

RANCANG BANGUN MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8 MENGUNAKAN SENSOR SHT 11

Imam Nurhadi¹, Eru Puspita²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika, ²Dosen PENS-ITS

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Telp (+62) 031-59447280 .Fax (+62) 031-5946114

imam@student.eepis-its.edu

Eru@eepis-its.edu

Abstrak

Temperatur dan kelembaban merupakan 2 faktor utama (selain sirkulasi udara dan pemutaran telur) yang menentukan keberhasilan penetasan telur. Berdasarkan referensi, temperatur optimal dalam mesin tetas yaitu 38-39°C dan kelembaban optimal yaitu 52%-55%RH. Namun kebanyakan mesin penetas telur konvensional yang ada dipasaran hanya memperhitungkan satu faktor saja yaitu temperatur.

Sensor kelembaban dan temperatur SHT 11 memiliki banyak kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang tepat untuk aplikasi ini. Pemilihan mikrokontroler yang menjadi otak kontroler ini jatuh pada Atmel Atmega8 yang memiliki performa dan fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan MCS-51. Untuk pemanas inkubator digunakan 4 buah lampu dengan daya 20 Watt. Ruangan inkubator juga dilengkapi dengan 2 buah fan untuk sirkulasi udara.

Desain layout kontroler yang kompak dan ruang inkubator modern yang dilengkapi mekanisme pembalik telur secara otomatis memberi kemudahan dalam pengoperasian mesin penetas telur ini. Mesin tetas yang memiliki kapasitas maksimal 96 butir ini telah diuji coba untuk menetas telur ayam dan memiliki prosentase keberhasilan 89.1%, sedangkan mesin tetas secara konvensional yang digunakan sebagai pembanding memiliki prosentase keberhasilan sebesar 81.59%.

Kata kunci: *ATMega8, kelembaban, temperatur, SHT 11, mikrokontroler, inkubator*

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan dan pertumbuhan penduduk yang sangat cepat di Indonesia ini berdampak pada tingkat konsumsi masyarakat meningkat, pada khususnya akan kebutuhan daging unggas maupun telurnya yang kaya akan sumber protein utama. Hal itu harus diimbangi dengan persediaan yang cukup untuk memenuhi ketersediaan pangan, sehingga ketahanan pangan yang mengandung protein tinggi tetap terpenuhi. Salah satu jalan untuk mengatasinya yaitu dengan menggantikan peran mesin penetas telur konvensional yang ditingkatkan kemampuannya menjadi mesin penetas telur yang otomatis sehingga dalam proses penetasan telur menjadi lebih mudah, hemat, dan praktis dengan hasil penetasan yang lebih baik.

Telah dirancang dan dibuat suatu sistem monitoring temperatur dan kelembaban suatu ruangan (mesin penetas telur) yang otomatis dengan menggunakan modul sensor SHT 11. Sistem sensor yang digunakan berbasis pada sifat polimer kapasitif untuk sensor kelembaban dan bandgap untuk sensor temperatur. Seluruh aktifitas pengontrolan sistem dilakukan oleh mikrokontroler ATmega8.

Seluruh aktivitas dari sistem tersebut dikontrol secara On-Off sudah bisa dianggap cukup untuk mengontrol suatu mesin penetas telur secara otomatis oleh mikrokontroler. Dengan kontroler tersebut diharapkan bisa didapatkan pengontrolan suhu dan kelembaban yang diinginkan sehingga

dapat menetas telur menjadi bibit ayam yang berkualitas unggul.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Penetasan Telur

Penetasan telur ayam kampung menjadi populer di tingkat peternak kecil dan menengah dan bahkan di tingkat rumah tangga untuk dijadikan jenis petelur, pedaging atau untuk menghasilkan unggas-unggas yang cantik untuk dipelihara sebagai binatang piaraan. Karena ayam kampung dikenal sebagai ayam yang memiliki *resistensi* (ketahanan tubuh) yang lebih kuat daripada ayam-ayam yang lain disamping itu rasa daging ayam kampung jauh lebih nikmat daripada ayam pedaging pada umumnya.

