

Perancangan Monitoring dan Pengatur Suhu Kandang Ulat Hongkong(*Tenerbio Molitor*) berbasis IOT

Design Monitoring and Temperature Control for Hongkong Caterpillar Cages (Tenerbio Molitor) based on IOT

Andik purnomo¹, Mashudi², Johan Wayan Dika³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas ilmu eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar
email: mr.andikpurnomo@gmail.com, mashudi@unublitar.ac.id, johan.wayan@unublitar.ac.id

Abstrak

Peternak ulat hongkong yang masih menggunakan cara manual dalam menjaga nilai suhu ideal yang dibutuhkan ulat hongkong dan monitoring yang dilakukan masih menggunakan cara manual. Atas dasar tersebut dibuatlah rancangan alat untuk ulat hongkong yang mempunyai kemampuan menyalakan dan mematikan penghangat dan pendingin secara otomatis serta monitoring secara otomatis dan realtime dengan menggunakan alat yang digunakan pada sistem ini yaitu arduino uno R3, sensor DHT11, LCD16x2, relay 2 channel, ESP8266, I2C, socket yang digunakan lampu pijar sebagai penghangat, socket yang digunakan kipas sebagai pendingin dan tingspeak.com sebagai monitoring yang dapat diakses melalui HP dan PC. Hasil dari penelitian ini adalah perancangan yang telah dibuat dapat menyalakan penghangat secara otomatis pada suhu dibawah 25 °C , menyalakan pendingin secara otomatis pada suhu diatas 30 °C mematikan penghangat serta pendingin pada suhu 25 °C – 30 °C dan monitoring suhu dapat dilakukan secara realtime melalui lcd16x2 serta tingspeak.com yang dapat diakses melalui HP dan PC. Berdasarkan hasil kuisioner yang telah diisi oleh peternak ulat hongkong , responden menjawab bahwa alat yang telah dirancang dapat lebih memudahkan peternak ulat hongkong dengan hasil jawaban baik dan baik sekali.

Kata Kunci : Ulat hongkong, pengatur suhu, IOT.

Abstrack

Hong Kong caterpillar breeders still use manual methods to maintain the ideal temperature value needed by Hong Kong caterpillars and monitoring is still done manually. On this basis, a tool design for the Hong Kong caterpillar was made which has the ability to turn on and off the heater and cooler automatically as well as automatic and real-time monitoring using the tools used in this system, namely Arduino Uno R3, DHT11 sensor, LCD16x2, relay 2 channel, ESP8266, I2C, sockets used by incandescent lamps as heaters, sockets used by fans as cooling and tingspeak.com as monitoring which can be accessed via HP and PC. The result of this research is that the design that has been made can turn on the heater automatically at temperatures below 25 °C, turn on the cooler automatically at temperatures above 30 °C, turn off the heater and cooler at a temperature of 25 °C – 30 °C and temperature monitoring can be done in real time via the lcd16x2 and tingspeak.com which can be accessed via HP and PC. Based on the results of the questionnaire that has been filled out by the Hong Kong caterpillar breeders, the respondents answered that the tools that have been designed can make it easier for the Hong Kong caterpillar breeders with good and excellent answers.

Keywords: Hongkong caterpillar, temperature control, IOT.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan aneka ternak yang salah satu jenisnya adalah ternak ulat hongkong [1]. Salah satu daerah yang membudidayakan ulat hongkong adalah Blitar [2]. Suhu ialah faktor sangat penting karena dapat berpengaruh terhadap aktifitas hewan seperti serangga yang mempunyai sifat *poikilothermi* secara umum, yaitu sifat naik dan turun ikut suhu dilingkungan. Rataan suhu sangat berpengaruh terhadap daya tahan hidup ulat hongkong. Semakin rendah rata-rata suhu lingkungan hidup, maka daya tumbuh ulat hongkong bisa lambat dan ketika suhu melebihi kebutuhan suhuan ideal ulat hongkong maka ulat hongkong dapat mengalami kematian [3]. Ulat hongkong memerlukan perlakuan khusus yaitu dengan media pemeliharaan ulat hongkong berupa kotak-kotak untuk menampung pakan dan ulat hongkong

yang dijadikan satu dapat berbahan kayu maupun plastik yang tersusun dalam rak dan tersusun rapi dengan ditempatkan pada suhu 25°C-30°C [4,2].

