

Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler Pada Ruang Penetas Telur

ERWIN FADHILA, HENDI H. RACHMAT

Teknik Elektro Institut teknologi Nasional Bandung
Email: hendi.elite@gmail.com

ABSTRAK

Sistem pengendalian suhu dirancang untuk dapat mengatur dan menjaga suhu pada ruang penetas telur. Sistem ini digunakan untuk meningkatkan produktifitas penetasan telur di peternakan unggas. Pengendali suhu berbasis mikrokontroler ATmega16 berfungsi untuk mengukur nilai suhu di dalam ruangan, mengaktifkan dan mematikan elemen pemanas melalui rangkaian relay serta memproses input suhu dari push button agar sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna. Pada sistem ini digunakan sensor suhu LM35 dan elemen pemanas berupa lampu bohlam 5Watt/220Vac. Suhu yang diukur sensor dan suhu yang diinputkan melalui push button ditampilkan pada layar LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu yang ditimbulkan oleh elemen pemanas dalam ruang penetas telur dapat terukur dan terkontrol oleh sensor suhu dan sistem mikrokontroler dengan rentang suhu dari 29,5°C hingga 47°C dan rata-rata faktor skala 10,05 mV/°C. Suhu dalam ruangan dan tegangan yang terukur memiliki hubungan yang relatif linier yaitu $R^2=0,93$.

Kata kunci: ruang penetas telur, mikrokontroler, sensor LM35, kendali suhu.

ABSTRACT

A temperature control system was designed to regulate and to maintain the temperature in an egg incubator. This system was aimed to improve a hatching eggs productivity in a poultry farm. The ATmega microcontroller based temperature controller was used to measure the incubator temperature, to turn on and turn off a heater element via the relay circuit as well as to execute the temperature setting which was entered by user through an input button. The temperature sensor of LM 35 and the heater element of light bulb (5W/220Vac) were used in this system. The measured temperature and the setting temperature were displayed on a LCD screen. The results showed that the temperature which was generated by the heater element in the incubator could be measured and controlled by the system with temperature range from 29.5°C to 47°C and scale factor of 10.05 mV/°C. The temperature in the incubator and the measured temperature had a good correlation of $R^2=0.93$.