Akan tetapi, para peternak sampai saat ini masih banyak yang menggantungkan untuk mendapatkan bibit ayam yang berkualitas dari hasil persilangan telur-telur galur unggul dan murni dari *breeder* (perusahaan penetasan telur) besar.

Dari semua tahap-tahap penetasan telur ada 5 poin utama yang harus diperhatikan pada incubator mesin penetas telur, yaitu :

1. Suhu (Temperatur)
2. Kelembaban Udara (*Humidity*)
3. Ventilasi (*Ventilation*)
4. Pemutaran Telur (*Egg Turning*)
5. Kebersihan (*Cleanliness*).

2.2.1 Mikrokontroler ATmega8

Kontrol utama dari keseluruhan sistem pada Proyek Akhir ini oleh mikrokontroler ATmega8 yang merupakan bagian dari keluarga mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, interrupt internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*.

Beberapa dari mikrokontroler atmel AVR mempunyai ADC internal dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-Sistem Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram berulang-ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

Kelebihan dari ATmega8 sehingga digunakan sebagai kontrol utama adalah sebagai berikut :

- Mempunyai performa yang tinggi (berkecepatan akses maksimum 16MHz) dan hemat daya
- Memori untuk program flash cukup besar yaitu 8K Byte
- Memori internal SRAM sebesar 1K Byte
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi

- Port komunikasi SPI
- Komunikasi serial standar USART
- Tersedia 3 chanel PWM
- Tersedia 3 chanel timer/counter (2 untuk 8 bits dan 1 untuk 16 bits)

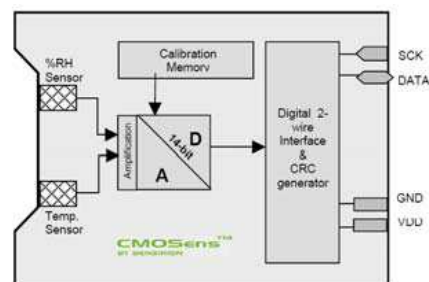
2.3 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisis menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Sensor yang digunakan dalam sistem kontrol ini yaitu sensor SHT 11 yang mampu mendeteksi nilai suhu dan kelembaban tertentu.

2.3.1 Sensor SHT 11

SHT 11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang outputnya telah dikalibrasikan secara digital. Dibagian dalamnya terdapat kapasitif polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relative 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. SHT 11 dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah di programkan kedalam OTP memory. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran. 2-wire alat penghubung serial dan regulasi tegangan internal membuat lebih mudah dalam pengintegrasian sistem. Ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang rendah membuat sensor ini adalah pilihan yang tepat, bahkan untuk aplikasi yang paling menuntut. Didalam piranti SHT 11 terdapat suatu *surface-mountable LLC (Leadless Chip Carrier)* yang berfungsi sebagai suatu *pluggable 4-pin single-in-line* untuk jalur data dan clock, blok diagram chip SHT 11 dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Blok diagram pada chip SHT 11

SHT 11 membutuhkan supply tegangan 2.4 dan 5.5 V. SCK (*Serial Clock Input*) digunakan untuk mensinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dengan SHT 11. DATA (*Serial Data*) digunakan untuk transfer data dari dan ke SHT 11.

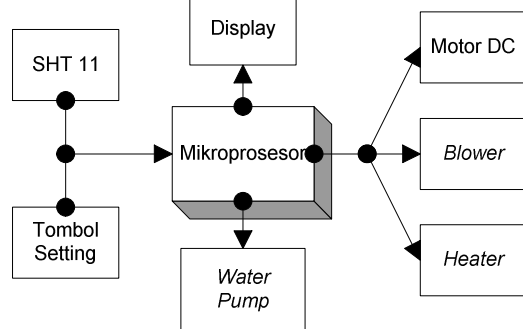
3. Perancangan dan Pembuatan

3.1 Perancangan dan Pembuatan Hardware

Untuk perangkat keras meliputi pembuatan rangkaian hasil perancangan sistem baik rangkaian penunjang maupun rangkaian utama. Selain itu dibuat juga konstruksi secara mekanik.

