

Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Udara Penetas Ayam Berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*)

Winarto, Bastaman Syah, Harmen

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung
Jl. Soekarno-Hatta No. 10A, Bandar Lampung 35144 – Indonesia
Tel +62-0721-703995, Fax +62-0721-787309
E-mail: win412to@yahoo.co.id

Abstrak--Permintaan daging ayam dan telur yang cenderung meningkat. Penyediaan bibit ayam untuk skala besar masih dipasok oleh industri peternakan skala menengah ke atas. Komponen penyusun penetas skala menengah ke atas masih diimpor. Bila jumlah telur yang ditetaskan skalanya besar tidak memungkinkan dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan membuat sistem kendali suhu, kelembaban udara mesin penetas dan pemutar telur menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*), dan menguji unjuk kerja komponen dan sistem kendali hasil rancang bangun di laboratorium. Induk ayam berperan sebagai pengendali yang memiliki tugas mengkondisikan telur-telur yang ditetaskan agar tetap pada suhu dan kelembaban tertentu, analogi dengan kondisi tersebut dibuat sistem kendali suhu dan kelembaban ruang penetas menggunakan RNTC sebagai sensor suhu dan kelembaban. Kelembaban ruang tetas dipertahankan menggunakan nampan yang berisi air yang ditempatkan di bawah alas/rak peletakan telur yang dibuat dari bahan plat berlubang; sedangkan untuk membalik posisi telur dalam rak digunakan motor langkah. Berdasarkan uji komponen dan uji sistem diperoleh hasil kesalahan rangkaian sensor suhu sebesar 0,98%, suhu udara di dalam ruang tetas berkisar antara 35,9 °C - 38 °C dan kelembaban udara rata-ratanya 66%, persentase kesalahan pewaktu sebesar 0,41%, rak dapat membalik posisi telur sebesar setengah keliling telur.

Kata kunci: sistem kendali, suhu, kelembaban, penetas, PLC

Abstract--Demand of chicken and egg is tend to increase. Big scale stock of chick supplied by medium scale ranch industry. The component of hatch midscale still imported. If the egg scale is big

Naskah ini diterima pada tanggal 28 September 2007, direvisi pada tanggal 6 Nopember 2007 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 1 Desember 2007

do not enable in manual. The objectives of this research are to make a control system of temperature, humidity and return the egg position used the PLC (Programmable Logic Controller), and test of performance the component and control system designing. Hens are as controller that have to conditioning of eggs at remaining humidity and temperature, analogue with this condition, this research is making the control system using RNTC as sensor of temperature and humidity. Plate containing water was defending humidity that placed below rack of egg which made of a perforated plate; while to return the egg position in rack used to a motor step. The results of this research are error temperature sensor is 0,98%, air temperature in room hatch to range from 35,9°C - 38°C and average air humidity is 66%, percentage of mistake of timer is 0,41%, rack can return the egg position equal to half circle egg.

Keywords: control system, temperature, humidity, hatch, PLC.

A. Pendahuluan

Saat ini peternakan ayam petelur maupun ayam pedaging masih merupakan sektor peternakan yang paling efisien dan paling cepat dalam menyediakan zat-zat makanan bergizi tinggi dari sumber hewani.

Permintaan daging ayam dan telur yang cenderung meningkat mencerminkan selera masyarakat yang baik terhadap produk-produk hewani tersebut. Hal ini tidak aneh sebab harga produk-produk tersebut relatif murah dibandingkan sumber hewani yang lainnya dari sektor peternakan. Seiring dengan peningkatan permintaan konsumen akan daging maupun telur ayam, maka secara tidak langsung kebutuhan akan bibit ayam juga mengalami peningkatan.

Penyediaan bibit ayam untuk skala besar hingga saat ini masih dipasok oleh industri peternakan skala menengah ke atas, dan belum memungkinkan dilakukan oleh sektor peternakan skala menengah ke bawah; karena dibutuhkan peralatan/mesin penetas yang mampu menetas dalam jumlah yang besar, adapun peralatan tersebut semua komponen penyusunnya masih impor sehingga harganya belum terjangkau oleh peternak skala menengah ke bawah.