Keywords: egg incubator , microcontroller , sensors LM35, temperature control

1. PENDAHULUAN

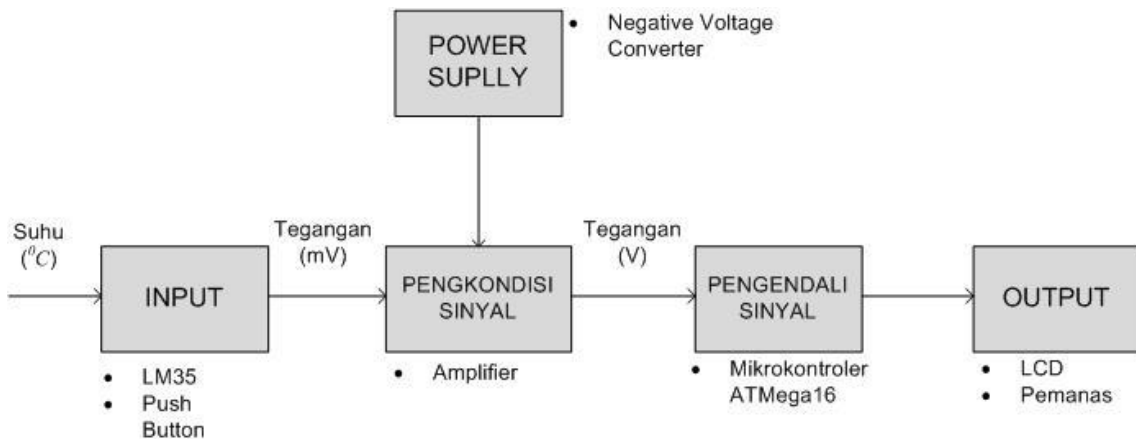
Sekarang ini teknologi elektronika dapat diterapkan pada setiap bidang dalam kehidupan manusia, salah satu contohnya adalah dalam bidang peternakan. Pada bidang peternakan terutama peternakan unggas, penetasan telur merupakan proses yang sangat penting. Penetasan pada prinsipnya adalah menyediakan lingkungan yang sesuai supaya telur unggas bisa menetas. Terdapat lima hal utama yang harus diperhatikan pada ruang penetas telur yaitu suhu, kelembaban udara, ventilasi, pemutaran telur dan kebersihan **(Nurhadi dan Puspita, 2009)**. Untuk suhu pengeraman antara 36 sampai 42 derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) dengan kelembaban ruang pada kisaran 55-60% **(Kurniawan, 2012)**. Sedangkan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten menyatakan temperatur pengeraman terjadi pada rentang 38°C sampai dengan $39,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara sekitar 60-70% **(Haryani, 2013)**. Adapun Suprpto dkk. Menyatakan dalam penelitiannya bahwa embrio akan berkembang bila suhu udara di sekitar telur minimal $21,11^{\circ}\text{C}$ dan suhu terbaiknya adalah berkisar diantara 38°C - 40°C **(Suprpto dkk., 2010)**.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa suhu yang diperlukan untuk proses penetasan telur ini tidak dalam nilai yang tetap **(Widwijanto, 2014)**, yaitu ada pengaturan suhu sesuai dengan usia dan jenis telur. Seperti yang diungkapkan oleh BTPT Kalimantan Selatan disebutkan bahwa suhu dalam ruang penetas telur harus dipertahankan sekitar 101°F ($38,3^{\circ}\text{C}$) sampai dengan 102°F ($38,9^{\circ}\text{C}$) pada minggu pertama dan sekitar 102°F ($38,9^{\circ}\text{C}$) sampai dengan 103°C ($39,4^{\circ}\text{C}$) pada minggu kedua dan ketiga **(Susanto, 2013)**. Untuk dapat memastikan kondisi suhu ruang penetas telur yang diinginkan maka diperlukan suatu sistem pengatur suhu yang dapat mengendalikan suhu secara terus-menerus. Sistem pengendali suhu ini dapat diimplementasikan dengan menempatkan sensor suhu dan elemen pemanas di dalam ruang penetas telur yang kemudian dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler ini bertugas memproses sinyal dari sensor dan juga mengatur keadaan suhu dalam ruangan dengan cara mengaktifkan pemanas selama suhu di dalam ruang penetas telur belum mencapai suhu yang diinginkan dan akan menon-aktifkan pemanas ketika suhu di dalam ruang tersebut telah tercapai sehingga diharapkan adanya suhu yang konstan agar telur dapat menetas dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian suhu menggunakan sensor suhu LM35 berbasis mikrokontroler pada ruang penetas telur. Melalui sistem ini juga dapat dilakukan evaluasi kemampuan sistem untuk mendeteksi dan mengendalikan suhu dalam ruang penetas telur. Dimana pada akhirnya, sistem ini dapat diimplementasikan pada ruang penetas telur agar persentasi keberhasilan penetasan telur menjadi lebih baik.

2. METODA PERANCANGAN

Untuk dapat mengendalikan suhu pada ruang penetas telur diperlukan sensor, pengendali sinyal, dan elemen pemanas. Sensor diperlukan untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam ruang penetas telur. Pada diagram blok (Gambar 1) di bawah ini, untuk mendeteksi nilai suhu pada ruang penetas telur digunakan sensor LM35. Sinyal *output* dari sensor ini berupa tegangan dalam milivolt, selanjutnya sinyal ini dimasukkan ke pengkondisi sinyal yang berupa rangkaian amplifier sebagai penguat sinyal. Setelah sinyal diperkuat, sinyal akan diproses oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan atau mematikan elemen pemanas dan menampilkan nilai suhu pada layar LCD.



Gambar 1. Blok diagram sistem pemanas dari penetas telur

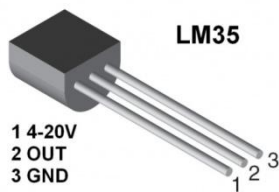
2.1 Spesifikasi Sistem

Sistem pengendali suhu untuk ruang penetas telur mempunyai spesifikasi seperti berikut :

- ♦ Dapat mengendalikan suhu di antara 36⁰C - 41⁰C
- ♦ Mempunyai ketelitian 0,1⁰C dengan menggunakan ADC 10 bit.

2.2 Sensor

Dalam perancangan ini, digunakan sensor IC LM35 untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam penetas telur (Gambar 2). LM35 adalah sebuah sensor suhu dengan keluaran berupa tegangan. Tegangan keluaran dari sensor LM35 sebanding dengan suhu pada permukaan sensor.