3.1.1 Sistem Mesin Penetas Telur

Gambar 3.1 adalah blok diagram sistem yang menunjukkan hubungan antara mikrokontroler ATmega8 sebagai pusat kontrol dengan peripheral lainnya.



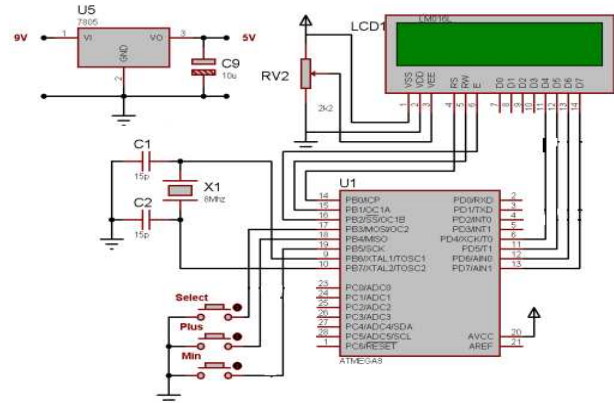
Gambar 3.1 Block diagram sistem penetas telur

Sistem utama pada mesin penetas telur otomatis ini diatur oleh mikrokontroler. Input mikrokontroler ini diperoleh dari sensor SHT 11 untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembaban. Data dari sensor tersebut akan ditampilkan nilainya pada LCD. Ketika suhu terlalu tinggi, maka kipas akan menyala dan lampu akan mati, sedangkan jika suhu lebih rendah dari *set point* maka lampu menyala kembali dan kipas akan mati. Disamping itu *Water Pump* akan menyemburkan air ke busa/spons jika nilai kelembabannya lebih rendah dari *set point* untuk menjaga kelembaban telur agar telur tidak kering dan keras karena bisa menghambat dalam penetasan telur ayam. Jika kelembaban terlalu tinggi, maka kipas akan menyala untuk menurunkan tingkat kelembaban dan kipas akan mati jika sudah kelembaban sudah normal.

3.1.2 Mikrokontroler ATmega8

ATmega8 merupakan bagian dari keluarga mikrokontroler CMOS 8-bit buatan

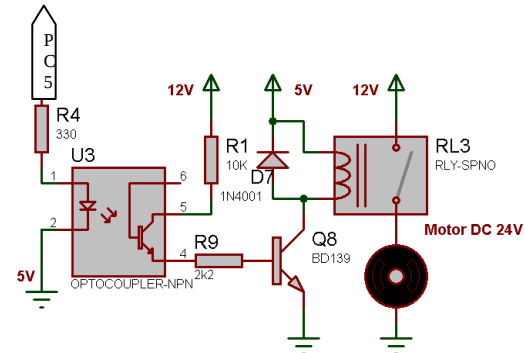
Atmel. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, timer/counter fleksibel dengan *mode compare*, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable *Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. Beberapa dari mikrokontroler atmel AVR mempunyai ADC internal dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-Sistem Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram berulang-ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Sedangkan koneksi rangkaian ATmega8 dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian ATmega8

3.1.3 Motor DC 24 Volt

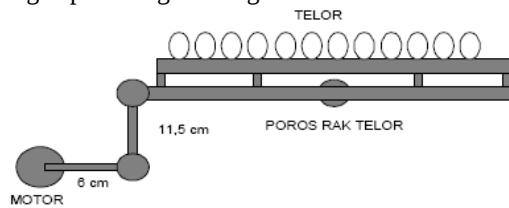
Penggunaan motor DC lebih menguntungkan apabila dibandingkan dengan motor jenis lain karena motor DC lebih mudah diatur kecepatannya dalam rentang yang lebar dan karakteristik kopel putaran yang baik. Gambar 3.3 merupakan rangkaian driver motor DC 24V. Pada motor DC ini diberikan suatu proteksi agar tidak terjadi korsleting ppada rangkaian mikrokontroler dengan menambahkan optocoupler NPN dengan tipe 4N28 12 Volt dihubungkan dengan output mikrokontroler pada port C.5 yang dilengkapi dengan proteksi ganda dengan ditambahkan relay 12 Volt.