Astuti, dkk (2017) [2] telah mengemukakan suatu sistem yang telah dibuat yaitu dengan menggunakan termometer digital otomatis dan modifikasi ruang menggunakan exhoust. Berdasarkan hasil observasi, diketahui bahwa kandang ulat hongkong yang telah digunakan masih sangat sederhana. Hal ini diketahui dari sistem sederhana yang berfungsi untuk menjaga suhu dari ulat hongkong. Pada saat cuaca dalam kondisi panas maka peternak menggunakan kipas angin untuk menurunkan suhu yang panas tersebut dan saat kondisi dingin digunakan lampu pijar untuk penghangat. Ini semua masih diakses dan dioperasikan secara manual.

Perkembangan teknologi saat ini yang pesat sekali, salah satunya ialah pada bidang teknologi *mikrocontroller* arduino dan *internet of things*(IOT) [5,6]. Arduino ialah *mikrocontroller* yang mempunyai sifat *open source* dan *single board*. Arduino memiliki rancangan sedemikian rupa agar dapat memudahkan penguanya dibidang yang membutuhkan. Bahasa program pada arduino yang dipakai C/C++, dalam satu *mikrocontroller* arduino bisa ditanamkan bermacam-macam *library* ataupun metode selama kemampuan kapasitas memori yang dimiliki *mikrocontroller* mencukupi [7,8]. *Internet of things* ialah insfrastuktur yang bersifat global yang digunakan masyarakat era informasi, memungkinkan sebuah layanan canggih yang dapat memnghubungkan objek ysng terdiri baik fisik ataupun virtual dengan teknologi pertukaran dalam informasi dan berkembangnya pada teknologi komunikasi [9,10,11].

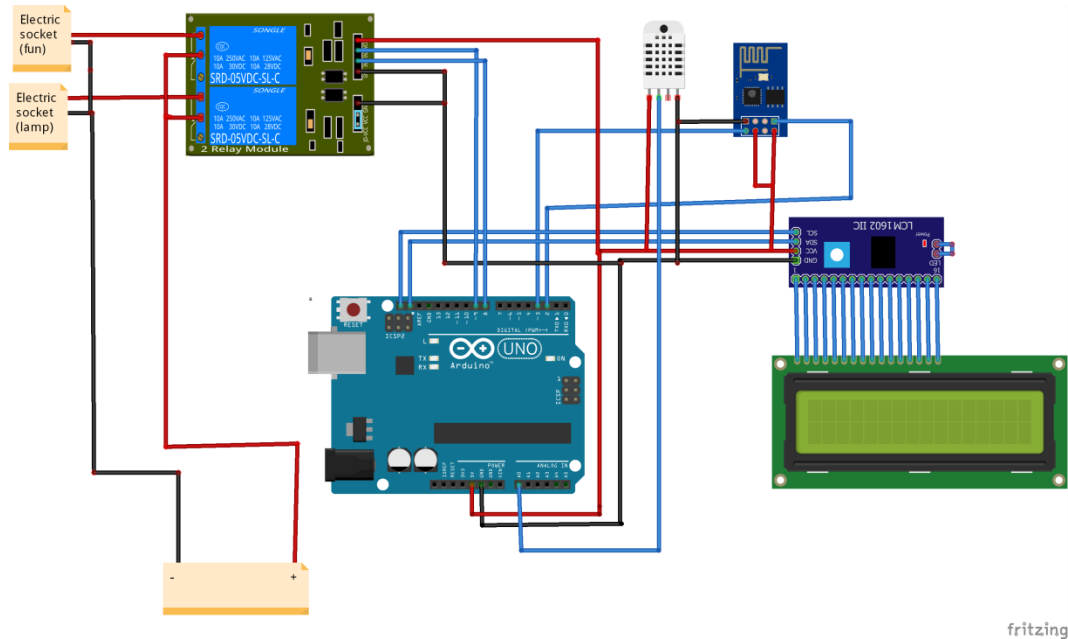
Dengan hardirnya teknologi seperti diatas, maka dirancang sebuah sistem alat untuk mengatur suhu secara *automatic* dan *monitoring* suhu secara langsung baik dalam jarak dekat maupun jarak lebih jauh pada kandang ternak ulat hongkong sehingga kematian ulat hongkong yang disebabkan oleh suhu diharapkan dapat diminimalisir.