Gambar 2. Sensor suhu LM35 dengan tegangan kerja 4-20VDC

2.3 Pengkondisi Sinyal

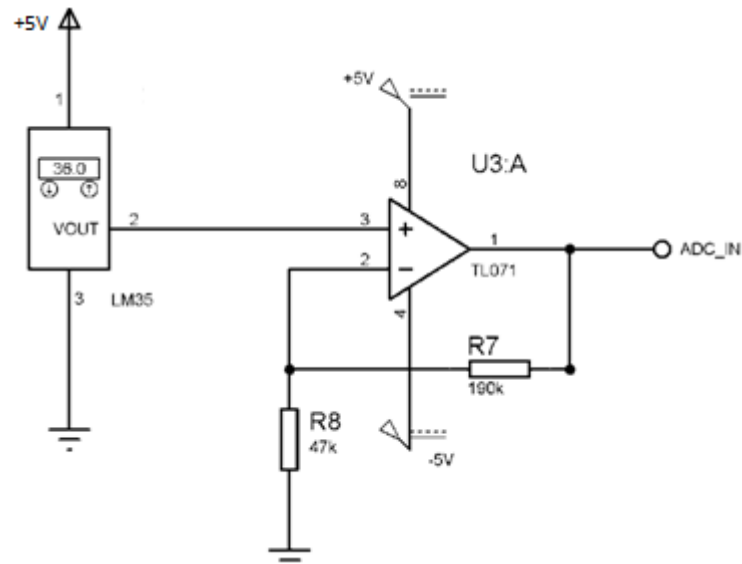
Dikarenakan spesifikasi sistem yang dirancang ingin mempunyai ketelitian 0,1⁰C, maka sinyal harus dikondisikan agar setiap perubahan 0,1⁰C dapat menaikkan atau menurunkan 1 LSB (*least significant bit*) pada *output Analog to Digital Converter* (ADC). Dengan menggunakan ADC 10 bit dan tegangan *full-scale* sebesar 5 volt maka resolusi ADC diperoleh sebagai berikut :

- ♦ Resolusi ADC = $5 / (2^{10} - 1) = 4,88 \text{ mV/bit}$

Berdasarkan perhitungan resolusi ADC tersebut, maka terjadi perbedaan nilai tegangan *output* yang dihasilkan oleh sensor LM35 setiap 0,1⁰C yaitu 1 mV dan pembacaan ADC untuk setiap perubahan 1 bit yaitu 4,88 V. Agar tegangan *output* sensor LM35 dapat dibaca dan diolah oleh ADC pada mikrokontroler, maka diperlukan sebuah rangkaian penguat sebagai pengkondisi sinyal. Besarnya penguatan (*Gain*) yang perlu dilakukan pada rangkaian penguat tersebut adalah:

$$\diamond \text{ Gain} = \frac{\text{Resolusi ADC}}{\text{Resolusi tegangan output}} = \frac{4.88 \text{ mV}}{1 \text{ mV}} = 4.88 \approx 5 \text{ kali}$$

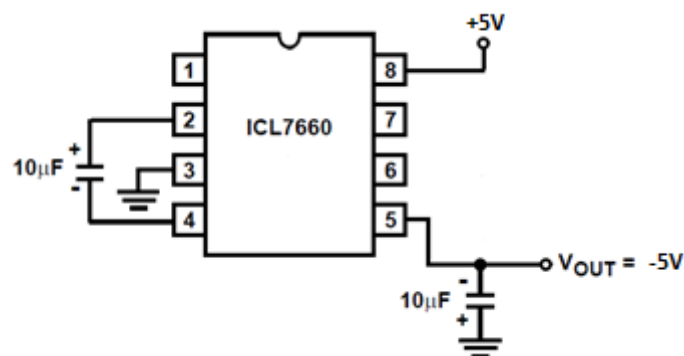
Rangkaian penguat yang digunakan adalah *non-inverting amplifier op-amp* seperti yang digambarkan pada Gambar 3. Rangkaian *non-inverting amplifier* menggunakan IC TL071 dengan sumber tegangan +5VDC dan -5VDC. Dua buah resistor bernilai 190k Ω dan 47k Ω digunakan untuk mengatur besarnya penguatan sebesar 5 kali penguatan.



Gambar 3. Sensor LM35 yang dihubungkan dengan *non-inverting amplifier*

2.4 Power Supply

Power Supply berupa rangkaian *negative voltage converter* yang dapat mengubah tegangan +5VDC menjadi tegangan -5VDC. Tegangan -5VDC ini digunakan sebagai sumber tegangan untuk IC TL071 pada rangkaian pengkondisi sinyal. Rangkaian *negative voltage converter* ini menggunakan IC ICL7660 dan skema rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 4.