Gambar 3.3 Rangkaian driver motor DC

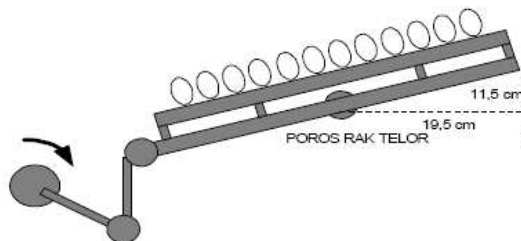
Pemutaran secara otomatis dengan bantuan motor DC 24 Volt untuk memindahkan posisi tray didalam mesin *incubator* agar terjadi sudut 25 derajat untuk tiap-tiap waktu yang ditetapkan secara berkesinambungan dan bergantian sudutnya. Pemutaran telur sedikitnya adalah 3 kali sampai 6 kali 24 jam sudah lebih dari baik untuk mencegah embrio telur melekat pada selaput membran bagian dalam telur. Akan tetapi dalam mesin ini dibuat 6 kali perputaran motor dalam sehari semalam.

Motor ini akan menggerakkan rak sehingga rak ini akan berubah posisi sejauh 25.6° dengan perhitungan sebagai berikut :



Gambar 3.4 Sistem pemutar rak telur

Pada Gambar 3.4 menunjukkan kondisi rak telur dalam keadaan horizontal dengan kondisi motor diam/berhenti.



Gambar 3.5 Sistem memulai pergerakan rak telur (CW)

Berdasarkan Gambar 3.5 dapat diketahui gerakan rak telur yang naik dan turun sebesar 17.9° dengan perputaran selama +/- 9 detik dalam 360 derajat. Sehingga dengan perputaran selama 9 detik cukup pelan dalam perputaran rak telur sehingga telur akan aman.

Yang menyebabkan perubahan sudut adalah tuas dari poros motor. Sehingga perubahan sudutnya adalah :

Perubahan sudut (θ),

$$\begin{aligned}\theta &= \sin^{-1} \frac{8}{18.5} \\ &= \sin^{-1} 0.432 \\ &= 25.6^\circ\end{aligned}\quad (3.2)$$

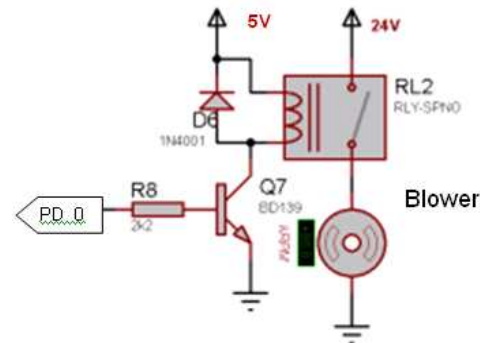
3.1.4 LCD 2x16 Karakter

Penggunaan LCD difungsikan untuk menampilkan kondisi temperatur, kelembaban, dan kondisi aktuator-aktuatornya dalam inkubator pada

saat itu yang dilengkapi dengan tampilan waktu berupa detik, menit, dan jam. Sehingga melalui LCD dapat diketahui kondisi mesin pada proses penetasan secara keseluruhan. Kondisi aktuator tersebut dilambangkan dengan logika “0” dan “1”, maksudnya jika logika “0” maka aktuator tersebut mati (tidak menyala), sedangkan logika “1” berarti aktuator tersebut sedang menyala (hidup).

3.1.5 Rangkaian Driver untuk Kontrol Blower

Rangkaian ini menggunakan transistor sebagai saklar dari mikrokontroler yang dihubungkan pada port D.0 dan relay 12 Volt yang dihubungkan ke aktuator (kipas). Blower yang digunakan adalah kipas 12V DC berjumlah 2 buah yang diletakkan di dalam mesin.

