

Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Menggunakan Sensor DHT11

¹ Mahput Rino Saputro_1, ² Dr., Ir. Saidah, MT._2

¹ Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara, Surabaya

² Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara, Surabaya

¹ rinosaputro06@gmail.com_1, ² saidah@ubhara.ac.id_2

Abstract

This study aims to determine the temperature in the room using the LCD and sensors as automatic switches so that the temperature is stable. Researchers create a system of monitoring the temperature and humidity of a room (egg incubator) automatically using a DHT11 sensor. The DHT11 humidity and temperature sensor has many advantages which make it the right choice for this application. The choice of the microcontroller which is the brain of the controller falls on Arduino UNO. For heating the incubator 2 lamps are used with 75 watts of power. The incubator room is equipped with 1 fan for air circulation.

Circuit testing is done by turning on the power for the whole series and then the LCD display displays the temperature and humidity of the air that has been measured by DHT11 and sent serially. In this study the results obtained that a stable room temperature, which is 38 °C.

Keywords: *Arduino Microcontroller, DHT11 Sensor, Egg Hatching Machine, lcd 16x2, temperature.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu yang ada di dalam ruangan menggunakan LCD dan sensor sebagai saklar otomatis agar suhu stabil. Peneliti membuat suatu sistem monitoring suhu dan kelembaban suatu ruangan (mesin penetas telur) secara otomatis dengan menggunakan sensor DHT11. Sensor kelembaban dan temperatur DHT11 memiliki banyak kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang tepat untuk aplikasi ini. Pemilihan mikrokontroler yang menjadi otak kontroler ini jatuh pada Arduino UNO. Untuk pemanas mesin tetas digunakan 2 buah lampu dengan daya 75 watt. Ruangan inkubator dilengkapi dengan 1 buah kipas untuk sirkulasi udara.

Pengujian rangkaian dilakukan dengan cara menghidupkan power untuk seluruh rangkaian dan kemudian display LCD menampilkan suhu dan kelembaban udara yang telah diukur oleh DHT11 dan dikirimkan secara serial. Dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa suhu ruang yang stabil, yaitu 38 °C.

Kata Kunci: *Mikrokontroler Arduino, Sensor DHT11, Mesin Penetas Telur, lcd 16x2, Suhu.*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam instrumentasi berkembang dengan pesat. Berbagai jenis teknologi banyak diciptakan untuk dapat mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaannya. Sebagai salah satu teknologi yang berkembang

ialah teknologi di bidang pengukuran suhu dan kelembaban udara. Apabila suhu dan kelembaban tidak stabil akan terjadi perubahan yang dapat menyebabkan kondisi ruangan berubah. Teknologi pengukuran suhu dan kelembaban udara dapat diterapkan dalam berbagai bidang salah satunya dalam dunia peternakan. Sehingga, dunia peternakan juga mengalami kemajuan teknologi pengukuran suhu dan kelembaban udara.

Peneliti sebelumnya banyak melakukan penelitian mesin penetas telur otomatis seperti peneliti [1]. Peneliti ini menggunakan thermostat sebagai pengukur suhu dan juga handle untuk pemutar rak. Peneliti [2]. Menggunakan Arduino sebagai kontrol sensor LM35. Peneliti [3]. Membuat mesin penetas telur sederhana menggunakan sensor LM35. Peneliti [4]. Menggunakan mikrokontroler Atmega16 sebagai pengendali sinyal dari sensor LM35. Sedangkan peneliti [5]. Menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pembaca suhu dari sensor LM35.

Dalam hal ini penulis ingin membuat suatu sistem monitoring suhu dan kelembaban suatu ruangan (mesin penetas telur) secara otomatis dengan menggunakan sensor DHT11. Dimana kelebihan dari sensor DHT11 adalah dapat mengukur suhu dan kelembaban yang ada didalam mesin penetas. Seluruh pengontrolan sistem dilakukan oleh mikrokontroler Arduino UNO. Seluruh aktivitas dari sistem tersebut dikontrol secara On-Off sudah bisa dianggap cukup untuk mengontrol suatu mesin penetas telur otomatis oleh mikrokontroler arduino UNO.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Metodologi penelitian dalam pembuatan Tugas Akhir ini, dibutuhkan tahapan-tahapan sebagai berikut : Pada perancangan Tugas Akhir ini terdiri atas beberapa tahapan pelaksanaan, yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Mencari literatur serta mengumpulkan data yang berhubungan dengan dan komponen pendukung lainnya yang digunakan.
2. Pembuatan *Hardware* dan *Software*
Merancang dan merakit komponen-komponen yang sudah ditentukan menjadi Modul agar tidak memakan banyak tempat pada Panel, dan membuat *software*.
3. Pengujian dan analisa alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor untuk mengatur nyala dan mati dari lampu.

4. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan yang dibuat meliputi evaluasi tahap akhir terhadap mesin penetas telur dan juga kestabilan suhu yang didapatkan.

5. Penyusunan Laporan

Laporan dibuat berdasarkan dari seluruh kegiatan telah yang dilakukan, yaitu meliputi evaluasi tahap akhir terhadap pengujian mesin penetas telur secara otomatis.

B. Dasar Teori

2.1 Mesin Penetas

Mesin penetas telur adalah sebuah alat yang membantu untuk proses penetasan telur unggas. Cara kerja alat ini melalui proses peneraman tanpa induk dengan menggunakan sebuah lampu pijar berdaya 2 x75 watt. mesin ini dilengkapi dengan sistem rak berputar yang berfungsi untuk meratakan proses pemanasan telur agar bisa menetas secara maksimal.

Penetasan telur ayam kampung menjadi populer di tingkat peternak kecil dan menengah bahkan di tingkat rumah tangga untuk dijadikan jenis petelur, pedaging atau untuk menghasilkan unggas-unggas yang cantik untuk dipelihara sebagai binatang peliharaan, 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 penetas telur) besar. Dari semua tahap-tahap penetasan telur ada 5 poin utama yang harus diperhatikan pada mesin penetas telur, yaitu:

1. Suhu (Temperatur)
2. Kelembaban udara (*Humidity*)
3. Ventilasi
4. Pemutaran telur
5. Kebersihan [6].

Meski pada rentang suhu 36°C - 42°C telur dapat menetas, tetapi suhu optimal diupayakan pada 38°C - 39°C. sedangkan untuk kelembaban dapat dijaga pada kisaran 50% sampai 60% [7].

2.2 Mikrokontroler Arduino

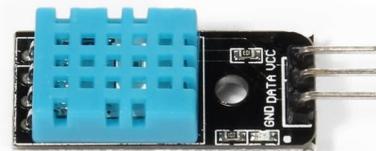
Arduino adalah sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)*

yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memori mikrokontroler [8]. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino.

Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya *open source*, baik untuk hardware maupun *software*-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560.

2.3 Sensor DHT11

Sensor dan kelembaban terkadang didesain terpisah, namun karena banyaknya peneliti memerlukan kedua sensor tersebut secara bersamaan maka beberapa produsen sensor memproduksi 1 buah alat sensor dan bisa mengukur kedua parameter tersebut. Sensor suhu dan kelembaban tersebut adalah DHT11. DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban, ia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Penampakan dari sensor DHT11 seperti ditunjukkan pada gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan gambar bagian depan dan kaki-kakinya yang terdiri dari Vcc, data pembacaan dan Ground. Sedangkan pada balik sensor berisi data maksimal pengerjaan tegangan yang dibutuhkan sensor juga kelembaban yang dapat digunakan sebagai indikator. Untuk mendeteksi kelembaban udara dan suhu udara digunakan sebuah sensor DHT11 yang dapat dikalibrasi langsung.



Gambar 1. Sensor DHT11

2.4 LCD 16X2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di

sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka atau pun grafik. Material LCD (*Liquid Crystal Display*) LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang [10]. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan backlight.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit
5. Dilengkapi dengan backlight.
6. Tersedia VR untuk mengatur kontras.
7. Pilihan konfigurasi untuk operasi write only atau read/write.
8. Catu daya +5 Volt DC dan Kompatibel dengan DT-51 dan DT-AVR Low Cost Series serta sistem mikrokontroler/mikroprosesor lain.

