

Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Rahmad Hidayat Rahim⁽¹⁾ Arthur M. Rumagit⁽²⁾ Arie S. M. Lumenta⁽³⁾

(1)Mahasiswa, (2)Pembimbing 1, (3)Pembimbing 2

Email: ethorahim@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT, Manado-95115

Abstrak - Beternak merupakan salah satu usaha dalam mengembangbiakan makhluk hidup khususnya ayam. Sudah banyak para peternak memiliki alat untuk menetas telur ayam, akan tetapi alat tersebut masih ada yang bekerja secara manual. Manual dalam arti masih perlu adanya pembalikan pada telur agar panas yang dihasilkan inkubator penetas telur merata diseluruh bagian telur.

Untuk mempermudah para peternak menetas telur ayam tersebut, maka telah dirancang dan dibuat suatu sistem pengendali suhu ruang inkubator telur ayam menggunakan mikrokontroler. Sistem yang telah dibuat dapat digunakan untuk menjaga kestabilan suhu telur ayam selama pengeraman pada suhu 39°C.

Sistem pengendali yang telah dibangun terdiri dari sensor SHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, dimmer, dan mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengendali. Sumber panas ruang inkubator menggunakan empat buah lampu pijar. Sinyal dari sensor diolah dan dibandingkan dengan setting point. Hasil pengolahan data dari sensor dijadikan acuan untuk mengendalikan suhu ruang inkubator dengan mengatur tegangan yang melalui lampu menggunakan dimmer. Untuk menampilkan suhu ruang inkubator digunakan LCD.

Penelitian ini menghasilkan sistem pengendali suhu ruang inkubator yang dikendalikan pada suhu 39°C.

Kata kunci : Dimmer, Inkubator, Mikrokontroler, SHT11.

Abstract - Breed is one of the effort in breeding living organisms especially the chicken. There are many farmers already have the media to incubate the chicken eggs, but some of them are still work manually. Manual in terms still need the reversal to reverse the eggs so that the heat which produced by the egg hatching incubator evenly throughout the eggs.

To make it easier for farmers to incubate the chicken eggs, there is a system that has been designed and created, it is room temperature control system of chicken egg incubator using a microcontroller. The system that has been created can be used to maintain the stability of the chicken eggs temperature during incubation at a temperature of 39°C.

Control system that has been improved consist of sensor SHT11 as temperature and humidity detection, dimmers and ATmega8535 microcontroller as a controller. The heat source in the incubator space using four incandescent bulbs. The signal from the sensor is processed and compared with the setting point. controlling the room temperature of incubator by setting the voltage through the lamp using dimmer. To display the room temperature of incubator is used LCD.

This research is produced room temperature control system of incubator which is controlled at 39°C of temperature.

Key words : Dimmer, Incubator, Microcontroller, SHT11.

I. PENDAHULUAN

Semakin banyaknya dibuat alat penetas telur / mesin penetas telur baik secara manual, semi otomatis maupun yang otomatis. Akan tetapi alat penetas telur yang sudah ada sekarang menurut penulis masih kurang optimal, karena penetas masih harus mengatur lampu dan pembalikan telur. Dalam mesin penetas yang masih konvensional (lampu bohlam sebagai penghasil panas) ataupun yang sudah menggunakan heater sebagai penghasil panas agar dicapai suhu $\pm 39^{\circ}\text{C}$ memiliki sebagian kekurangan yang membuat mesin penetas kurang optimal yaitu dalam mesin yang masih konvensional, lampu yang digunakan lebih sering mati dan tidak tahan lama karena pengaturan yang hidup dan mati

Inkubator penetas telur otomatis digunakan untuk memudahkan setiap pekerjaan peternak dalam mengembangbiakan unggas-unggas seperti ayam, bebek, dan yang lainnya. Dengan memanfaatkan fungsi sensor suhu, maka para peternak dapat menjalankan fungsi dari inkubator penetas telur otomatis. Sehingga dapat mempermudah pekerjaan para peternak dan dapat membantu para peternak menghasilkan unggas-unggas yang berkualitas.