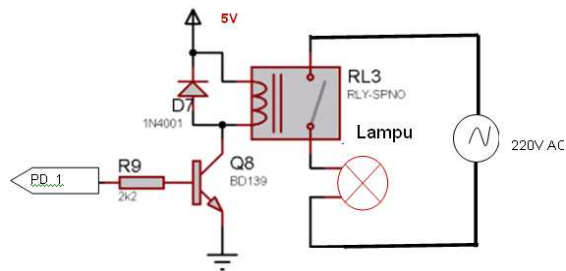


Gambar 3.6 Rangkaian driver blower

Rangkaian driver blower (kipas) pada Gambar 3.6 dimaksudkan untuk menurunkan temperatur dan atau kelembaban jika melebihi dari *setting point* yang diinginkan, disamping itu juga untuk meratakan temperatur dan kelembaban dalam inkubator, sehingga kipas tersebut memiliki fungsi ganda dan sangat penting dalam proses penetasan telur. Jika temperatur dan atau kelembaban lebih tinggi daripada *set point* maka kipas akan menyala sampai temperatur dan atau kelembaban sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Sehingga peran dari kipas ini sangat penting dalam pengontrolan temperatur maupun kelembaban dalam inkubator selama proses penetasan telur berlangsung.

3.1.6 Rangkaian Driver Untuk Kontrol Heater

Pada Gambar 3.7 tersebut juga menggunakan transistor sebagai saklar dari mikrokontroler yang dihubungkan pada port D.1 dan relay 12 Volt yang dihubungkan ke aktuator (lampu) sebagai pemanas inkubator.



Gambar 3.7 Rangkaian driver heater

Standard untuk suhu dalam *incubator* “penetasan” tipe *forced air* (dengan sirkulasi udara) adalah 100°F–102°F. Suhu pada *incubator* penetas (*hatching*) di set 1°F lebih rendah dibandingkan dengan *incubator* “pengeram” selama 3 hari sebelum penetasan.

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.

Dalam kasus sistem kontrol, temperatur T adalah variabel yang akan dikontrol, dan nilai T inilah yang diinginkan sebagai output. Kemudian input kontrol adalah output dari pemanas listrik (*electric heater*). Besarnya kalor sebagai input kontrol selalu diatur dengan mengatur tegangan yang diberikan ke pemanas. Jika pemanas dimodelkan sebagai suatu beban resistif, maka besarnya kalor per unit waktu adalah:

$$P = \frac{V_h^2}{R_h} \quad (3.3)$$

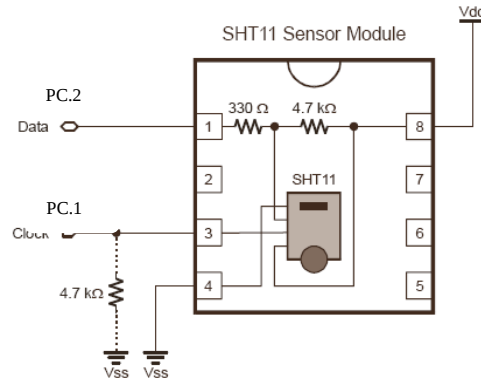
Dengan P adalah daya pemanas (watt), V_h adalah tegangan efektif (volt) yang diberikan ke pemanas, dan R_h adalah resistansi pemanas (ohm). Ini menunjukkan bahwa energi listrik yang dikonversi ke pemanas merupakan sebuah fungsi nonlinier terhadap tegangan yang diberikan ke pemanas, dan tidak dapat diperoleh *transfer function* yang menunjukkan hubungan antara temperatur T dengan tegangan input V_h . Namun telah ditunjukkan bahwa besarnya temperatur dapat diatur dengan mengatur besarnya tegangan yang diberikan ke pemanas.

3.1.7 Sensor SHT 11

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 $\pm 3\%$ RH. Sedangkan akurasi pengukuran temperatur $\pm$

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.

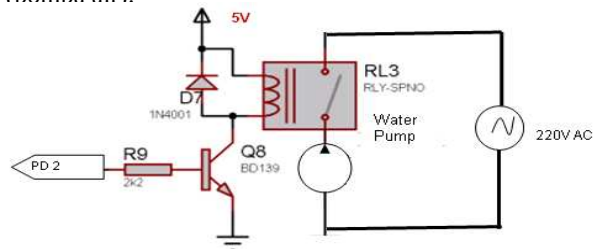
Gambar 3.8 berikut merupakan rangkaian sensor kelembaban tipe SHT 11. Sensor SHT 11 ini dikoneksikan pada Port C.1 sebagai transfer data dan pada Port C.2 sebagai clock.