Untuk dapat menghasilkan bibit ayam dalam jumlah besar, pasti diperlukan ruang tetas yang besar pula, sehingga perlu dilakukan pengkondisian suhu, kelembaban lingkungan dan sirkulasi udara dalam ruang tetas yang lebih terkontrol, demikian pula dengan selang waktu pemutaran telur. Keempat faktor tersebut memegang peranan penting dalam keberhasilan penetasan telur. Bila suhu dan kelembaban lingkungan telur yang akan ditetaskan terlalu berfluktuatif, serta pemutaran telurnya mengejut (*overshock*) dan sirkulasi udara di dalam ruang tetas kurang baik, maka penetasan telur tidak akan berhasil. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengendalian/pengontrolan keempat faktor di atas seperti yang dilakukan induk ayam.

Bila jumlah telur yang ditetaskan skalanya besar, maka sudah tidak memungkinkan dilakukan secara manual untuk pemantauan suhu, kelembaban, pemutaran telur, dan sirkulasi udara setiap saat, karena akan menimbulkan tingkat kelelahan dan kejenuhan kerja yang cukup tinggi serta akan dibutuhkan tenaga kerja yang banyak untuk melakukan pemantauan kondisi lingkungan telur yang akan ditetaskan. Apabila hal tersebut tidak dilakukan dengan baik, maka akan menimbulkan kerugian yang cukup besar. Guna mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut di atas, perlu dibuat

sistem kendali suhu, kelembaban lingkungan dan pemutar telur otomatis yang murah menggunakan komponen-komponen yang mudah diperoleh di pasar lokal, mempunyai konstruksi sederhana, cara pemrograman, pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Membuat sistem kendali suhu, kelembaban udara mesin penetas dan pemutar telur menggunakan *PLC (Programmable Logic Controller)*.
2. Melakukan uji unjuk kerja komponen dan uji sistem kendali hasil rancang bangun di laboratorium.

C. Tinjauan Pustaka

Penanganan Telur di Mesin Tetas

Faktor yang mempengaruhi kesuksesan proses penetasan pada mesin tetas adalah suhu, kelembaban, sirkulasi udara, dan pemutaran telur.

Suhu

Suhu yang berfluktuasi akan menyebabkan kegagalan proses penetasan. Kegagalan ini ditandai dengan banyaknya anak ayam yang tidak menetas. Kalaupun menetas bulu anak ayam tersebut lengket oleh cairan amnion. Selain menyebabkan banyaknya telur yang tidak menetas, suhu yang tinggi maupun rendah juga berpengaruh terhadap lamanya waktu tetas.

Dua masa yang paling kritis pada kehidupan embrio yang sedang ditetaskan terjadi pada umur 2 – 4 hari dan 19 – 20 hari (pada saat anak ayam berusaha memecah kulit telur).

Suhu di dalam inkubator maupun *hatcher* harus konstan (= 37,6°C) dan dicek setiap jam. Cara pengaturannya pun diatur

sehingga kapasitas satu mesin tidak dipenuhi sekaligus, melainkan hanya 1/3 bagian pada setiap minggu. Hal ini berkaitan dengan pengeluaran dan penyerapan panas [1].

Kelembaban

Kelembaban yang terlalu tinggi akan mencegah terjadinya penguapan air dari dalam telur. Sementara kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan terjadinya penguapan air yang terlalu banyak dari dalam telur, sehingga akan terjadi kematian embrio.

Kelembaban ideal di dalam mesin tetas saat proses penetasan telur ayam berkisar 60-70%. Para ahli menyatakan bahwa kelembaban ruang mesin tetas sebaiknya 68-70%. Namun kondisi yang baik dalam proses penetasan adalah kelembaban relatif 68% selama 24 jam pertama dan 70% selama 4 jam terakhir sebelum telur menetas.

Pengaturan sirkulasi udara

Keberadaan ventilasi dalam mesin penetas sangat penting, karena dengan adanya ventilasi akan terjadi pergantian udara segar di dalam mesin tetas. Ventilasi berguna untuk a) mensuplai oksigen dan mengeluarkan karbondioksida yang muncul akibat metabolisme telur selama pengeraman berlangsung, b) mendistribusikan panas secara merata [2].

Pemutaran telur

Pemutaran telur harus dilakukan pada setiap proses penetasan telur, dalam hal ini pemutaran dilakukan setiap jam sekali. Arah pemutaran telur untuk semua rak yang ada di dalam mesin tetas harus searah, hal ini penting untuk sirkulasi udara dan panas.

Fungsi pemutaran telur adalah untuk menyeragamkan suhu permukaan telur, mencegah peletakan embrio pada kulit

embrio/kerabang telur dan mencegah melekatnya *yolk* dan *allantis* pada akhir penetasan [2].