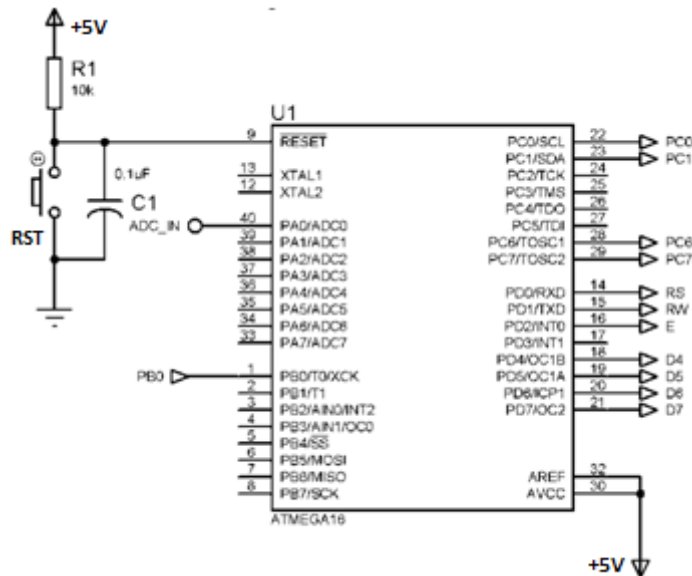


Gambar 4. Rangkaian *negative voltage converter*

2.5 Pengendali Sinyal

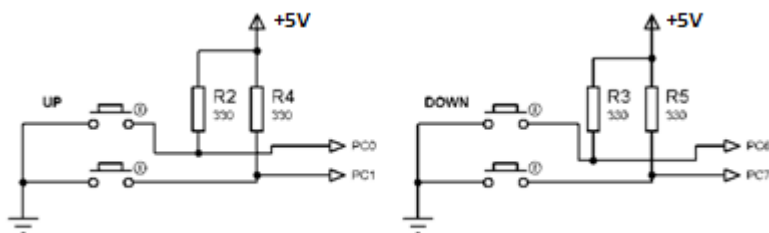
Pengendali sinyal menggunakan mikrokontroler ATMEGA16 untuk dapat mengendalikan suhu di dalam ruang penetas telur. Mikrokontroler berfungsi sebagai ADC dan pengolah sinyal dari sensor menjadi sinyal pengendali pemanas dan juga menampilkan suhu secara *real-time* di LCD. Pengendali sinyal juga akan menerima input untuk menentukan suhu pemanas yang dapat diatur oleh operator. Rangkaian input ini terdiri dari dua buah rangkaian *push button*.

Skema rangkaian untuk pengendali sinyal dapat dilihat pada Gambar 5 dan rangkaian *push button* pada Gambar 6.



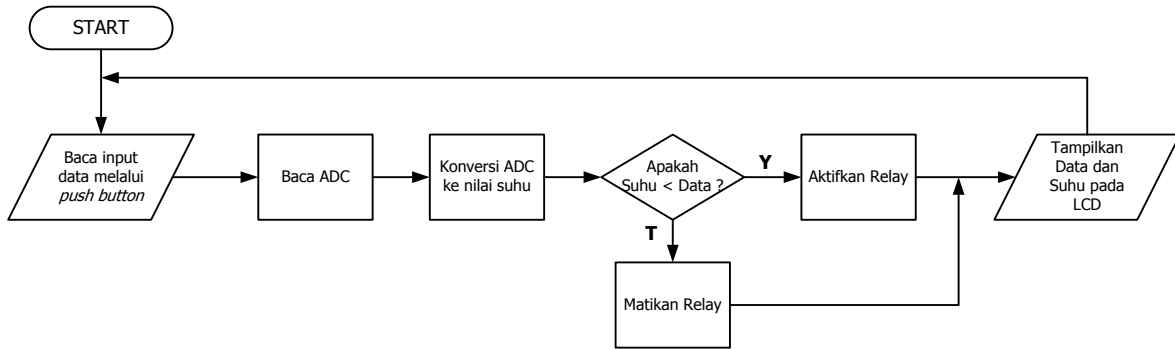
Gambar 5. Skema rangkaian pengendali sinyal