Kontrol otomatis telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Di samping sangat diperlukan pada pesawat ruang angkasa, peluru kendali, sistem pengendali pesawat, dan sebagainya. Kontrol otomatis telah menjadi bagaian yang sangat penting dan terpadu dari proses-proses dalam pabrik dan industri modern. Misalnya kontrol otomatis perlu sekali dalam kontrol *numeric* dari mesin alat-alat bantu industri manufaktur. Ia juga perlu sekali dalam operasi industri seperti pengontrolan tekanan, suhu, kelembaban, *viskositas*, dan arus dalam industri proses.

II. LANDASAN TEORI

A. Kontrol Otomatis

Kontrol didefinisikan sebagai operasi pengaturan beberapa obyek untuk tujuan tertentu. Pada kontrol manual, yang bertindak sebagai kontrol adalah manusia. Sedangkan pada kontrol otomatis, peran manusia sebagai operator digantikan oleh peralatan mekanik maupun elektronik. Kontrol otomatis membandingkan harga yang sebenarnya dari keluaran "*plant*" dengan harga yang diinginkan, menentukan deviasi, dan menghasilkan sinyal kontrol yang akan memperkecil deviasi sampai nol atau sampai suatu harga yang kecil. Cara *control* otomatis menghasilkan sinyal *control*

disebut aksi pengontrolan (*control action*). Kontroler otomatis biasa dipergunakan dibidang industri, di mana prinsip kerja yang digunakan sama yaitu meliputi proses mengamati, mengolah informasi dan memberikan reaksi terhadap alat.

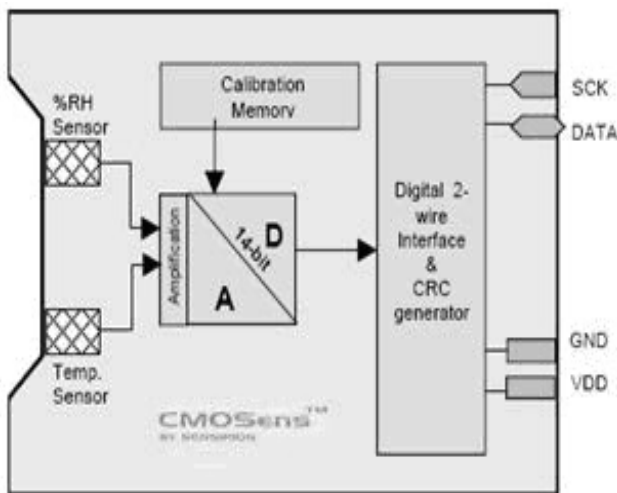
B. Sensor SHT11

SHT11 adalah sensor digital untuk temperatur sekaligus kelembapan pertama didunia yang diklaim oleh pabrik pembuatnya yaitu *Sensirion Corp* yang mempunyai kisaran pengukuran dari 0-100% RH dan akurasi RH *absolute* +/- 3% RH. Sedangkan akurasi pengukuran temperatur +/- 0.4°C pada suhu 25°C. Modul sensor ini sudah memiliki keluaran digital dan sudah terkalibrasi, jadi pengguna tidak perlu lagi melakukan konversi A/D ataupun kalibrasi data sensor. SHT11 merupakan modul sensor suhu dan kelembaban relatif. Modul SHT11 pada gambar 1 ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan.

SHT11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang *output* telah dikalibrasi secara digital. Dibagian dalamnya terdapat kapasitas polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. *Output* kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah *interface* serial pada satu *chip* yang sama. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT11 ini dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan *hygrometer* sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan kedalam *OTP memory*. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.

C. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* di mana di dalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC, berbeda dengan Mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data.



Gambar 1. Diagram blok modul SHT11

ATMega8535 merupakan salah satu mikrokontroler 8 bit buatan Atmel untuk keluarga AVR yang diproduksi secara masal pada tahun 2006. Karena merupakan keluarga AVR, maka ATMega8535 juga menggunakan arsitektur RISC. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing adalah kapasitas memori, *peripheral* dan fungsinya.