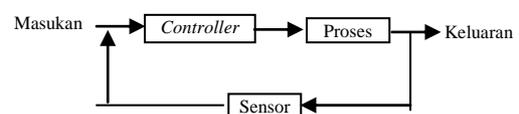
Sistem Kendali

Sistem kendali adalah proses pengaturan/pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga (*range*) tertentu. Ditinjau dari segi peralatan, sistem kendali terdiri dari berbagai susunan komponen fisis yang digunakan untuk mengarahkan aliran energi ke suatu mesin atau proses agar dapat menghasilkan prestasi yang diinginkan [3].

Tujuan utama dari suatu sistem kendali adalah untuk mendapatkan optimasi dimana hal ini dapat diperoleh berdasarkan fungsi daripada sistem kontrol itu sendiri, yaitu pengukuran, membandingkan, pencatatan dan perhitungan, dan perbaikan. Secara umum sistem kendali dapat dikelompokkan sebagai berikut [4]:

- Dengan operator (manual) dan otomatis.
- Jaringan tertutup (*closed-loop*) dan jaringan terbuka (*open-loop*).
- Kontinu (analog) dan diskontinu (diskrit).
- Servo dan regulator
- Menurut sumber penggerak: elektrik, pneumatis, hidrolis, dan mekanis.

Bagian-bagian sistem kendali meliputi masukan, *controller*, proses/plant, sensor, dan keluaran. Bagian-bagian sistem kendali dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian-bagian sistem kendali pada jaringan tertutup.

D. Metode Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah komputer, solder, multitester, *stop-watch*, penyedot timah, dan *tool kit*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *PLC (Programmable Logic Controller)*, *RS-232 adapter*, kabel *RS-232*, mur baut, nampan plastik, kabel, resistor, *RNTC*, transistor, kapasitor, dioda, *operational amplifier (op-amp)*, trafo *CT 9V*, saklar, rele, *heater*, motor *stepper*, timah, *PCB*, papan tusuk, rak telur, plat berlubang, besi silinder, roda gigi, kertas *HVS*.

Tahapan Penelitian

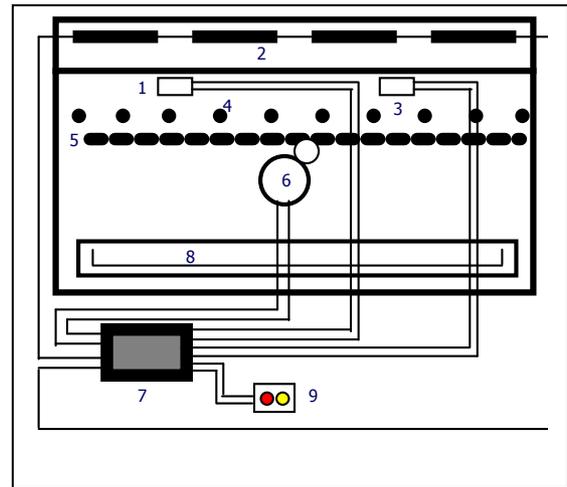
Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu : dimulai dengan perancangan sistem kendali suhu, kelembaban, pemutar telur dan sirkulasi udara, pembuatan *diagram ladder* (program), perancangan dan pembuatan sensor-sensor beserta pengkondisi sinyal, pengaturan sensor-sensor, perakitan sistem kendali, dan penginstalan program ke *PLC*, serta menguji model hasil rancang bangun.

Pendekatan Desain

Model didesain dan dibuat untuk sistem kendali suhu, kelembaban, pemutaran telur serta sirkulasi udara dalam ruang penetas; dengan beberapa pertimbangan, yaitu alat hasil rancang bangun dapat dipindah-pindah, mudah dalam perangkaian dan pemrogramannya sehingga mudah dalam pengoperasiannya.

Pendekatan struktural

Model sistem kendali yang dirancang secara struktural terdiri atas beberapa bagian, yaitu: sensor suhu, kawat pemanas, sensor kelembaban, nampan penampung air, pewaktu, motor langkah/*stepper*, dan *PLC*. Secara struktural disain model penetas ayam yang direncanakan seperti tampak pada Gambar 2 berikut ini.