Dari Gambar 5, sistem pengendali suhu menggunakan PORTA.0 (ADC_IN) untuk menerima input dari rangkaian *amplifier* dan juga sebagai ADC internal. PORTB.0 (PB0) dihubungkan dengan rangkaian relay, PORTC (PC0, PC1, PC6 dan PC7) dihubungkan dengan rangkaian *push button*, dan PORTD digunakan LCD. Rangkaian *push button* pada Gambar 6 memiliki sifat aktif *Low*, dimana ketika *push button* ditekan maka akan mengeluarkan logika '0' (0 Volt). Dua rangkaian *push button* ini berfungsi untuk menaikkan (*UP*) dan menurunkan (*DOWN*) suhu yang diinginkan operator di dalam ruang penetas telur tersebut.



Gambar 6. Skema rangkaian *push button*

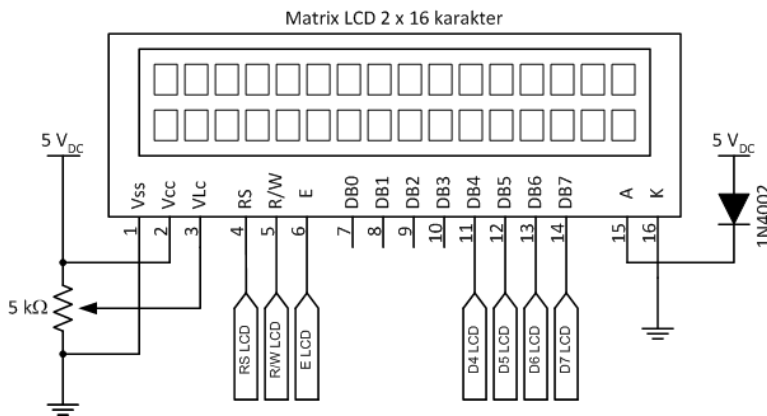
Flowchart untuk program mikrokontroler sendiri terdapat pada Gambar 7. Program dimulai dengan membaca input suhu dari *push button*. Input suhu (analog) dibaca oleh ADC dan kemudian dikonversikan menjadi nilai digital (**Data**) oleh mikrokontroler. Data digital ini akan dibandingkan dengan nilai digital suhu yang terukur (**Suhu**). Jika nilai **Suhu** lebih kecil dari nilai **Data** maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay guna menyalakan elemen pemanas, tetapi jika kondisi yang terukur sebaliknya, maka sistem akan segera menon-aktifkan relay untuk mematikan elemen pemanas. Proses perbandingan ini dilakukan secara terus menerus hingga **Suhu** sama dengan **Data**. Kondisi terkini dari perubahan nilai **Data** dan **Suhu** selalu ditampilkan pada LCD.



Gambar 7. Flowchart pemrograman sistem pengatur suhu

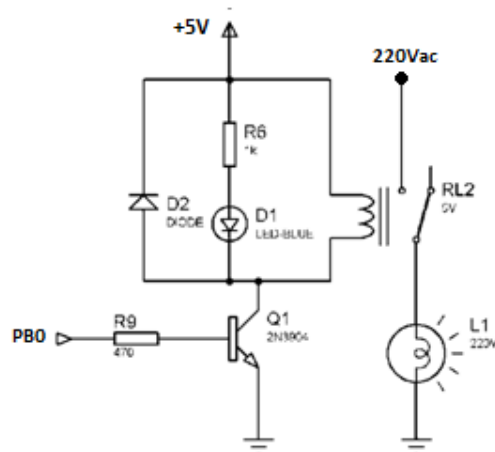
2.6 Output

Output pada sistem ini terdiri dari LCD sebagai display dan lampu bohlam sebagai elemen pemanas. LCD yang digunakan pada perancangan ini adalah LCD Dot Matrix 2x16 M1632 (Gambar 8). LCD ini berfungsi untuk menampilkan suhu di dalam ruang penetas telur dan suhu yang diinputkan oleh operator.