Atas dasar uraian tersebut dalam penelitian ini dibuat rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana rancangan sistem *monitoring* dan alat pengatur suhu kandang ulat hongkong berbasis *internet of things*?
2. Bagaimana unjuk kerja sistem *monitoring* dan alat pengatur suhu kandang ulat hongkong berbasis *internet of things*?
3. Bagaimana efektivitas sistem *monitoring* dan alat pengatur suhu kandang ulat hongkong berbasis *internet of things* dalam lebih memudahkan pekerjaan peternak?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian pengembangan (*research and development*). Jenis metode penelitian ini berfungsi untuk menghasilkan suatu produk tertentu dengan menguji serta melihat efektivitas dari produk yang dikembangkan. Pengujian dilakukan di peternakan ulat hongkong desa Jatinom Blitar.



Gambar 1. Desain uji coba

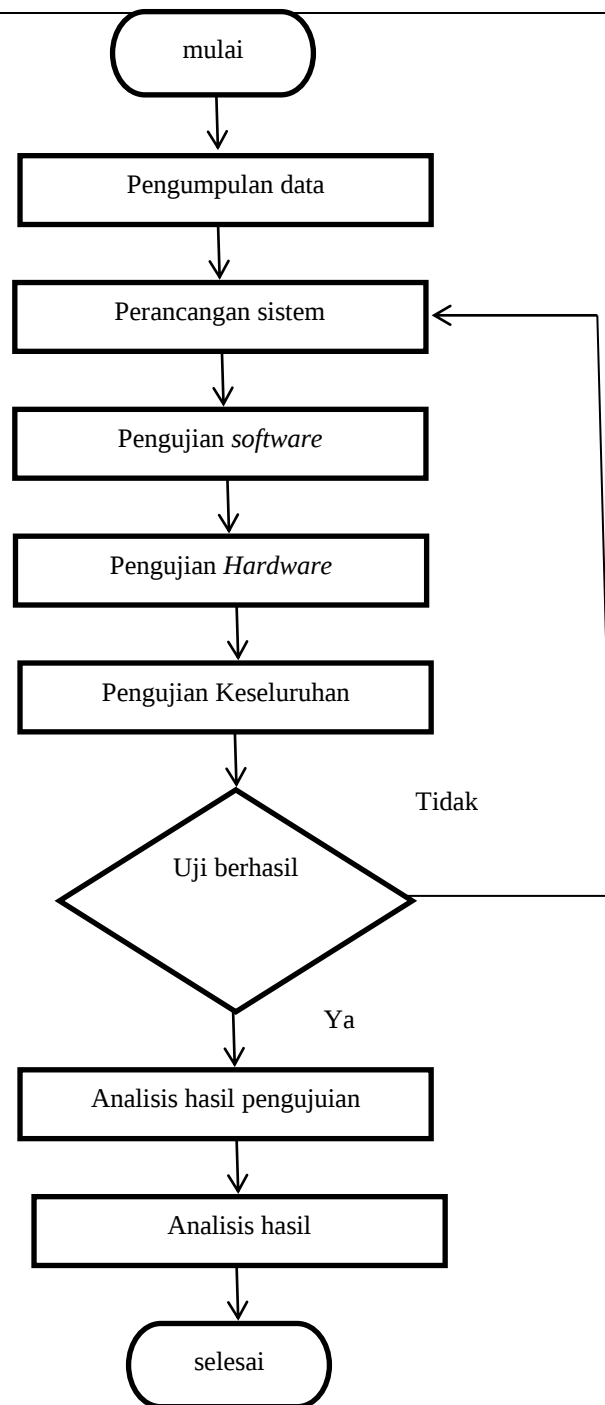
Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa desain uji coba terdiri dari arduino uno R3, LCD, I2C, Sensor suhu DHT11, relay 2 chanel, ESP8266, *socket* kipas dan *socket* lampu. Secara sederhana sensor suhu akan bekerja untuk mengambil nilai suhu kemudian data nilai suhu tersebut digunakan untuk mengatur pendingin dan penghangat secara otomatis serta nilai suhu tersebut dapat di *monitoring* melalui lcd dan tingspeak.com (dalam uji coba ini digunakan pengakses laptop menggunakan koneksi wifi dilokasi dan HP menggunakan data internet).