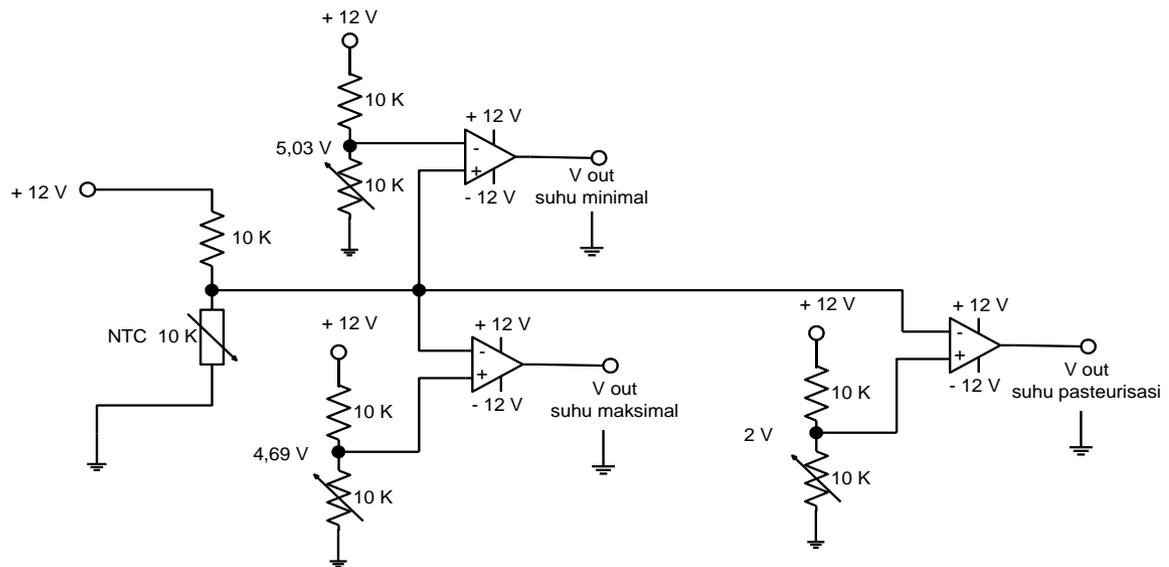


Keterangan:

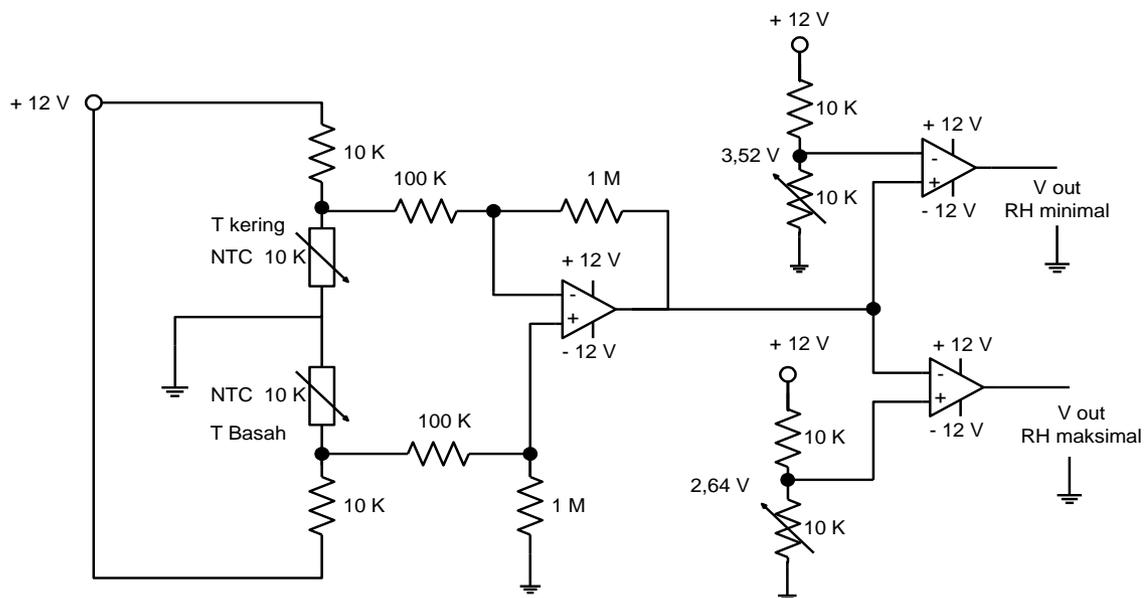
- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Sensor kelembaban | 6. Motor langkah |
| 2. Kawat pemanas | 7. <i>PLC</i> |
| 3. Sensor suhu | 8. Nampan air |
| 4. Batang penahan telur | 9. Saklar on-off |
| 5. Rak/nampan berlubang | |

Gambar 2. Rancangan pembuatan model.