Gambar 8. Rangkaian output display LCD

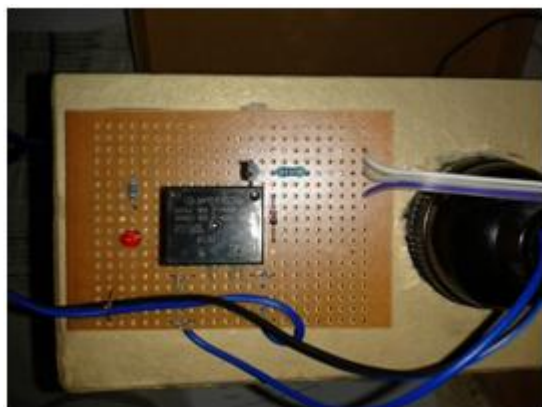
Untuk elemen pemanas, lampu bohlam 5 Watt/220Vac dipilih karena mudah diperoleh dan diaplikasikan. Lampu bohlam ini dikendalikan oleh mikrokontroler melalui rangkaian relay untuk mengaktifkan atau mematikan nyala lampu tersebut. Rangkaian relay dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema rangkaian relay

Ketika suhu di dalam ruang penetas telur berada di atas suhu yang diinginkan maka lampu akan mati, begitu juga sebaliknya ketika suhu di dalam ruang penetas telur berada di bawah suhu yang diinginkan maka lampu akan menyala untuk dapat memanaskan suhu di dalam ruang penetas telur. Lampu LED diberikan pada rangkaian sebagai indikator untuk mengetahui kondisi aktif atau tidaknya relay.

Pada Gambar 10 ditunjukkan realisasi rangkaian relay untuk mengendalikan aktifasi lampu bohlam dan rangkain sistem kendali suhu penetas telur berbasis mikrokontroler.



(a)



(b)

Gambar 10. (a) Realisasi rangkaian relay, (b) Realisasi rangkaian sistem kendali suhu penetas telur

3. METODA PENGUJIAN

Pengujian untuk alat yang telah dirancang bertujuan untuk mengamati nyala atau tidaknya lampu bohlam ketika suhu yang ada di dalam penetas telur melebihi atau kurang dari data suhu yang dimasukkan melalui *push button*. Proses pengujian menggunakan kotak pengeraman sebagai tempat proses berlangsungnya pemanasan untuk mengisolasi panas dari lingkungan luar. Sebelum dilakukan pengujian terhadap alat yang dirancang, terlebih dahulu dilakukan pengambilan data terhadap sensor LM35 yang akan digunakan. Data yang diambil adalah hasil pengukuran keluaran tegangan sensor LM35 dibandingkan hasil pengukuran suhu dalam kotak pengeraman. Data ini diperlukan untuk membuat persamaan dalam menkonversi nilai tegangan yang diterima ADC mikrokontroler menjadi nilai suhu. Data ini diambil dengan dua cara yaitu ketika suhu dinaikkan dan ketika suhu diturunkan.

Pengujian dan realisasi dari alat yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 11. Ada beberapa langkah sebagai persiapan untuk pengujian alat seperti dibawah berikut :

1. Memasukan sensor LM35 ke dalam kotak pemanas.
2. Menghubungkan adaptor dengan sistem minimum mikrokontroler ATmega16 dan sumber tegangan 220Vac untuk lampu bohlam.

Setelah alat telah aktif, tutup *box* pemanas agar proses pemanasan dapat berlangsung. Setelah suhu di dalam *box* pemanas lebih besar dari data suhu yang diinputkan, amati kondisi lampu bohlam apakah menyala atau mati.