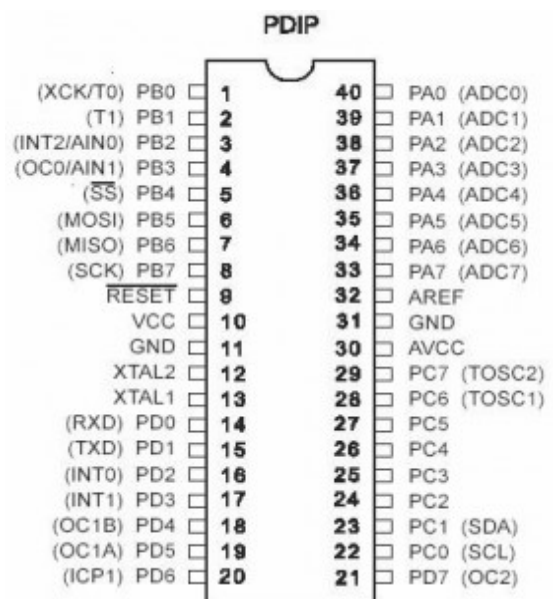
Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Berikut ini pada gambar 2 adalah konfigurasi pin Mikrokontroler Atmega8535.

Data yang dipakai dalam mikrokontroler ATMega8535 dipresentasikan dalam sistem bilangan biner, desimal, dan bilangan heksadesimal. Data yang terdapat di mikrokontroler dapat diolah dengan berbagai operasi aritmatik (penjumlahan, pengurangan, dan perkalian) maupun operasi nalar (AND, OR, dan EOR/eksklusif OR). AVR ATMega8535 memiliki tiga buah *timer*, yakni *Timer/counter* 0 (8 bit), *Timer/counter* 1 (16 bit), dan *Timer/counter* 2 (8 bit). Karena Atmega 8535 memiliki 8 saluran ADC maka untuk keperluan konversi sinyal analog menjadi data digital yang berasal dari sensor dapat langsung dilakukan prosesor utama.

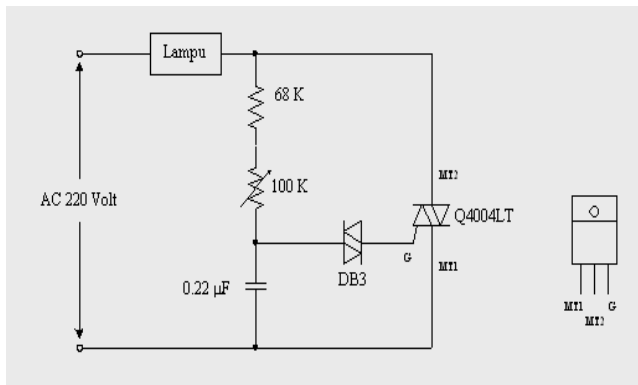
Beberapa karakteristik ADC internal ATMega8535 adalah Mudah dalam pengoperasian, Resolusi 10 bit, Memiliki 8 masukan analog, Konversi pada saat CPU *sleep*, dan *Interrupt* waktu konversi selesai.

Input / Output

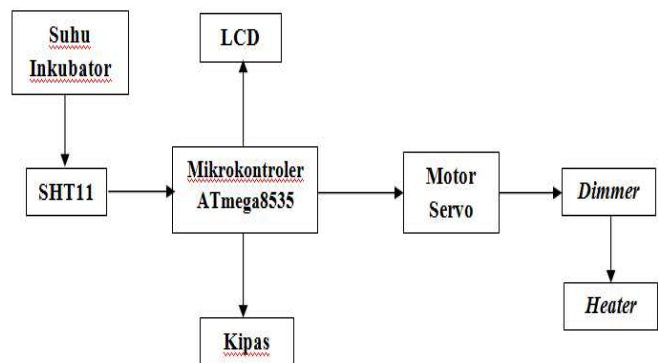
Input/Output merupakan suatu alat yang diperlukan untuk melakukan hubungan dengan piranti diluar sistem. Alat ini berfungsi untuk menerima dan mengirim data dari dan ke mikrokontroler.



Gambar 2. Konfigurasi Pin ATmega8535



Gambar 3. Rangkaian Dimmer



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

D. LCD (Liquid Crystal Display)

Layar LCD merupakan media penampil data yang sangat efektif dalam suatu sistem elektronik. Agar sebuah pesan atau gambar dapat tampil pada layar LCD, diperlukan sebuah rangkaian pengatur scanning dan pembangkit tegangan sinus. Rangkaian yang cukup rumit ini awalnya sering menjadi kendala bagi pemula elektronika dalam menggunakan agar LCD dan antarmuka ke mikrokontroler. LCD yang terdiri dari *Liquid* yang bisa diartikan cair yang mengatur kristal agar memolarisasikan cahaya. Setiap *cell* berlaku seperti prisma yang membiaskan cahaya matahari (putih) menjadi warna tertentu. Bahan kristal yang digunakan adalah *Passive matrix*, *indium-tin oxide*, *Active matrix*. Pada LCD terdapat *downloader* yang akan disambungkan ke mikrokontroler. Pada inkubator ini LCD difungsikan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembapan pada ruang inkubator.

E. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Digunakannya lampu pijar disini karena penulis menganggap pancaran cahaya lampu pijar lebih merata dari pada menggunakan *heater* / pemanas, serta bila dihitung secara ekonomis lampu pijar lebih mudah di dapat dan murah harganya dari pada *heater* / pemanas.

F. Dimmer

Rangkaian *dimmer* lampu pada gambar 3 adalah berguna untuk mengurangi kecerahan dari pancaran sinar lampu. Rangkaian ini dapat digunakan juga sebagai pengatur lup terbuka dari panas solder ataupun *heater* (tentunya TRIAC harus disesuaikan dengan daya yang besar), tetapi rangkaian ini tidak dapat diterapkan untuk lampu TL.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram Rangkaian

Untuk perangkat keras meliputi pembuatan rangkaian hasil perancangan sistem baik rangkaian penunjang maupun

rangkain utama. Selain itu dibuat juga konstruksi secara mekanik. Gambar 4 adalah blok diagram sistem penetas telur dimana mikrokontroler sebagai pengendali komponen yang lain. Sistem yang menunjukkan hubungan antara mikrokontroler sebagai pusat kontrol dengan *peripheral* lainnya.

Sistem utama pada mesin penetas telur otomatis ini diatur oleh mikrokontroler. Input mikrokontroler ini diperoleh dari sensor SHT11 untuk mendapatkan nilai suhu dan yang tepat dalam penetasan telur. Data dari sensor tersebut akan ditampilkan nilainya pada LCD. *Heater* atau pemanas yang dimaksudkan disini adalah bohlam (lampu pijar), dimana bohlam dapat menghasilkan panas yang dapat mempercepat penetasan telur.

Suhu di dalam dan di luar inkubator tentulah berbeda, suhu di luar inkubator dapat mempengaruhi proses penetasan telur ini. Jika suhu pada inkubator terlalu panas lampu pemanas sebagian akan redup sebagian yang akan dikontrol oleh *dimmer*, tetapi apabila suhu pada inkubator masih dibawah nilai yang ditetapkan maka lampu pemanas akan dihidupkan semua. Nilai suhu dan kelembaban pada inkubator yang dipantau oleh sensor SHT11 akan ditampilkan ke display LCD (*Liquid Crystal Display*).

B. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535

Rangkaian skematik dan *layout* PCB sistem minimum Mikrokontroler ATmega 8535 dapat dilihat pada gambar di atas. Pin 12 dan 13 dihubungkan ke XTAL 8 MHz dan dua buah kapasitor 30 pF. XTAL ini akan mempengaruhi kecepatan mikrokontroler ATmega8535 dalam mengeksekusi setiap perintah dalam program. Pin 9 merupakan masukan *reset* (aktif rendah). Pulsa transisi dari tinggi ke rendah akan *me-reset* mikrokontroler ini.

Untuk *men-download* file heksadesimal ke mikrokontroler, Mosi, Miso, Sck, *Reset*, Vcc dan Gnd dari kaki mikrokontroler dihubungkan ke RJ45. RJ45 sebagai konektor yang akan dihubungkan ke *ISP Programmer*. Dari *ISP Programmer* inilah dihubungkan ke komputer melalui *port* paralel.

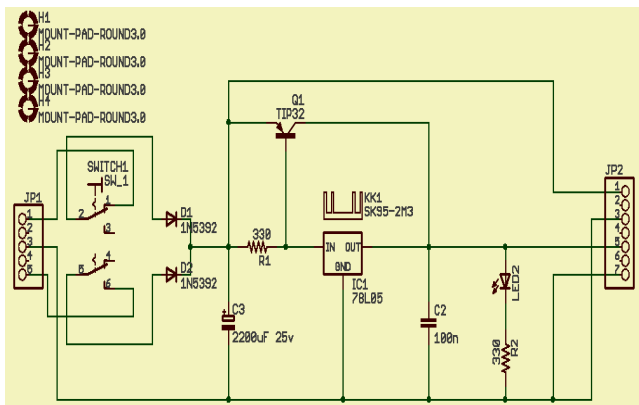
Kaki Mosi, Miso, Sck, *Reset*, Vcc dan Gnd pada mikrokontroler terletak pada kaki 6, 7, 8, 9, 10 dan 11.

