukkan data konversi paling baru.

Dua puluh data tersebut dijumlahkan seluruhnya, kemudian dibagi dengan konstanta 10. Dengan proses ini maka seolah-olah kapasitas ADC 8 bit dengan nilai maksimal 255 dikalikan 2 menjadi 510.

Nilai ratusan ADC menjadi nilai puluhan suhu, puluhan ADC menjadi satuan suhu dan satuan ADC menjadi pecahan suhu. Apabila nilai ADC adalah 510 maka akan menampilkan suhu 51,0°C.

#### 4. Proses tampilan

Proses tampilan *seven segment* dilakukan melalui pergiliran data ke port data segmen dan ke pin-pin yang terhubung masing-masing *common seven segment*. Proses ini dilakukan pada tingkat interupsi. Terlebih dahulu bendera (*flag*) TF2 yang menandakan timer *overflow* dibuat menjadi berlogika 0, karena TF2 tidak menjadi 0 secara otomatis. Pemadaman tampilan dilakukan untuk menghindari tampilan *seven segment* yang berbayang. Proses ini dilakukan dengan membuat logika yang saling menggantikan.

Setiap penyalaan satu *seven segment* akan diikuti pemadaman. Pergiliran *seven segment* yang dinyalakan dilakukan dengan pemilihan satu dari empat. Pemilih tersebut berada pada variabel bernama rot yang akan bernilai 0 sampai 3, nilai rot akan menunjuk salah satu dari dgt [0...3]. Data pada dgt[rot] diberikan ke port data *seven segment* yang bernama D\_7s yang berarti akan memberikan nilai tegangan ke segmen-segmen dari *seven segment*.

Proses penyalaan dibarengi dengan pemberian logika 0 ke *common* dari *seven segment* yang dinyalakan. Nilai rot menjadi penunjuk *common* yang akan diberi logika 0. Penunjukan *common* dilakukan melalui mekanisme switch.

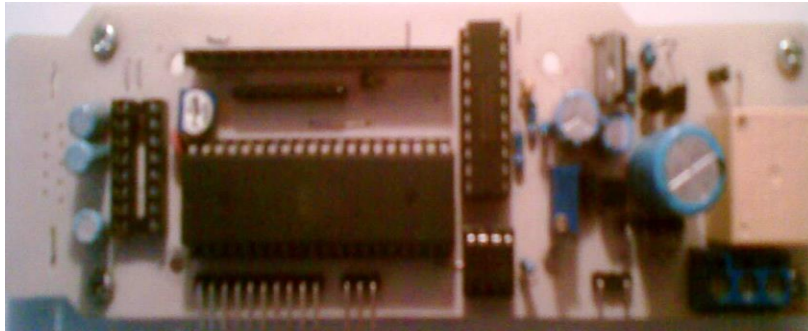
#### 5. Proses Penggerak

Proses penggerak untuk menggerakkan relay dilakukan dengan melakukan pendefinisian awal yaitu penginstruksian relay dilakukan melalui pin P3.5.

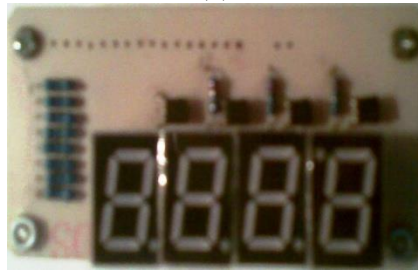
Proses selanjutnya yaitu melakukan perbandingan untuk menggerakkan relay, yaitu jika data dari ADC lebih besar atau sama dengan 405 maka relay akan diberikan nilai 1, sedangkan data dari ADC lebih kecil atau sama dengan 383 maka relay akan diberikan nilai 0.

## B. Hasil Tampilan

Hasil tampilan rangkaian yang terdiri dari mikrokontroler, ADC, relay, LM358 terdapat pada gambar pada gambar 3 (a), sedangkan tampilan rangkaian penampil yaitu seperti pada gambar 3 (b).



(a)



(b)

Gambar 3 (a) Hasil tampilan rangkaian Mikrokontroler, ADC, relay, LM358, (b) Hasil tampilan rangkaian penampil (*seven segment*).