Gambar 11. Alat yang akan diujikan

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

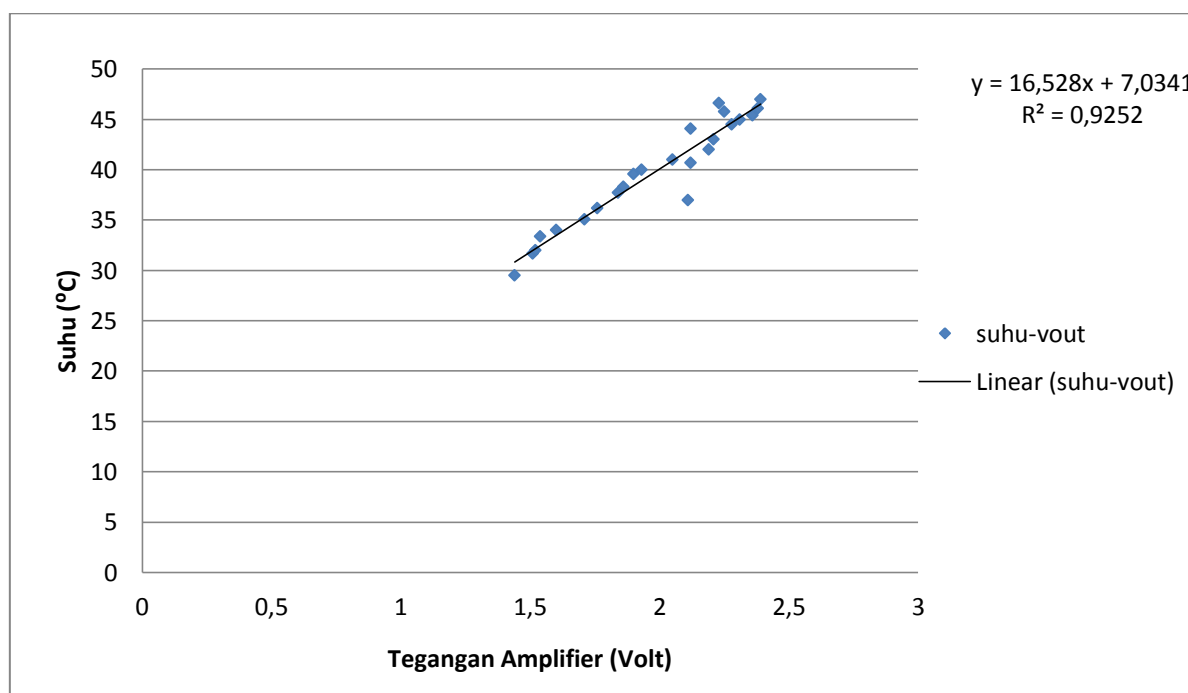
Berdasarkan metoda dan perancangan yang telah disusun, dilakukan pengambilan data untuk sensor LM35 dan pengujian terhadap alat pengendali suhu. Pengambilan data sensor bertujuan untuk mendapatkan persamaan antara nilai suhu yang dideteksi sensor LM35 dan nilai tegangan yang dikeluarkannya. Hasil pengujian karakteristik sensor LM35 tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Sensor LM35

Suhu dinaikkan			Suhu Diturunkan		
Suhu (°C)	Tegangan ADC (mV)	Faktor Skala (mV/°C)	Suhu (°C)	Tegangan ADC (mV)	Faktor Skala (mV/°C)
29,5	291,3	9,9	46,1	479	10,4
37	425	11,5	47	482	10,3
40,7	427	10,5	46,6	450	9,7
41	432	10,5	45,8	455	9,9
42	442	10,5	44,1	427	9,7
43	451	10,5	43	441	10,3
44,5	459	10,3	41	396	9,7
45	465	10,3	40	389	9,7
45,4	476	10,5	39,6	384	9,7
			38,3	375	9,8
			37,7	372	9,9
			36,2	356	9,8
			35,1	346	9,9
			34	323	9,5
			33,4	312	9,3
			32	308	9,6
			31,7	305	9,6
Rata-rata faktor skala (mV/°C)			10,05		

Warna putih pada Tabel 1 menunjukkan data yang diambil ketika suhu dinaikkan sedangkan warna abu-abu menunjukkan data ketika suhu diturunkan. Dari *datasheet*, sensor LM35 mempunyai sifat yang linier dalam mengukur suhu dengan faktor skala sekitar 10mV/1⁰C atau 1 mV/0,1⁰C. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa nilai rata-rata faktor skala antara tegangan yang dihasilkan terhadap perubahan suhu menunjukkan hasil yang mendekati nilai pada *datasheet* yaitu 10,05 mV/⁰C. Suhu yang dihasilkan kenaikan secara linier yaitu dengan suhu minimum sebesar 29,5⁰C dan maksimum 47⁰C. Kenaikan suhu ini sangat membantu untuk melakukan pengaturan nilai suhu yang diinginkan. Hal ini juga menunjukkan bahwa suhu yang dibutuhkan oleh sistem penetas telur dapat dicapai.

Setelah tegangan *output* sensor LM35 dikuatkan sebesar 5 kali oleh rangkaian *non-inverting amplifier* agar dapat memenuhi spesifikasi ketelitian 0,1⁰C, maka dilakukan *plotting* data dalam sebuah grafik untuk mendapatkan persamaan antara tegangan dan suhu yang dideteksinya. Grafik tersebut digambarkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik tegangan keluaran rangkaian penguat terhadap suhu yang diukur

Dari hasil *plotting* data yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat hubungan linearitas (R^2) yang cukup kuat antara nilai suhu yang terukur dengan nilai tegangan yang dihasilkan yaitu sebesar 0,93. Hasil ini pun menunjukkan bahwa sensor ini terbukti menghasilkan tegangan *output* yang linier untuk setiap suhu yang terukur. Hal ini akan memudahkan untuk mendeteksi perubahan suhu dengan ketelitian hingga 0,1⁰C.