Gambar 3.8 Rangkaian sensor SHT 11

3.1.8 Rangkaian Driver Water Pump

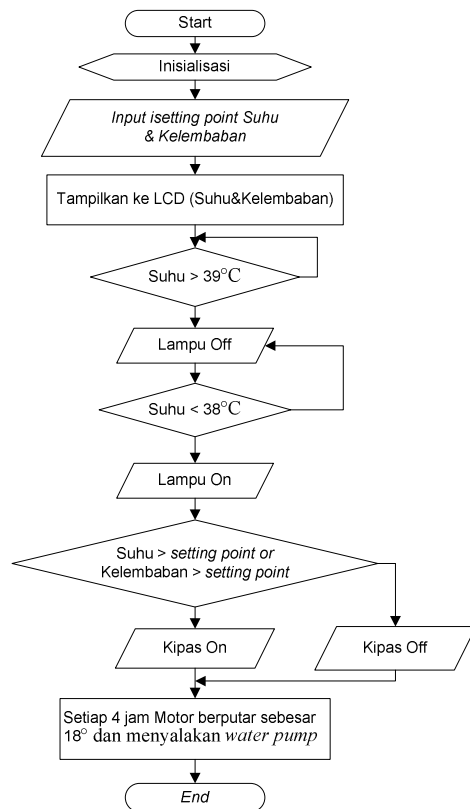
Rangkaian pada Gambar 3.9 menggunakan transistor sebagai saklar dari mikrokontroler yang dihubungkan pada port D.2 dan relay 12 Volt yang dihubungkan ke aktuatur (nompa air).



Gambar 3.9 Rangkaian driver water pump

3.1.9 Flowchart Mesin Penetas Otomatis

Flowchart sistem mesin penetas telur otomatis pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Flowchart sistem secara keseluruhan

4. Uji Coba dan Analisis

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian sistem dan analisa berdasarkan bab perencanaan. Pengujian ini meliputi :

- ✓ Pengujian per blok meliputi pengujian Power Supply, Motor DC 12V, Heater (lampu), Blower (kipas), Pompa air, Sensor SHT 11.
- ✓ Pengujian hasil dari penetasan telur.

4.1 Pengujian Per Blok

4.1.1 Pengujian Power Supply

Power Supply sangat penting dalam memberikan *supply* energi untuk menghidupkan semua komponen elektronik yang membutuhkan tegangan yang cocok dan stabil. Power Supply yang digunakan disini adalah Power Supply 5 Ampere yang dibuat rangkaian output 12 Volt dan 5 Volt DC untuk memberikan input pada mikrokontroler maupun komponen pendukung yang lain.

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

Sedangkan berdasarkan untuk pengukuran Power Supply 12Volt dapat diketahui bahwa tegangan output terpasang (tanpa beban) rata-rata 15.155Volt, sedangkan tegangan output dengan beban rata-rata 12.36Volt. hal tersebut sudah cukup baik untuk tegangan supply aktuator-aktuator seperti motor DC 24Volt maupun relay 12Volt karena tegangan tersebut tetap stabil.

Sedangkan arus yang terukur pada Power Supply adalah rata-rata sebesar 4.38 Ampere. Sehingga memiliki akurasi rata-rata 87.6%, jadi trafo tersebut sudah cukup bagus untuk digunakan karena memiliki rugi-rugi hanya 12.4%.

4.1.2 Pengujian Motor DC 24 Volt

Penggunaan motor DC 24 Volt ini sebagai pemutar rak telur sangat efektif digunakan. Rak telur dapat berputar sendiri dengan energi mekanik yang digunakan. Dengan demikian penggunaan manusia sudah tidak diperlukan lagi. Efektifitas ini juga berpengaruh pada segi biaya untuk tenaga kerja.. Dengan perlakuan seperti ini ternyata akan lebih tinggi pengaruhnya dalam peningkatan prosentase pentasan. Perputaran rak telur dengan motor DC 24 Volt untuk satu kali putaran membutuhkan waktu +/- 9 detik, sehingga perputaran tersebut sudah cukup pelan dalam pemutaran rak telur demi keamanan telur agar telur tidak akan mengalami keretakan ataupun pecah, sehingga bibit ayam akan tetap terjaga dengan aman.