2.7 Lampu

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Bentuk fisik dari lampu pijar dapat dilihat pada gambar 2. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.



Gambar 2. Lampu Pijar

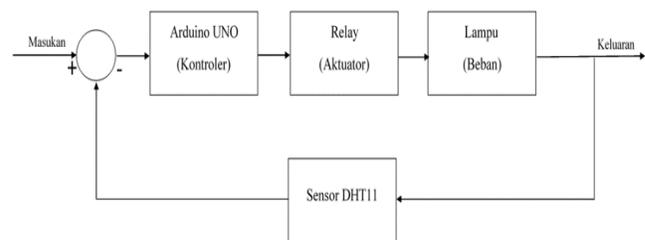
Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan diode cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi.

Di samping memanfaatkan cahaya yang dihasilkan, beberapa pengguna lampu pijar lebih memanfaatkan panas yang dihasilkan, contohnya adalah pemanas kandang ayam dan pemanas inframerah dalam proses pemanasan di bidang industri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

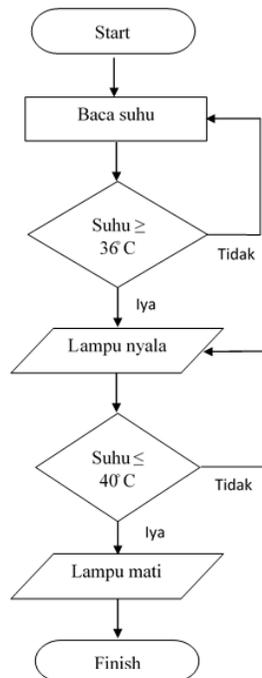
Blok diagram rancang bangun mesin penetas telur secara close loop menggunakan sensor DHT11 dapat dilihat pada gambar 3 :



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Mesin Penetas Telur

Pada blok diagram diberikan masukan set point suhu 38°C, dengan toleransi batas atas 40°C dan juga batas bawah 36°C. Dimana Arduino sebagai kontrol untuk mengatur kerja relay. Lampu digunakan untuk memberikan panas didalam ruangan mesin penetas. Sensor DHT11 digunakan untuk mengatur agar suhu keluaran sesuai dengan set point yang telah diberikan.

Dari sumber tegangan AC 220 volt masuk ke penyearah tegangan menjadi 9 volt DC sebagai power untuk arduino, kemudian relay dan sensor mendapatkan tegangan sebesar 5 volt DC dari output arduino uno. Lampu diberi tegangan 220 volt AC dari PLN.



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Mesin Penetas Telur

Gambar 4 adalah flowchart cara kerja mesin penetas telur, mulai dari proses pembacaan suhu oleh sensor DHT11, kemudian sensor memberi perintah pada relay untuk off apabila suhu pada ruangan mesin penetas telah mencapai 40C sehingga lampu pada ruangan mesin penetas akan mati. Kemudian relay akan memberi perintah on apabila suhu dalam ruangan mesin penetas turun ke suhu 36C sehingga lampu pada ruangan mesin penetas akan menyala kembali dan menaikkan suhu hingga batas yang ditentukan. Apabila suhu telah mencapai batas yang ditentukan maka relay kembali off dan lampu pada ruangan mesin penetas akan mati begitu seterusnya.

3.2 Pengujian Pengambilan Data

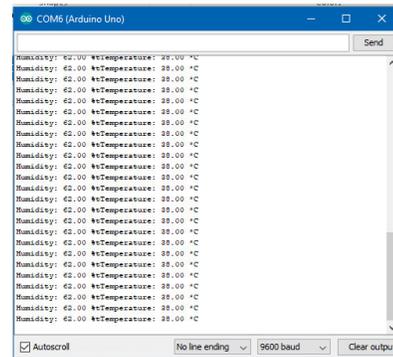
Pengujian pengambilan data ini dibagi menjadi dua, yaitu pengujian LCD dan pengambilan data sensor.

1) Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan mengupload program ke Arduino. Jika program tersebut berjalan lancar maka LCD akan menampilkan hasil pembacaan sensor suhu dan kelembaban (DHT11) seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Pada LCD 16x2



Gambar 6. Tampilan Pada Serial Monitor Arduino Uno

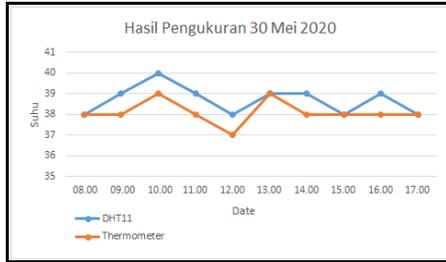
Gambar 6 merupakan tampilan serial monitor Arduino Uno suhu dan kelembaban sesuai dengan yang ditampilkan pada LCD 16x2.

2) Pengujian Pengambilan Data Sensor

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 7 sampai gambar 12 dan juga tabel 1 sampai tabel 5 berikut :

Tabel 1. Pengambilan Data Suhu Pertama

No.	Date	DHT 11	Thermo meter	Lampu	Error
1.	30 Mei 2020, 08.00	38	38	On	0,0%
2.	30 Mei 2020, 09.00	39	38	On	2,6%
3.	30 Mei 2020, 10.00	40	39	On	2,5%
4.	30 Mei 2020, 11.00	39	38	On	2,6%
5.	30 Mei 2020, 12.00	38	37	On	2,7%
6.	30 Mei 2020, 13.00	39	39	Off	0,0%
7.	30 Mei 2020, 14.00	39	38	Off	0,0%
8.	30 Mei 2020, 15.00	38	38	Off	2,6%
9.	30 Mei 2020, 16.00	39	38	Off	0,0%
10.	30 Mei 2020, 17.00	38	38	On	0,0%
Rata-Rata		38,7	38,1		1,3%



Gambar 7. Grafik Pengambilan Data Suhu Pertama

Tabel 2. Pengambilan Data Kelembaban pertama

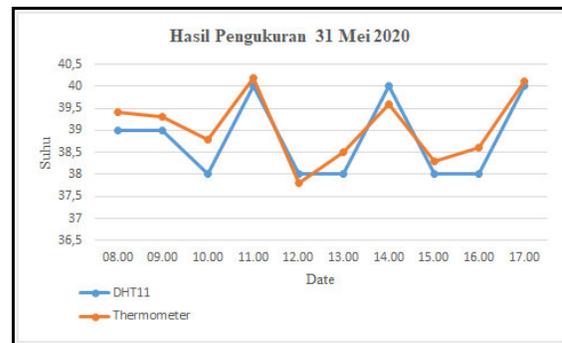
No.	Date	Kelembaban (%)
1.	30 Mei 2020, 08.00	57
2.	30 Mei 2020, 09.00	56
3.	30 Mei 2020, 10.00	56
4.	30 Mei 2020, 11.00	55
5.	30 Mei 2020, 12.00	54
6.	30 Mei 2020, 13.00	54
7.	30 Mei 2020, 14.00	55
8.	30 Mei 2020, 15.00	55
9.	30 Mei 2020, 16.00	55
10.	30 Mei 2020, 17.00	55
Rata-Rata		55,2



Gambar 8. Grafik Pengambilan Data Kelembaban Pertama

Tabel 3. Pengambilan Data Suhu Kedua

No.	Date	DHT 11	Thermo meter	Lampu	Error
1.	31 Mei 2020, 08.00	39	39,4	Off	1,01%
2.	31 Mei 2020, 09.00	39	39,3	Off	0,51%
3.	31 Mei 2020, 10.00	38	38,8	Off	2,06%
4.	31 Mei 2020, 11.00	40	40,2	Off	0,49%
5.	31 Mei 2020, 12.00	38	37,8	On	0,79%
6.	31 Mei 2020, 13.00	38	38,5	Off	1,29%
7.	31 Mei 2020, 14.00	40	39,6	On	1,01%
8.	31 Mei 2020, 15.00	38	38,3	Off	0,78%
9.	31 Mei 2020, 16.00	38	38,6	Off	1,55%
10.	31 Mei 2020, 17.00	40	40,1	Off	0,24%
Rata - Rata		38,8	39,06		0,97%