Hasil pengujian dari alat yang telah dirancang adalah lampu bohlam sebagai pemanas akan aktif ketika suhu ruang penetas telur berada di bawah suhu yang diinginkan dan mati ketika suhu yang diinginkan tercapai. Jadi ketika suhu diset pada 30⁰C dan suhu ruang penetas telur berada pada suhu 26⁰C, maka ketika sistem diaktifkan, sistem akan langsung mengaktifkan relay untuk menyalakan elemen pemanas. Suhu dalam ruang penetas telur akan bertambah secara perlahan hingga suhu 30⁰C, dan kemudian mematikan elemen pemanas. Dan hasil yang sama diperoleh ketika suhu ruang penetas telur diset pada suhu yang lainnya.

Dari hasil pengujian ini diperoleh bahwa keseluruhan sistem telah bekerja dengan baik untuk mendeteksi dan mengendalikan suhu ruangan penetas telur sesuai dengan setting suhu yang diinginkan. Besarnya kenaikan suhu yang dihasilkan oleh lampu bohlam pun menunjukkan perubahan suhu yang tidak drastis tapi bersifat linier kenaikannya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa lampu bohlam sangat baik dijadikan sebagai elemen pemanas. Namun demikian, masih terdapat kelemahan pada sistem ini yaitu ketika suhu yang diset berada di bawah suhu ruangan ruangan penetas telur. Untuk mempercepat penurunan suhu masih dilakukan secara manual yaitu dengan membuka tutup kotak ruangan penetas telur agar suhu ruangan dalam kotak dapat dipercepat penurunan suhunya oleh suhu lingkungan udara luar kotak.

5. KESIMPULAN

Sistem yang dirancang telah dapat mengatur dan menjaga suhu pada kondisi konstan di dalam ruang penetas telur dengan rentang suhu dari 29,5°C hingga 47°C. Sensor LM35 menunjukkan rata-rata faktor skala pengukuran yang relatif akurat yaitu 10,05 mV/°C. Sensor ini pun menunjukkan sifat linieritas (R^2) yang relatif baik antara suhu yang diukur dengan tegangan yang dihasilkan yaitu sebesar 0,93.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengendalian suhu pada ruang penetas telur telah berhasil diimplementasikan. Akan tetapi, tentu saja studi ini masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut baik dari segi kemampuan kerja sensor dan peralatan pendukung ruang penetas telur.

DAFTAR RUJUKAN

- Haryani, D. (2013). Teknologi Penetasan Telur Itik. Dipetik 19 Februari 2015, dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten: http://banten.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=579:teknologi-penetasan-telur-itik&catid=11:folder&Itemid=11
- Kurniawan, E. (2012). Metoda Penetasan Telur Itik Modern menggunakan Mesin Tetas. Dipetik 19 Februari 2015, dari UD. Eko Jaya Bebek Lampung: <http://bebeklampung.blogspot.nl/2012/01/metode-penetasan-telur-itik-modern.html>
- Nurhadi, I ., Puspita, E. (2009). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMega 8 Menggunakan Sensor SHT 11. Dipetik 6 Maret 2015, dari <http://repo.pens.ac.id/630/1/840.pdf>
- Suprpto, Tjahjono, A., Sunarno, E. (2010). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler dengan *Fuzzy Logic Controller* (Software). Dipetik 6 Maret 2015, dari Digital Library Non Degree, Electrical Industrial Engineering, RSEP 621.815 Sup r, 2009: http://digilib.its.ac.id/public/ITS-NonDegree-8175-7306030054_paper.pdf
- Susanto (2013). Teknik Penggunaan Mesin Tetas Secara Sederhana. Dipetik 6 Maret 2015, dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan: http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=86:rapat-koordinasi-peningkatan-produksi-beras-nasional-p2bn-di-kalimantan-selatan&catid=4:info-aktual.
- Widwijanto, B. (2014). Suhu berapa yang pas untuk penetasan? Dipetik 19 Februari 2015, dari Penetas Telur Full Otomatis: Spesialis Penetas Telur Full Otomatis: <https://minorca.wordpress.com/artikel-penting/apakah-suhu-sudah-tepat/>