Subjek dari penelitian ini adalah ulat hongkong yang terdapat pada satu kandang dengan dimensi 60x80x10 cm. Dengan dimensi kandang ini, maka terdapat ulat hongkong sebanyak 3 kg.

Jenis data pada penelitian pengembangan ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif ditujukan untuk melihat efisiensi unjuk kerja, efektivitas dalam mempermudah peternak dari perancangan sistem *monitoring* dan alat pengatur suhu kandang ulat hongkong (*tenerbio molitor*) berbasis *internet of things*. Sedangkan data kualitatif ditujukan untuk penyempurnaan produk yang nantinya akan digunakan.

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi pengujian *software*, *hardware*, keseluruhan sistem yang dilakukan secara bertahap sehingga ketika pengujian tahap pertama berhasil maka akan lanjut ketahap selanjutnya serta kuisioner yang diberikan ke peternak.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data deskriptif yaitu analisis deskriptif kualitatif dan analisis deskriptif kuantitatif. Data yang terkumpul diklasifikasikan menjadi 2 jenis. Pertama data kualitatif berupa kata dan kedua data kuantitatif berupa angka.



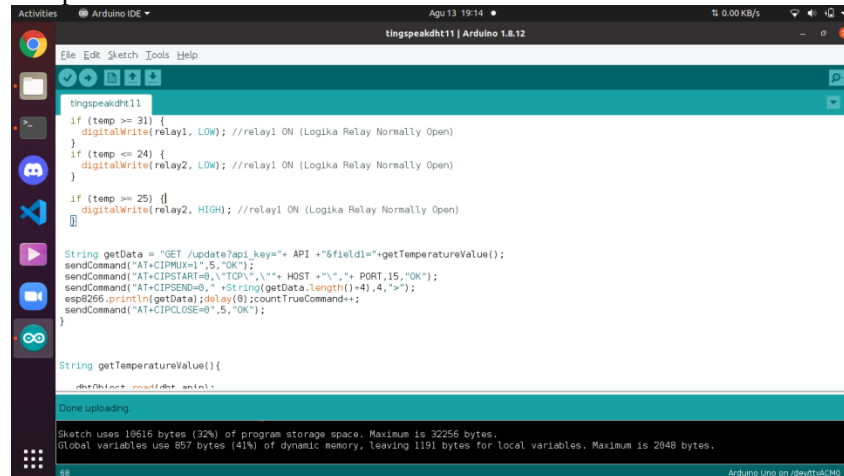
Gambar 2. Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian *software* sebagai berikut:

1. Pengujian *software* Arduino IDE

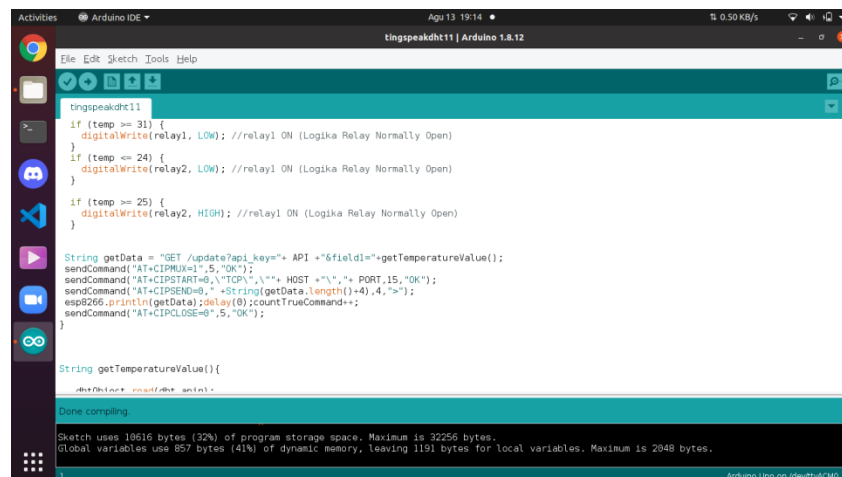
- Semua program dikerjakan pada *software* arduino IDE kemudian *meng-compile* dan pastikan tidak ada status *error*.