Apabila terjadi keterbalikan pemasangan jalur ke *ISP Programmer*, maka pemrograman mikrokontroler tidak dapat dilakukan karena mikrokontroler tidak akan bisa merespon.

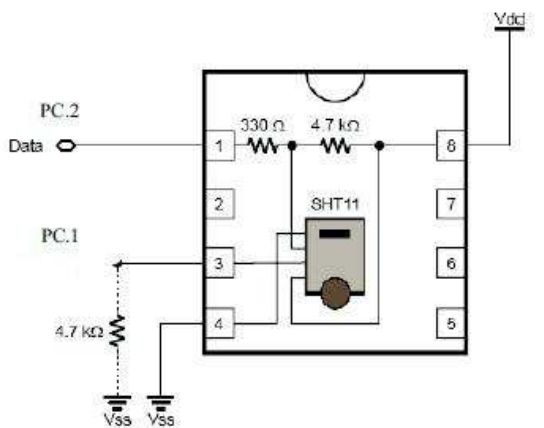
C. Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* berfungsi mensupplay arus dan tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian *power supply* ini terdiri dari dua keluaran, yaitu 5 volt dan 12 volt, keluaran 5 volt digunakan untuk mensupplay tegangan ke seluruh rangkaian atau dengan kata lain menghidupkan seluruh rangkaian, sedangkan keluaran 12 volt d igunakan untuk mensupplay tegangan ke *relay*.

Rangkaian skematik *power supply* dapat dilihat pada Gambar 5 berikut. Trafo *stepdown* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 Volt AC menjadi 12 Volt AC kemudian 12 Volt AC akan disearahkan menggunakan dua buah dioda, selanjutnya 12 Volt DC diratakan oleh 2200 µf. Regulator tegangan 5 Volt (LM7805) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. LED hanya sebagai indikator apabila PSA dinyalakan. Transistor PNP TIP32 disini berfungsi sebagai penguat arus apabila terjadi kekurangan arus pada rangkaian, sehingga regulator pada tegangan (LM7805) tidak akan panas ketika rangkaian butuh arus yang cukup besar. Tegangan 12 volt DC langsung diambil dari keluaran jembatan dioda.



Gambar 5. Rangkaian Power Supply



Gambar 6. Rangkaian Sensor SHT11

D. Rangkaian Sensor SHT11

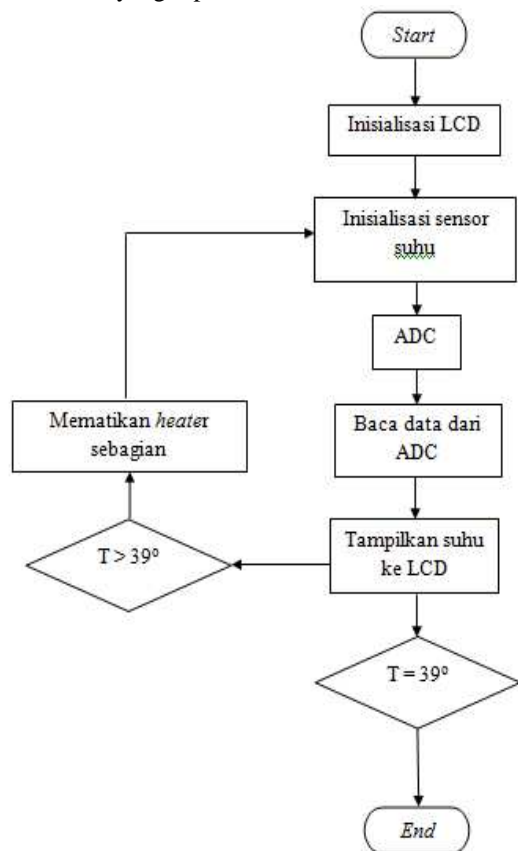
SHT11 adalah sensor digital untuk temperatur sekaligus kelembaban pertama di dunia yang diklaim oleh pabrik pembuatnya, *Sensirion Corp*. Mempunyai kisaran pengukuran dari 0-100% RH, dan akurasi RH *absolute* +/- 3% RH. Sedangkan akurasi pengukuran temperatur +/-0.4°C - 25°C. Sensor ini bekerja dengan interface *2-wire*.