Kedua tampilan rangkaian seperti pada gambar 3 disusun dan dimasukkan ke dalam kotak berwarna hitam seperti yang terdapat pada gambar 4.



gambar 4 Hasil tampilan pengontrol suhu

Hasil tampilan pengontrol suhu seperti yang terdapat pada gambar 4 akan dipasangkan pada box simulasi penetasan telur. Hasil tampilan box simulasi sistem pengontrolan suhu pada mesin penetasan telur yaitu seperti yang terdapat pada gambar 5.





Gambar 5 (a) Hasil tampilan bagian depan box, (b) Hasil tampilan bagian belakang box

### C. Pengujian Sistem

Pengujian simulasi sistem pengontrolan suhu pada mesin penetas telur berbasis mikrokontroler AT89C52 yang dilakukan melalui pengisian kuesioner. Pengisian kuesioner terdiri dari 10 orang responden, diantaranya 4 orang responden yang bekerja sebagai penetas telur, 2 orang karyawan, dan 4 orang mahasiswa dengan menjabarkan beberapa pernyataan dan hasil seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kuesioner

| No | Pernyataan   | SS | S | TS | STS | Jumlah |
|----|--|----|---|----|-----|--------|
| 1  | Sistem yang dibuat dapat mensimulasikan pengontrolan suhu pada mesin penetasan telur                       | 5  | 5 | 0  | 0   | 10     |
| 2  | Sistem yang dibuat dapat menginformasikan suhu yang ada dalam box  | 5  | 5 | 0  | 0   | 10     |
| 3  | Pemrosesan sistem pengontrolan suhu tepat dengan ketentuan dan memenuhi persyaratan proses penetasan telur | 3  | 7 | 0  | 0   | 10     |
| 4  | Sistem dapat mengendalikan suhu yang ada dalam box simulasi  | 7  | 3 | 0  | 0   | 10     |
| 5  | Sistem pengontrolan suhu yang dibuat dapat digunakan dengan mudah  | 5  | 5 | 0  | 0   | 10     |

Keterangan:

SS : Sangat Setuju                      S : Setuju

TS : Tidak Setuju                      STS : Sangat Tidak Setuju

Berdasarkan beberapa pernyataan yang diajukan diatas, didapat hasil sebagai berikut:

SS = 5 orang = 50% dari total responden

S = 5 orang = 50% dari total responden

TS = 0

STS = 0

SS = 5 orang = 50% dari total responden

S = 5 orang = 50% dari total responden

TS = 0

STS = 0

SS = 3 orang = 30% dari total responden

S = 7 orang = 70% dari total responden

TS = 0

STS = 0

SS = 7 orang = 70% dari total responden

S = 3 orang = 30% dari total responden

TS = 0

STS = 0

SS = 5 orang = 50% dari total responden

S = 5 orang = 50% dari total responden

TS = 0

STS = 0

Berdasarkan hasil di atas, dengan total lima pernyataan mendapat respon rata-rata sangat setuju sebanyak 50% dan setuju 50% yaitu pada pernyataan nomor satu yang menyatakan bahwa sistem yang dibuat dapat mensimulasikan pengontrolan suhu pada mesin penetasan telur, nomor dua yang menyatakan bahwa sistem yang dibuat dapat menginformasikan suhu yang ada dalam box, dan nomor lima yang menyatakan bahwa sistem pengontrolan suhu yang dibuat dapat digunakan dengan mudah. Pada pernyataan nomor tiga yang menyatakan bahwa pemrosesan sistem pengontrolan suhu tepat dengan ketentuan dan memenuhi persyaratan proses penetasan telur, mendapat respon sangat setuju sebanyak 30% dan setuju 70%. Pernyataan nomor empat yang menyatakan bahwa sistem dapat mengendalikan suhu yang ada dalam box simulasi mendapat respon sangat setuju tertinggi yaitu 70% dan setuju 30%.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan simulasi yang dibangun menunjukkan bahwa mikrokontroler AT89C52 dapat mengendalikan suhu dalam simulasi mesin penetas telur pada suhu 38,3°C-40,5°C, dengan menggunakan pemrograman bahasa C, menggunakan sensor suhu LM35, dan menggunakan *seven segment* sebagai penampil. Dari hasil penelitian ini bisa dikembangkan untuk implementasi dilapangan.