Gambar 3. Meng-compile

Program telah dikerjakan lampiran berdasarkan desain uji coba yang telah dibuat dan di *compile*. Pada gambar 3 dapat diketahui tidak ada *error* pada program yang telah di buat dan di *compile*.

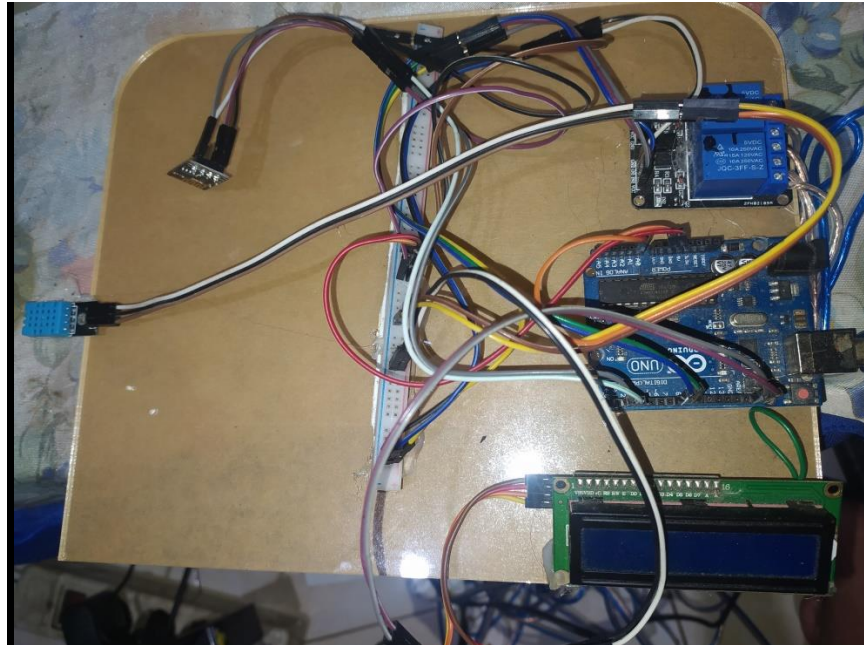
- Hubungkan *board* arduino dengan USB lalu hubungkan pada PC yang akan digunakan, kemudian *upload* program.



Gambar 4. Upload Program.

Program yang telah dibuat dan di *compile* maka selanjutnya program di *upload* dan dari gambar 4.2 dapat di ketahui *upload* program telah berhasil.

- Menghubungkan konfigurasi pin pada arduino dengan perangkat *input* dan *output*.



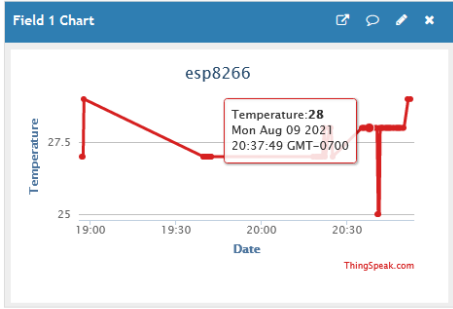
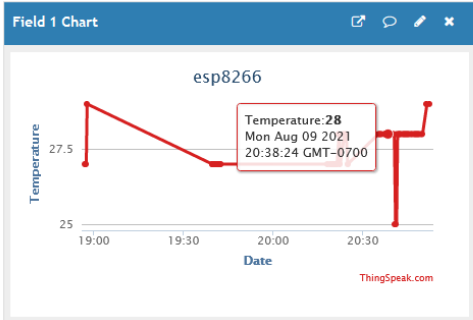
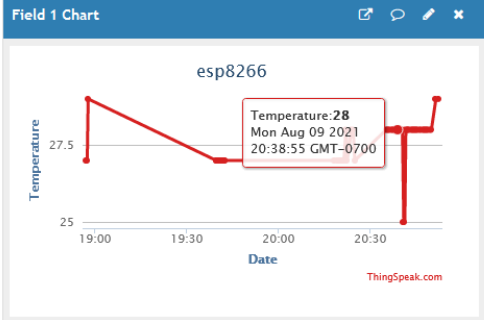
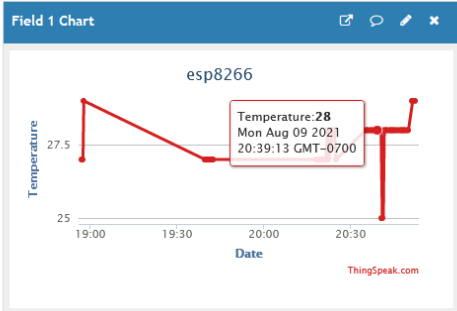
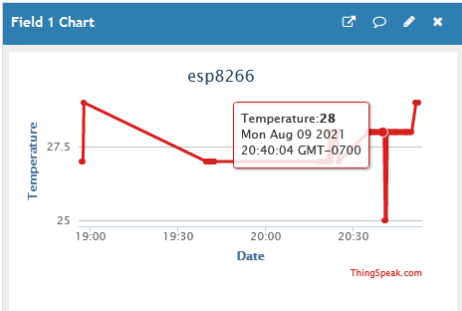
Gambar 5. Menghubungkan Pin