Pemutaran secara otomatis dengan bantuan motor DC 24 Volt untuk memindahkan posisi tray didalam mesin *incubator* agar terjadi sudut 25.6 derajat untuk tiap-tiap waktu yang ditetapkan secara berkesinambungan dan bergantian sudutnya. Pemutaran telur sedikitnya adalah 3 kali sampai 6 kali 24 jam sudah lebih dari baik untuk mencegah embrio telur melekat pada selaput membran bagian dalam telur. Akan tetapi dalam mesin ini dibuat 6 kali perputaran motor dalam sehari semalam.

Pada saat motor berputar memiliki tegangan terukur sebesar 12Volt, sedangkan pada saat motor mati (tidak berputar) terukur tegangan 12.8Volt. Dengan tegangan separuh dari tegangan terpasang pada motor DC 24Volt sudah cukup kuat untuk memutar rak telur dengan kapasitas maksimal yaitu 96 telur karena diberikan banyak

gear-box (11 *gear-box*) pada ujung rotornya untuk memutar rak telur yang mampu menampung beban maksimal 2.5 kilogram (kurang lebih 110 telur ayam kampung).

4.1.3 Pengujian Heater (Pemanas)

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.

Berdasarkan data pengujian respon suhu terhadap waktu pada malam hari ternyata memiliki karakteristik kenaikan suhu lebih lama daripada siang hari yaitu membutuhkan waktu 30 menit 19.5 detik untuk mencapai suhu *set point* maksimal 39°C.

Berdasarkan data pengujian respon suhu terhadap waktu pada pagi hari ternyata memiliki karakteristik kenaikan suhu yang paling lama daripada siang hari maupun malam hari yaitu membutuhkan waktu 56 menit 10.5 detik untuk mencapai suhu *set point* maksimal 39°C.

4.1.4 Pengujian Blower (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. Pada gambar 4.4 menunjukkan dua buah kipas yang berfungsi untuk mengatur kondisi suhu maupun kelembaban jika terjadi kenaikan suhu maupun kelembaban melebihi *setting pint*.

4.1.5 Pengujian LCD

Pembacaan hasil sensor suhu dan kelembaban (SHT 11) akan ditampilkan melalui display LCD 16x2, dimana pada LCD tersebut juga ditampilkan pewaktuan berupa jam maupun monitoring aktuatur-aktuatornya. Selain itu juga dilengkapi dengan 3 tombol *push button* untuk memberikan nilai *set point* ataupun untuk melakukan kontrol secara langsung (*direct control*).

4.1.6 Pengujian Pompa Air

Penggunaan pompa air ini dimaksudkan untuk menaikkan kelembaban dengan cara *supplay* air, jika kelembaban kurang dari *setting point*, sehingga peranannya sangat penting dalam proses penetasan telur. Standard untuk kelembaban relatif (*relatif humidity*) untuk mesin *incubator* “penetas” atau periode 18 hari pertama harus dijaga pada 50–55 %. Dan 3 pada hari ke 19–21 sebelum penetasan, kelembaban udara harus dinaikkan menjadi 60-65%.

Kelembaban yang rendah menyebabkan anak ayam sulit memecah kulit telur karena lapisannya menjadi keras dan berakibat anak ayam melekat/lengket di selaput bagian dalam telur dan mati. Akan tetapi kelembaban yang terlalu tinggi dapat menyebabkan anak ayam didalam telur juga sulit untuk memecah kulit telur.

4.1.7 Pengujian Sistem Sensor SHT 11

Sensor SHT 11 merupakan sensor yang telah terkalibrasi dengan akurasi $\pm 3,5$ %. Penelitian sebelumnya telah melakukan proses pengujian sistem sensor SHT 11 dengan membandingkan terhadap alat ukur temperatur dan kelembaban lain yang mempunyai tingkat akurasi $\pm 2,5$ % yaitu dengan TESTO 625.