### B. Saran

Dilihat dari kelemahan sistem yang dihasilkan maka disarankan beberapa hal demikian:

1. Sistem yang dibuat perlu ditambahkan ventilasi udara yang berfungsi sebagai jalur pertukaran udara luar dengan udara dalam box.
2. Sistem yang dibuat perlu ditambahkan alat bantu yang dapat mengatasi masalah listrik yang padam.
3. Sistem yang dibuat perlu ditambahkan komponen yang dapat mengendalikan suhu sesuai dengan ketentuan masing-masing pemakai.
4. Sistem yang dibuat perlu ditambahkan kipas, agar suhu merata disetiap bagian box.
5. Sistem yang dibuat perlu ditambahkan pengontrol kelembaban.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, Deni. 2011. *Kamus Komponen Elektronika*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Budiharto, Widodo dan Sigit Firmansyah. 2010. *Elektronika Digital + Mikroprosesor*. Yogyakarta: Andi.
- Daryanto. 2011. *Ketrampilan Kejuruan Teknik Elektronika*. Bandung: Satu Nusa.
- Jogianto. 2005. *Analisis & Desain*. Yogyakarta: Andi.
- Paimin, Farry B. 2011. *Mesin Tetas: ragam jenis, cara membuat, teknik mengelola*. Jakarta: Penebar swadaya.
- Putra, Agfianto Eko. 2010. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi Edisi 2*. Yogyakarta:Penerbit Gava Media.
- Sasongko, Bagus Hari. 2012. *Pemrograman Mikrokontroler dengan Bahasa C*. Yogyakarta: Andi.

### Internet

Purnama, Agus. 2012. *Arsitektur Mikrokontroler AT89C52*. ([http:// elektronika-dasar.com/microcontroller-2/arsitektur-mikrokontroler-at89c52/](http://elektronika-dasar.com/microcontroller-2/arsitektur-mikrokontroler-at89c52/)). diunduh tanggal 22 Oktober 2012.

Saldi, doni. 2009. *Kristal*. (<http://www.elektronikaonline.com/majalah-elektronika/kristal.htm>). diunduh tanggal 16 November 2012.

Sutarman, dkk. 2008. *Sensor suhu LM35*. (<http://shatomeia.com/2008/12/sensor-suhu-lm35/>). diunduh tanggal 21 Maret 2012.

### **Gambar**

Atmel Atmel Corporation. 2012. *8-bit Microcontroller with 8K Bytes Flash AT89C52*. (<http://www.atmel.com/images/doc0313.pdf>). diunduh tanggal 5 Desember 2012.

Texas Instruments Incorporated. 2011. *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors (Rev. B)*. (<http://www.ti.com/lit/ds/snis159b/snis159b.pdf>). diunduh tanggal 5 Desember 2012.

Texas Instruments Incorporated. 2011. *ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit uP Compatible A/D Converters (Rev. A)*. (<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc0804-n.pdf>). diunduh tanggal 5 Desember 2012.

Gambar Komponen. 2012. Seven segment, Dioda, LM35, LM358, Mikrokontroler, Kristal, relay. (<http://evelta.com>). diunduh tanggal 18 November 2012.

Gambar Komponen. 2012. Kapasitor. (<http://components.about.com>). diunduh tanggal 18 November 2012.

Gambar Komponen. 2012. Resistor. (<http://www.c00lstuff.com/>). diunduh tanggal 18 November 2012

Gambar Komponen. 2012. Transformator. (<http://www.sfe-electronics.com>). diunduh tanggal 18 November 2012.

Gambar Komponen. 2012. Transistor. (<http://www.electronicstheory.com>). diunduh tanggal 18 November 2012.

### **Hasil penelitian**

Hastono, Djoko Tri. 2009. Sistem pengendali dan pengukur suhu pada mesin penetas telur berbasis mikrokontroler AT89S51. Thesis. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Jamali, Nurman. 2011. Rancang bangun sistem pengendali suhu inkubator telur ayam berbasis mikrokontroler Atmega8535. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.

Rohman, Fathur. 2009. Alat penetas telur itik dengan kontrol suhu menggunakan mikrokontroler AT89S51 dan pembalikan telur secara otomatis. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.