- Sensor suhu menggunakan *RNTC* yang dirangkai sedemikian rupa sehingga keluarannya dapat diumpankan ke *PLC*. Adapun skema rangkaian sensor suhu dan pengkondisi sinyal dapat dilihat dalam Gambar 3.
- Heater dibuat dari lilitan kawat nikelin yang pemasangannya diletakkan di langit-langit mesin tetas.
- Sensor kelembaban menggunakan 2 buah *RNTC* yang dirangkai sebagai sensor suhu bola basah dan suhu bola kering, sebagai pengganti sensor kelembaban. Dengan menggunakan kombinasi suhu bola basah dan suhu bola kering dapat pula diketahui kondisi kelembaban udara tersebut. Adapun skema rangkaian sensor kelembaban dapat dilihat dalam Gambar 4.
- Penampung air digunakan nampan plastik yang mudah untuk diperoleh dipasaran.
- Pewaktu yang digunakan memanfaatkan pengaturan waktu yang dimiliki



Gambar 3. Skema rangkaian sensor suhu.



Gambar 4. Skema rangkaian sensor kelembaban.

- f. oleh *PLC*, dalam hal ini pewaktu dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.
- g. *PLC* yang digunakan cukup yang memiliki 10 I/O, hal ini disesuaikan dengan jumlah masukan/keluaran yang akan diaplikasikan pada mesin tetes tersebut.

Model sistem kendali pompa air, bak penampung air, pewaktu, sensor suhu bola kering dan bola basah, *heater*, motor *stepper*, dan *PLC*.

- a. Sensor suhu bola kering dan bola basah berfungsi untuk mendeteksi suhu dan tingkat kelembaban di dalam ruang tetes.

Pendekatan Fungsional

<http://jurnal.ee.unila.ac.id/>

- b. *Heater* digunakan untuk memanaskan udara yang akan dimasukkan ke dalam ruang tetas.
- c. Bak penampung air untuk menampung air yang akan mempertahankan kelembaban di dalam ruang tetas.
- d. Pewaktu berfungsi untuk mengatur selang waktu pemutaran telur yang akan ditetaskan.
- e. Motor *stepper* berfungsi untuk memutar posisi telur yang akan ditetaskan.
- f. *PLC (Programmable Logic Controller)* berfungsi untuk memonitor masukan dan melakukan evaluasi dengan menggunakan aturan-aturan yang dituliskan dalam bahasa program, untuk selanjutnya menghasilkan keluaran sinyal kendali yang sesuai dengan kondisi masukan berdasarkan aturan-aturan tersebut ke aktuator.

Prinsip Kerja Sistem

Pada saat saklar on-off dinyalakan, sensor akan mendeteksi suhu udara dan kelembaban ruang tetas, bila suhu dan kelembaban di bawah kondisi yang diinginkan, maka sensor suhu maupun kelembaban akan mengirimkan sinyal ke *PLC* untuk mengaktifkan unit pemanas dan dilakukan pembukaan tutup penampung air sampai dicapai suhu dan kelembaban ruang tetas yang diinginkan secara merata. Dan bila udara ruang tetas terlalu tinggi suhu dan kelembabannya dari yang diinginkan, maka sensor akan mengirimkan sinyal pula ke *PLC* untuk mematikan heater dan dilakukan penutupan penampung air hingga dicapai kondisi lingkungan yang diinginkan.

D. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Pengujian Rangkaian Sensor

Data hasil pengujian Resistansi pada rangkaian sensor yang dipasang sebagai pembagi tegangan dengan resistor acuan

sebesar 10 kilo ohm dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian resistansi terhadap suhu

Suhu (°C)	Resistansi (kΩ)
40	5,59
39,8	5,68
39,2	5,82
39	5,92
38,5	5,99
38	6,13
37,9	6,16
37,2	6,30
37	6,43
36,5	6,52
36	6,63
35,8	6,76
35,3	6,85
35	6,95

Hasil ini diperoleh melalui kalibrasi menggunakan termometer analog yang dibandingkan dengan nilai resistansi yang diperoleh melalui hasil pengukuran sensor suhu yang digunakan dalam rancang bangun sistem kendali suhu pada penetas ayam.