Gambar 9. Grafik Pengambilan Data Suhu Kedua

Tabel 4. Pengambilan Data Kelembaban Kedua

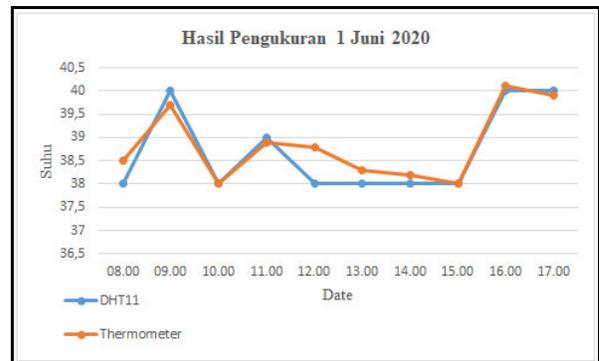
No.	Date	Kelembaban (%)
1.	31 Mei 2020, 08.00	56
2.	31 Mei 2020, 09.00	56
3.	31 Mei 2020, 10.00	55
4.	31 Mei 2020, 11.00	55
5.	31 Mei 2020, 12.00	55
6.	31 Mei 2020, 13.00	55
7.	31 Mei 2020, 14.00	54
8.	31 Mei 2020, 15.00	54
9.	31 Mei 2020, 16.00	55
10.	31 Mei 2020, 17.00	55
Rata-Rata		55



Gambar 10. Grafik Pengambilan Data Kelembaban Kedua

Tabel 5. Pengambilan Data Suhu Ketiga

No.	Date	DHT 11	Thermo meter	Lampu	Error
1.	1 Juni 2020, 08.00	38	38,5	Off	1,29%
2.	1 Juni 2020, 09.00	40	39,7	Off	0,75%
3.	1 Juni 2020, 10.00	38	38	On	0,00%
4.	1 Juni 2020, 11.00	39	38,9	On	0,25%
5.	1 Juni 2020, 12.00	38	38,8	Off	2,06%
6.	1 Juni 2020, 13.00	38	38,3	On	0,78%
7.	1 Juni 2020, 14.00	38	38,2	Off	0,52%
8.	1 Juni 2020, 15.00	38	38	On	0,00%
9.	1 Juni 2020, 16.00	40	40,1	Off	0,24%
10.	1 Juni 2020, 17.00	40	39,9	Off	0,25%
Rata - Rata		38,7	38,84		0,61%



Gambar 11. Grafik Pengambilan Data Suhu Ketiga

Tabel 6. Pengambilan Data Kelembaban Ketiga

No.	Date	Kelembaban (%)
1.	1 Juni 2020, 08.00	55
2.	1 Juni 2020, 09.00	55
3.	1 Juni 2020, 10.00	54
4.	1 Juni 2020, 11.00	55
5.	1 Juni 2020, 12.00	56
6.	1 Juni 2020, 13.00	55
7.	1 Juni 2020, 14.00	55
8.	1 Juni 2020, 15.00	54
9.	1 Juni 2020, 16.00	55
10.	1 Juni 2020, 17.00	55
Rata-Rata		54,9



Gambar 12. Grafik Pengambilan Data Kelembaban Ketiga

Hasil data error pada pengambilan data dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ Error} = \left[\frac{\text{Nilai Standar} - \text{Nilai Uji}}{\text{Nilai Standar}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian Sensor DHT11 yang dilakukan selama 3 hari dengan jumlah pengukuran 10 x 1 jam ini dilakukan untuk mencari nilai rata-rata suhu yang ada dalam ruangan. Sensor ini diletakan pada bagian atas rak geser yang nantinya sensor ini akan mengharapkan hasil nilai data berupa suhu pada ruangan mesin tetas.

Perbandingan Sensor DHT11 dan pada Termometer memiliki tingkat Error pada DHT11 yang mana pada pengukuran pertama, kedua dan ketiga memiliki rata-rata Error dari 10 kali percobaan sebesar 1,3 % untuk pengukuran pertama, 0,97% untuk pengukuran kedua, dan 0,61 % pada pengukuran ketiga.

Kelembaban yang didapat dari hasil pengukuran sensor DHT11 pada pengukuran pertama mendapatkan hasil rata-rata 55,2%, pengukuran kedua 55%, dan pengukuran ketiga 54,9%.