Aplikasi sensor ini pada data logging, pemancar, *automotive*, perangkat instrumentasi dan lain sebagainya. Untuk menghubungkan sensor *2 wire* dengan mikrokontroler. Gambar 6 tersebut merupakan rangkaian sensor kelembaban tipe SHT 11. Sensor SHT 11 ini dikoneksikan pada *Port C.1* sebagai transfer data dan pada *Port C.2* sebagai *clock*.

E. Diagram Alir Sistem

Diagram alir pada gambar 7 adalah diagram alir sistem keseluruhan. Pertama-tama mikrokontroler menginisialisasi *port-port* yang akan digunakan untuk keperluan pembacaan sensor dan *port* untuk menampilkan ke LCD. Setelah selesai inisialisasi maka sensor SHT11 sudah dapat mengirimkan data ke mikrokontroler.

Data *output* SHT11 dari inkubator yang berupa tegangan akan dikirimkan ke ADC internal yang dimiliki oleh mikrokontroler Atmega8535. Data yang telah diterima mikrokontroler melalui ADC akan diolah dengan perumusan tertentu agar nilainya dapat dikonversi menjadi satuan derajat *Celsius*. Akan dilakukan beberapa syarat yang dilakukan berdasarkan suhu yang diperoleh.



Gambar 7. Diagram Alir Sistem

IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

A. Konsep Penetasan Telur

Cara untuk menetasakan telur ayam terbagi atas 3 cara, yakni Penetasan telur secara alamiah oleh induk telur tersebut, Penetasan telur secara manual yang masih perlu permbalikan terhadap telur yang akan ditetaskan, dan Penetasan telur secara otomatis yang dikontrol oleh mikrokontroler.

B. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian Sistem Minimum ATmega8535

Karena pemrograman mikrokontroler menggunakan mode ISP (*In System Programming*) mikrokontroler harus dapat diprogram langsung pada papan rangkaian dan rangkaian mikrokontroler harus dapat dikenali oleh program *downloader*. Pada pengujian ini berhasil dilakukan dengan dikenalnya jenis mikrokontroler oleh program *downloader* yaitu ATmega8535.

ATmega menggunakan kristal dengan frekuensi 8 MHz, apabila *Chip Signature* sudah diketahui bekerja dengan baik dan dalam waktu singkat, bisa dikatakan rangkaian mikrokontroler bekerja dengan baik dengan mode ISP-nya.

Pengujian Power Supply

Pengujian rangkaian ini dengan mengukur tegangan keluaran dari *power supply* menggunakan multimeter digital. Setelah dilakukan pengukuran maka diperoleh besarnya tegangan keluaran. Setelah itu rangkaian *power supply* dihubungkan ke sumber arus listrik dan saklar ON/OFF nya diaktifkan ke posisi ON.

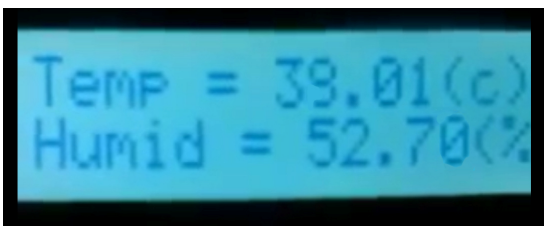
Berdasarkan pengukuran *power supply* dapat diketahui bahwa tegangan output terpasang (tanpa beban) rata-rata 4.824 Volt, sedangkan tegangan output dengan beban rata-rata 4.7 Volt. Hal tersebut sudah cukup baik untuk tegangan *supply* mikrokontroler karena tegangan tersebut tetap stabil.

Pengujian LCD

Rangkaian LCD diuji dengan menampilkan karakter dengan perintah sebagai berikut :

```
ClS
LCD "SENSOR SUHU" Lowerline
LCD "SHT11"
```

Perintah di atas menampilkan teks "SENSOR SUHU" pada baris pertama dan "SHT11" pada baris kedua. Dengan tampilnya teks tersebut berarti menandakan modul LCD bekerja dengan baik. Gambar 8 merupakan tampilan suhu dan kelembaban pada LCD.