Perbandingan data hasil pengukuran tegangan keluaran dari sensor dengan tegangan keluaran hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tegangan perhitungan diperoleh dengan menggunakan persamaan

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{R1 + RTH} RTH$$

Dalam hal ini,

V_{in} = tegangan sumber.

$R1$ = tahanan 10 K ohm.

RTH = tahanan *RNTC* pada nilai suhu tertentu.

Persen galat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\% \text{galat} = \frac{V_{\text{pengukuran}} - V_{\text{perhitungan}}}{V_{\text{perhitungan}}} 100\%$$

Setelah dilakukan pengukuran, terlihat bahwa nilai tegangan bertambah kecil dengan bertambahnya suhu. Begitupun dengan hasil yang diperoleh dari perhitungan, hasil yang diperoleh relatif sama dengan hasil pengukuran. Berdasarkan tabel yang diperoleh (Tabel 2) diperoleh nilai kesalahan rata-rata antara tegangan hasil pengukuran dan tegangan hasil perhitungan sebesar 0,98%, dengan demikian sistem dapat bekerja dengan baik.

Tabel 2. Perbandingan V pengukuran dengan V perhitungan

Suhu °C	V Pengukuran (v)	V perhitungan (v)	Kesalahan
40°	1,81	1,79	1,11%
39,8°	1,83	1,81	1,10%
39,2°	1,85	1,84	0,54%
39°	1,87	1,85	1,08%
38,5°	1,89	1,87	1,06%
38°	1,91	1,90	0,52%
37,9°	1,93	1,90	1,57%
37,2°	1,95	1,93	1,03%
37°	1,97	1,95	1,02%
36,5°	1,99	1,97	1,01%
36°	2,01	1,99	1,00%
35,8°	2,03	2,01	0,9%
35,3°	2,05	2,03	0,9%
35°	2,07	2,05	0,9%
Kesalahan rata-rata = 0,98%			

Hasil Rancang Bangun Model Fisik

Rangkaian sensor suhu dan kelembaban udara hasil rancang bangun dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini, dalam hal ini *RNTC* untuk mengukur suhu maupun kelembaban dipasang di luar *PCB* dengan harapan dapat mendeteksi suhu maupun kelembaban di dalam ruang penetas.

Pemanas/*heater* merupakan salah satu aktuator yang dipasang pada tutup bagian atas dari alat penetas ayam, yang dipasang sedemikian rupa dengan harapan panas

yang dihasilkan dapat terdistribusi merata di dalam unit penetas. Pemasangan pemanas pada tutup bagian atas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Rangkaian sensor suhu dan kelembaban udara.



Gambar 6. Unit pemanas

Sedangkan motor langkah dipasang sedemikian rupa sehingga dapat menggerakkan lantai/ alas peletakan telur yang akan ditetaskan dapat bergerak translasi ke kanan ataupun ke kiri bergantung dari perputaran motor langkah tersebut yang selang waktunya di atur oleh pewaktu *PLC*. Besarnya perputaran motor langkah pada pembalikan telur diatur sedemikian rupa agar pada interval pertama setengah bagian telur terpanasi (bagian atas) dan pada interval waktu berikutnya setengah bagian yang belum terpanasi (bagian bawah) akan mengalami pemanasan berikutnya dan diputar kembali pada interval berikutnya hingga proses pembalikan telur dihentikan pada hari ke-18 penetasan.

Alas peletakan telur dibuat dari bahan plat berlubang dengan harapan dapat memutar

telur pada saat alas tersebut bergerak translasi pada salah satu arah horisontal maupun sebaliknya dan telur tersebut ditahan oleh batang panahan yang dipasang dengan jarak kurang lebih sama dengan diameter telur yang akan ditetaskan; serta dapat mempertahankan kelembaban ruang penetas karena di bawah alas tersebut diletakkan nampan yang berisi air.