IV. KESIMPULAN

1) Kesimpulan

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan pada makalah ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sensor DHT 11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik, serta ditambah dengan kemampuan mikrokontroler 8 bit seperti Arduino. Sistem ini mampu menjaga suhu di dalam mesin penetas dengan rata-rata nilai suhu sebesar 38,73° C, sedangkan untuk suhu rata-rata pada termometer sebesar 38,66° C. Untuk kelembaban pada ruang penetas didapatkan hasil rata-rata sebesar 55%.
2. Perbandingan hasil pengujian antara sensor DHT11 dan Thermometer dapat terlihat dalam hasil perhitungan di atas pada alat yang dirancang sudah mendekati linier dengan alat standar dengan rata-rata % error pada pengujian pertama sebesar 1,3%, rata-rata error pengujian kedua sebesar 0,97%, dan rata-rata error pada pengujian ketiga sebesar 0,61%.
3. Pengujian rangkaian dilakukan dengan cara menghidupkan power untuk seluruh rangkaian dan kemudian display LCD menampilkan suhu dan kelembaban udara yang telah diukur oleh DHT11 dan dikirimkan secara serial. Pada LCD akan ditampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara yang telah diukur. Hasil pengukuran suhu diperoleh dalam satuan Derajat Celcius (°C) dan hasil pengukuran kelembaban diperoleh dalam satuan Persen (%). Setelah hasil pengukuran ditampilkan pada LCD berarti alat pengukur suhu dan kelembaban udara ini telah sukses menjalankan seluruh operasi di atas, dan dapat dinyatakan kalau rangkaian bekerja dengan baik.

2) Saran

Untuk kelanjutan Riset yang akan datang, diharapkan adanya pengembangan pada Rancang BangunMesin penetas telur secara Closelooop Menggunakan Sensor DHT11 dengan menambahkan beberapa Fitur di dalamnya. Adapun masukan-masukan yang dapat diberikan untuk pengembangan Sistem ini ke depan adalah sebagai berikut :

1. Dengan menambah jenis sensor yang lain, dan juga menambah rancangan sistem lainnya maka pengaplikasian alat ukur ini dapat lebih dikembangkan.
2. Untuk meningkatkan sistem keandalan pengukuran suhu dan kelembaban dari kerja alat sensor DHT11, akan lebih

3. baik apabila melakukan perbandingan hasil pengukuran dengan alat ukur suhu dan kelembaban udara dengan sensor yang lain.
4. Disarankan untuk membuat rangkaian lebih baik dan program yang lebih spesifik sehingga dapat diaplikasikan ke penggunaan yang lain.
5. Untuk menambah panel surya sebagai sumber utama akan membuat alat ini lebih hemat energi listrik.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurhadi, I., & Puspita, E. (2009). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Menggunakan Sensor SHT 11. Students' Creation in Eepis Final Project Competition.
- [2] Rahim, R. H., Rumagit, A. M., & Lumenta, A. S. (2015). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 1-7.
- [3] Rahayuningtyas, A., Furqon, M., & Santoso, T. (2014). Rancang bangun alat penetas telur sederhana menggunakan sensor suhu dan penggerak rak otomatis. *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, 4(1), 245-252.
- [4] Fadhila, E., & Rachmat, H. H. (2014). Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler Pada Ruang Penetas Telur. *Jurnal Reka Elkomika*, 2(4), 275-284
- [5] Rofingi, A., Supradono, B., & Solichan, A. (2011). Aplikasi Atmega8535 Sebagai Pengontrol Alat Penetas Telur. *Media ElektriKa*, 4(2).
- [6] Shafiudin, S. (2017). Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis Pid. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3).
- [7] Hasan, T. A., Indra, J., & . G. (2016). Prototipe Mesin Penetas Telor Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328 menggunakan Sensor DHT11. *Techno Xplore : Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 28-33.
- [8] Al, "Perencanaan Wireless Sensor Network (WSN) pada Sistem Monitoring Suhu," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 1, pp. 9-19, 2017.
- [9] Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*, 6(2), 49-56.
- [10] D. Dhanny Jufril, Darwison, Budi Rahmadya, "Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metoda Fuzzy Logic Control," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1-6, 2015.