Gambar 8. Tampilan Suhu pada LCD

Pengujian Kipas

Penggunaan kipas ini dimaksudkan untuk menurunkan temperatur dan atau kelembaban jika melebihi dari *setting point*, disamping itu juga untuk meratakan temperatur dan kelembaban dalam inkubator, sehingga kipas tersebut memiliki fungsi ganda dan sangat penting dalam proses penetasan telur.

Pengujian Pemanas (heater)

Standard untuk suhu dalam *incubator* "penetasan" tipe *forced air* (dengan sirkulasi udara) adalah 38°C–39°C. Untuk pemanas inkubator menggunakan 4 buah lampu dengan total daya 20 Watt dengan masing-masing lampu berdaya 5 Watt yang dimaksudkan agar keadaan temperatur dalam inkubator bersifat homogen (merata) sehingga pemanasan telur akan sama pada semua daerah. Pengujian respon suhu terhadap waktu pada siang hari ternyata memiliki karakteristik kenaikan suhu yang paling cepat daripada pagi hari maupun malam hari yaitu membutuhkan waktu 27 menit untuk mencapai suhu *set point* maksimal yaitu suhu 39°C.

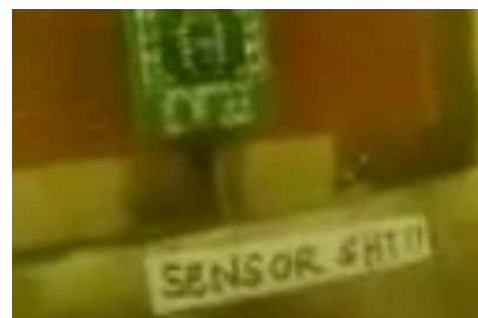
Pengujian Modul SHT11

Gambar 9 merupakan modul sensor SHT11. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor SHT11 didalam inkubator, untuk mengatur suhu dan kelembaban inkubator. Untuk memastikan nilai suhu dan kelembaban yang keluar dari sensor akurat, maka sensor perlu dikalibrasi dengan membandingkan nilai keluaran suhu dan kelembaban dengan *thermometer* ruangan dan *thermo-hygrometer*.

Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Secara elektronis rangkaian telah bekerja dengan baik, output dari mikrokontroler dapat mengirimkan data ke LCD. Tampilan pada LCD dapat menampilkan suhu inkubator yang dikirimkan oleh sensor (dalam hal ini SHT11). Pengontrolan lampu dan *exhaust fan* juga sudah cukup baik. Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan dengan menggabungkan semua peralatan ke dalam sebuah sistem yang terintegrasi. Tujuannya untuk mengetahui bahwa rangkaian yang dirancang telah bekerja sesuai yang diharapkan.

Dari hasil pengujian selama proses dari awal penetasan sampai telur menetas ternyata kondisi peralatan masih tetap normal dan tidak terjadi gangguan yang berarti, sehingga mesin penetas telur ini sudah siap untuk diaplikasikan dalam penetasan secara otomatis yang sesuai harapan.



Gambar 9. Modul Sensor SHT11

Tata Cara Menetas Telur

Sebelum menetas telur, ada baiknya kita memperhatikan hal-hal yang dapat menyempurnakan hasil penetasan ini. Adapun yang harus dilakukan dalam penetasan telur ini adalah pertama kita letakkan inkubator penetas telur jauh dari cahaya sinar matahari, bersihkan inkubator penetas sebelum memasukkan telur, siapkan air yang telah terisi dalam wadah air dan masukkan dalam inkubator (untuk yang menggunakan kipas/blower, tidak perlu menggunakan air), nyalakan lampu (*heater*), sensor SHT11 akan mendeteksi suhu dan tunggu sampai suhu yang ditampilkan pada LCD mencapai 39°C.

Apabila suhu telah mencapai *setting point*, masukkan telur kedalam inkubator dan biarkan telur dalam proses penetasan. Setelah telur menetas, Pindahkan anak ayam hasil penetasan kedalam wadah yang lain.

C. Hasil Penetasan Telur

Untuk pengujian dari hasil penetasan telur ini diberikan perbandingan antara penetasan telur menggunakan alat penetas manual dengan alat penetas telur otomatis. Dari tabel hasil penetasan telur, dapat dilihat bahwa alat penetas telur otomatis sudah cukup baik meskipun masih ada kekurangan sehingga masih ada sebagian telur yang tidak menetas.