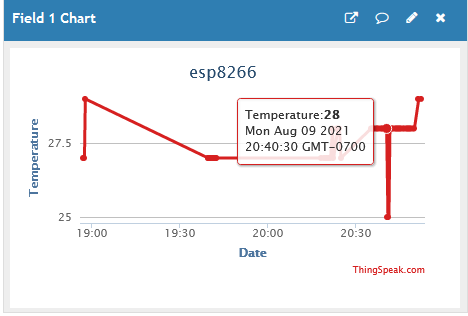
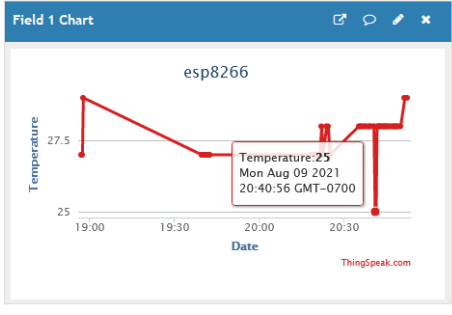
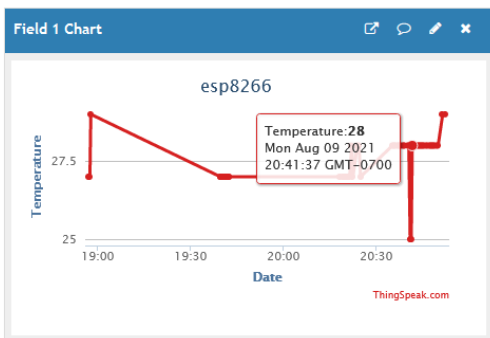
Konfigurasi pin dilakukan berdasarkan desain yang telah dibuat . Pada gambar 5 dapat diketahui konfigurasi pin telah berhasil dilakukan.

2. Pengujian *software* thingspeak terhadap ESP8266

Tabel 1. Pengujian Software Thingspeak terhadap ESP8266

No.	Time	field
1.	2021-08-09 20:37:10	
2.	2021-08-09 20:37:25	

3.	2021-08-09 20:37:49	
4.	2021-08-09 20:38:24	
5.	2021-08-09 20:38:55	
6.	2021-08-09 20:39:13	
7.	2021-08-09 20:40:04	

8.	2021-08-09 20:40:30	
9.	2021-08-09 20:40:56	
10.	2021-08-09 20:41:37	

Pada tabel 5 diketahui esp8622 dapat mengirim data ke thingspeak.com dan dapat ditampilkan pada thingspeak.com.

3. Pengujian *Hardware*

Hasil pengujian *hardware* sebagai berikut:

1. Pengujian Adaptor



Gambar 6. Pengujian Adaptor

Pengujian adaptor dilakukan dan dari gambar 4.4 dapat diketahui nilai output tegangan pada adaptor tersebut adalah 9.54 V.

2. Pengujian LCD



Gambar 7. Pengujian LCD

Pengujian LCD16X2 dilakukan dan didapatkan hasil pada gambar 7 dapat diketahui LCD16x2 dapat menerima dan menampilkan nilai suhu.