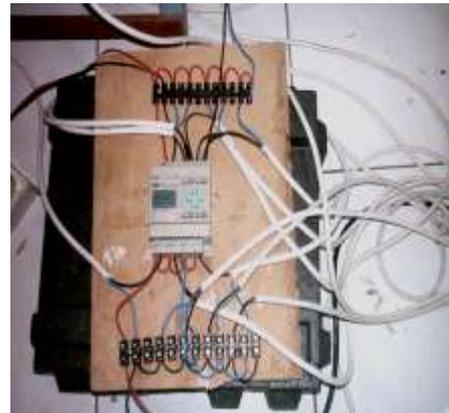
Gambar 7. Lantai peletakan telur dan batang penahannya

Rangkaian lantai/alas peletakan telur dan penahannya dapat dilihat pada Gambar 7. Sedangkan rangkaian motor langkah yang digunakan untuk menggerakkan alas peletakan telur dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian motor langkah

Setelah sensor-sensor dan aktuator yang berupa heater, dan motor langkah terpasang kemudian dirangkai dengan PLC (Gambar 9). Sebelum dirangkai, PLC perlu diprogram terlebih dahulu sesuai dengan cara/prinsip kerja sistem yang dibuat.



Gambar 9. Pengkabelan pada PLC

Hasil Uji Sistem

Berdasarkan hasil uji sistem setelah dirangkai secara keseluruhan (Tabel 3) tampak bahwa suhu udara dalam ruang tetas berfluktuasi dengan kisaran antara 35,9 °C dan 38 °C, hal ini disebabkan karena *set-point* pada masukan sehingga *heater* akan hidup dan mati pada batas nilai suhu udara tersebut. Sedangkan kelembaban udara di dalam ruang tetas diset berdasarkan suhu bola kering dan bola basah yang mempunyai fungsi sama dengan sensor kelembaban, akan tetapi yang menjadi permasalahan adalah selubung kain basah pada sensor untuk suhu bola basah tersebut harus selalu terjaga kelembaban kainnya, dan bila tidak maka akan berpengaruh terhadap akurasi pembacaan dari sensor tersebut.

Adapun dari kalibrasi pewaktu yang digunakan untuk membalik posisi telur diperoleh hasil terdapat selisih penunjukan pewaktu untuk mengaktifkan motor langkah, seperti terlihat pada Tabel 4. Berdasarkan data pada Tabel 4 besarnya penyimpangan penunjukan pewaktu masih dapat ditolerir. Sedangkan hasil uji gerakan translasi rak arah horisontal dapat membalik posisi telur dengan baik yang ditunjukkan dengan perubahan posisi sebesar setengah keliling telur sesuai dengan pengaturan waktu yang telah ditentukan.

Tabel 3. Suhu dan kelembaban di dalam ruang tetas selama uji coba

Suhu Ruangan (°C)	Suhu Bola Kering (°C)	Suhu Bola Basah (°C)	Kelembaban menurut tabel psikrometri k [5]
38	38	33	
38,5	38,5	32,5	
38	38	32	
37,9	37,9	31,9	Rata-rata nilai pembacaan 66 %
37,3	37,3	31,3	
37	37	31	
36,5	36,5	30,5	
36	36	30	
35,9	35,9	30	

Tabel 4. Hasil kalibrasi pewaktu

Pewaktu PLC	Stopwatch	Kesalahan (%)
10 menit	9'51"	1,5
20 menit	19'59"	0,08
30 menit	29'51"	0,5
40 menit	39'55"	0,21
50 menit	49'58"	0,07
60 menit	59'57"	0,08
Kesalahan rata-rata = 0,41%		

E. Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan :

1. Persentase kesalahan rangkaian sensor suhu sebesar 0,98%.
2. *PLC* sesuai digunakan pada sistem kendali suhu dan kelembaban udara di dalam ruang tetas karena prosesnya bersifat sekuensial.

3. Hasil uji sistem diperoleh suhu udara di dalam ruang tetas berkisar antara 35,9 °C sampai dengan 38 °C dan kelembaban udara rata-ratanya 66%,
4. Persentase kesalahan pewaktu *PLC* sebesar 0,41%
5. Rak dapat membalik posisi telur sebesar setengah keliling telur.

Saran

Tingkat keakuratan dari sensor kelembaban udara perlu dikaji lebih mendalam, karena kain basah pada termometer bola basah seringkali mudah mengalami kekeringan.

F. Daftar Pustaka

- [1] Sudaryani, T. dan Hari Santosa. 2000. *Pembibitan Ayam Ras*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [2] Paimin, F.B. 2004. *Membuat dan Mengelola Mesin Tetas*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [3] Ogata, K. 1997. *Modern Control Engineering*. Prentice Hall Inc., New Jersey.
- [4] Pakpahan, S. 1987. *Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan*. Erlangga. Jakarta.
- [5] Arismunandar, W. dan Heizo Saito. 1980. *Penyegaran Udara*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.