Pada penetasan telur secara manual, yakni pada tabel I ada 80% telur yang dapat menetas dan tabel II mencapai 100% telur yang menetas walaupun ada yang menetas tapi tidak sempurna.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan telur tidak dapat menetas, diantaranya telur tidak dibuahi, tempat penetasan yang lembab, waktu penyimpanan telur yang terlalu lama, serta suhu yang sering berubah. Pada percobaan tersebut, ada telur yang tidak menetas. Hal ini disebabkan ada beberapa telur yang terlalu lama disimpan, sebaiknya telur dierami satu minggu sebelum dimasukkan dalam mesin penetas.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam menetas telur, pastikan listrik dalam keadaan stabil. Apabila sering terjadi pemadaman listrik, hal ini akan mempengaruhi proses penetasan.

TABEL I PERCOBAAN 1 PENETASAN TELUR SECARA MANUAL

Pengujian 1 (10 butir)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
8 Butir (80%)			2 Butir
Normal	Cacat	Mati	20%
6	0	2	
75%	0	5%	

Sumber : Percobaan

Pada tabel III dan tabel IV percobaan penetasan menggunakan alat penetasan otomatis, ternyata ada telur yang tidak menetas. Hanya ada 60% telur pada percobaan pertama dan 80% telur pada percobaan kedua yang dapat menetas. Dalam percobaan ini penulis menemukan beberapa kendala dalam melakukan percobaan ini, salah satunya pemadaman listrik yang terjadi dan menyebabkan penetasan harus diulang. Faktor lainnya adalah perubahan suhu inkubator pada malam hari yang cukup lama mencapai *setting point*. Ternyata suhu luar inkubator pun dapat mempengaruhi suhu didalam inkubator.

TABEL II PERCOBAAN 2 PENETASAN TELUR SECARA MANUAL

Pengujian 2 (5 butir)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
5 Butir (100%)			0
Normal	Cacat	Mati	0%
3	0	2	
60%	0	40%	

Sumber : Percobaan

TABEL III PERCOBAAN 1 PENETASAN TELUR SECARA OTOMATIS

Pengujian 1 (10 butir)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
6 Butir (60%)			4 Butir
Normal	Cacat	Mati	40%
3	1	2	
30%	10%	20%	

Sumber : Percobaan

TABEL IV PERCOBAAN 2 PENETASAN TELUR SECARA OTOMATIS

Pengujian 2 (5 butir)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
4 Butir (80%)			1 Butir
Normal	Cacat	Mati	20%
3	0	1	
60%	0%	20%	

Sumber : Percobaan

V. KESIMPULAN

Dari evaluasi hasil kerja alat dapat diambil beberapa kesimpulan dalam penelitian ini. Kesimpulan yang diambil oleh penulis adalah Sensor suhu SHT11 cukup baik dalam pengukuran suhu karena dapat menjaga kestabilan suhu diantara 38 °C – 39 °C, Tampilan LCD sangat berguna untuk dapat mengetahui suhu dalam inkubator, Penggunaan Lampu Pijar dan *Driver* Kipas dapat difungsikan sebagai pemanas dan penurunan suhu dalam Inkubator, serta Mikrokontroler Atmega8535 bekerja sebagai pengatur sensor suhu SHT11, Lampu Pijar, *Driver* Kipas untuk menjaga kestabilan suhu didalam inkubator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Murtidjo, *Mengelola Telur Ayam Kampung*. Yogyakarta: KANISUS, 1988.
- [2] A. Syaikul, Perancangan Mesin Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16, *Skripsi*, Teknik Elektro Universitas Udayana, Bali. 2006.
- [3] F. Rohman, Alat penetasan telur itik dengan kontrol suhu Menggunakan mikrokontroler at89s51 dan Pembalikan telur secara otomatis, *Skripsi*, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2009.
- [4] K. Ogata, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*, diterjemahkan oleh Edi Leksono, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [5] L. Wardhana, *Mikrokontroler AVR seri ATmega8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [6] W. Budiharto, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, PT ElexMedia Komputindo, Jakarta, 2008.
- [7] W. Budiharto, *Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2005.