3. Pengujian DHT11

Tabel 1. Pengujian DHT11

No.	Sensor DHT 11	Hygrometer	Selisih	Error
1.	26 °C	26,5 °C	0,5	1,8 %
2.	26 °C	26,3 °C	0,3	1,1%
3.	26 °C	26,2 °C	0,2	0,7 %
4.	26 °C	26 °C	0	0 %
5.	26 °C	26,3 °C	0,3	1,1 %
6.	26 °C	26,4 °C	0,4	1,5 %
7.	26 °C	26,4 °C	0,4	1,5 %
8.	26 °C	26,4 °C	0,4	1,5 %
9.	26 °C	26,5 °C	0,5	1,8 %
10.	27 °C	27 °C	0	0 %

4. Pengujian Relay

Tabel 3. Pengujian Relay

No.	Suhu	relay 1(lampu)	relay 2 (kipas)
1.	27 °C	<i>off</i>	<i>off</i>
2.	31 °C	<i>off</i>	<i>on</i>
3.	30 °C	<i>off</i>	<i>off</i>
4.	24 °C	<i>on</i>	<i>off</i>
5.	25 °C	<i>off</i>	<i>off</i>
6.	31 °C	<i>off</i>	<i>on</i>
7.	30 °C	<i>off</i>	<i>off</i>
8.	23 °C	<i>on</i>	<i>off</i>
9.	26 °C	<i>off</i>	<i>off</i>
10.	31 °C	<i>off</i>	<i>on</i>

4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan Sistemke-1

No.	Lampu (otomatis on/off)	Kipas (otomatis on/off)	Lcd	thingspeak(HP)	thingspeak(PC)
1.	off	on	31 °C	31 °C	31 °C
2.	off	off	30 °C	30 °C	30 °C
3.	off	off	30 °C	30 °C	30 °C
4.	off	off	29 °C	29 °C	29 °C
5.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
6.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
7.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
8.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
9.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
10.	off	off	26 °C	26 °C	26 °C

Tabel 5. Pengujian Keseluruhan Sistemke-2

No.	Lampu (otomatis on/off)	Kipas (otomatis on/off)	Lcd	thingspeak(HP)	thingspeak(PC)
1.	off	on	33 °C	33 °C	33 °C
2.	off	off	30 °C	30 °C	30 °C
3.	off	off	29 °C	29 °C	29 °C
4.	off	off	29 °C	29 °C	29 °C
5.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
6.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
7.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
8.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
9.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
10.	off	off	27 °C	27 °C	27 °C

Tabel 6. Pengujian Keseluruhan Sistemke-3

No.	Lampu (otomatis on/off)	Kipas (otomatis on/off)	Lcd	thingspeak(HP)	thingspeak(PC)
1.	off	off	30 °C	30 °C	30 °C
2.	off	off	30 °C	30 °C	30 °C
3.	off	off	29 °C	29 °C	29 °C
4.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
5.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
6.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
7.	off	off	28 °C	28 °C	28 °C
8.	off	off	27 °C	27 °C	27 °C
9.	off	off	27 °C	27 °C	27 °C
10.	off	off	27 °C	27 °C	27 °C

5. Pembahasan

A. Pengujian *Software*

Pembahasan pengujian *software* sebagai berikut:

1. Pengujian *software* Arduino IDE

- a. Desain yang telah dibuat maka dibuatlah program dan di *compile* untuk mengetahui ada yang *error* atau tidak. Dalam gambar 4.1 maka diketahui tidak ada *error* pada program yang telah di buat.
- b. Selanjutnya program di *upload* pada arduino. Pada gambar 4.2 diketahui program berhasil di *upload* dan tidak ada masalah dalam *upload* program tersebut.
- c. Pada gambar 4.3 merupakan konfigurasi pin yang dilakukan berdasarkan desain uji coba yang telah dibuat. Pada gambar 4.3 diketahui bahwa konfigurasi telah berhasil

2. Pengujian *software* thingspeak terhadap ESP8266

Thingspeak.com berdasarkan website resmi dapat menerima dan menampilkan data yang di terima secara terus menerus. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.1 maka dapat diketahui ESP8266 dapat mengirim data ke tingspeak.com dan dapat menampilkan data yang telah terkirim ke tingspeak.com.

B. Pengujian *Hardware*

Pembahasan pengujian *hardware* sebagai berikut:

1. Pengujian Adaptor

Berdasarkan deskripsi produk dari arduino tegangan input yang direkomendasikan adalah 7-12 v agar arduino dapat bekerja dengan baik. Setelah dilakukan pengujian yang didapatkan pada gambar 4.4 maka di dapatkan hasil pengukuran adaptor menunjukan nilai 9,54 v dimana rekomendasi tegangan input dari arduino adalah 7-12 v sehingga tegangan adaptor tersebut sesuai dengan kebutuhan tegangan input arduino.