Berdasarkan hasil pengamatan, selisih pembacaan nilai RH rata-rata antara instrumen dengan kalibrator hanya 0,19%, selisih pembacaan rata-rata temperatur 0,23

4.1.8 Pengujian Hasil Penetasan Telur

Dari hasil beberapa kali percobaan baik secara manual maupun otomatis, mesin penetas telur ini sudah cukup bagus karena memiliki tingkat keberhasilan penetasan diatas 75%. Pada Tabel 4.1 diketahui bahwa jumlah telur yang menetas adalah 78.18% dari 55 telur pada percobaan penetasan secara manual pertama.

Tabel 4.1 Pengujian 1 penetasan secara manual

Pengujian 1 (55 telur)				Telur Tidak Menetas
Telur Menetas				
43 (78.18%)			12 telur (21.82%)	
Normal	Cacat	Mati		
41	1	1		
95.35%	2.33%	2.33%		

Sumber : Hasil percobaan

Sedangkan pada percobaan secara manual yang kedua pada Tabel 4.2 memiliki presentase penetasan lebih tinggi yaitu 85 %, akan tetapi memiliki nilai cacat dan kematian anak ayam

cukup tinggi, hal itu dimungkinkan karena belum adanya pengontrolan pada kelembaban ataupun suhu yang tidak akurat.

Tabel 4.2 Pengujian 2 penetasan secara manual

Pengujian 2 (60 telur)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
51 (85%)			9 telur (15%)
Normal	Cacat	Mati	
44	3	4	
86.3%	5.9%	7.8%	

Sumber : Hasil percobaan

Untuk hasil penetasan secara otomatis ternyata memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi yaitu 89.1% dari total 55 telur yang ditetaskan dengan tingkat kecacatan dan kematian bibit ayam yang lebih rendah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian 1 penetasan secara otomatis

Pengujian 3 (55 telur)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
49 (89.1%)			6 telur (10.1%)
Normal	Cacat	Mati	
47	1	1	
95.92%	2%	2%	

Sumber : Hasil percobaan

4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

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.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dengan adanya mesin penetas otomatis ini memberikan kemudahan dalam proses penetasan telur dibandingkan dengan cara

konvensional, sehingga menjadi lebih praktis dan efisien.

2. Dengan pemanas 4 buah bohlam dengan total 20 Watt untuk kapasitas 96 butir menjadikan suatu mesin penetas telur yang hemat energi dan efisien.
3. Dari hasil percobaan, tingkat keberhasilan penetasan secara otomatis mencapai 89.1% dibandingkan dengan cara konvensional 81%.
4. Pada hasil percobaan penetasan telur ini mengatur suhu antara 38-39°C dan memperoleh keberhasilan penetasan yang cukup tinggi yaitu sebesar 89.1%.

6. Daftar Pustaka

- [1] Budiharto Widodo, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2008.
- [2] Nalwan, P. A. (2003). Teknik Antarmuka dan Pemrograman mikrokontroler AT89C51. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [3] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*, diterjemahkan oleh Edi Leksono, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [4] Subekti, Muhammad, "Pengembangan Perangkat Lunak Berbasis Kecerdasan Buatan Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Analisis Kondisi Ginjal Pasien", *Proceeding Lokakarya Komputasi dan Sains Nuklir X*, BATAN, 1999.
- [5] Syaikul Abid, Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Udayana, Perancangan Mesin Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler ATMEGA163, Juli 2006
- [6] www.captain.at/electronic-atmega-sd-card.php yang diakses pada 02/11/2008. jam 15:19:46 GMT.
- [7] www.glory-farmcom/mgt_telur/penetasan_mesin_tetas.htm yang diakses pada 19/02/2008 jam 15:19 :46 GMT.
- [8] [www.sensirion.com/sensors/humidity/-SHT11 datasheets and info.htm](http://www.sensirion.com/sensors/humidity/-SHT11_datasheets_and_info.htm) yang diakses pada 19/02/2008 jam 15:19:46 GMT.
- [9] [www.tokomesin.com/Mesin_Penetas_Telur Mesin Tetas Telur Al at Penetas.html](http://www.tokomesin.com/Mesin_Penetas_Telur_Mesin_Tetas_Telur_Al_at_Penetas.html) yang diakses pada 11/02/2008 jam 10:06:08 GMT.