2. Pengujian LCD

Berdasarkan deskripsi produk LCD16x2 dapat menampilkan 16 karakter. Setelah didapatkan hasil pengujian pada gambar 4.5 LCD dapat menampilkan nilai suhu yang di dapat dari sensor suhu sehingga dapat dihasilkan hasil pengujian yang baik dan LCD bisa digunakan sebagai monitoring suhu.

3. Pengujian DHT11

Berdasarkan deskripsi produk *Accuracy* dari DHT11 adalah $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan *Repeatability* $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Satya, dkk, (2020) [12] menjelaskan metode perbandingan suhu dapat dilakukan dengan metode *repeated* dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

Kesalahan = Nilai suhu thermo-hygrometer – Nilai suhu DHT11 : Nilai suhu DHT11 x 100%

Setelah diperoleh nilai kesalahan pada tabel 4.2 masing-masing nilai suhu yang dideteksi maka dapat diperoleh nilai rata-ratanya :

Kesalahan=Total kesalahan % / Jumlah data

Kesalahan= 11 % / 10

Kesalahan= 1,1 %

4. Pengujian Relay

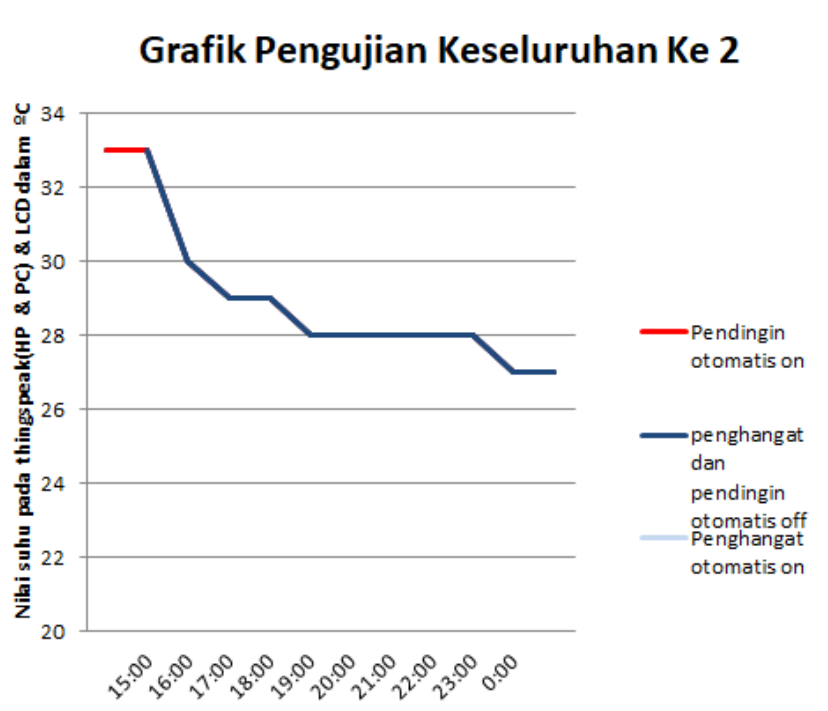
Hartiningsih , Sari (2014) dan Astuti, dkk, (2017) menjelaskan suhu yang dibutuhkan untuk ulat hongkong ditempatkan pada suhu 25°C-30°C. Maka dalam penelitian ini dibuat ketika suhu kurang dari 25°C maka penghangat otomatis *on* dan ketika suhu lebih dari 30°C maka pendingin otomatis *on* dan ketika suhu 25°C sampai dengan 30°C maka penghangat dan pendingin otomatis *off*. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.3 dapat diketahui relay bisa bekerja dengan baik dimana ketika nilai suhu lebih dari 30 °C maka relay 2 secara otomatis hidup(pendingin) dan ketika suhu 25 °C sampai dengan 30 °C maka kedua relay secara otomatis mati dan ketika suhu dibawah 25 °C relay 1(penghangat) secara otomatis hidup.

C. Pengujian Keseluruhan Sistem

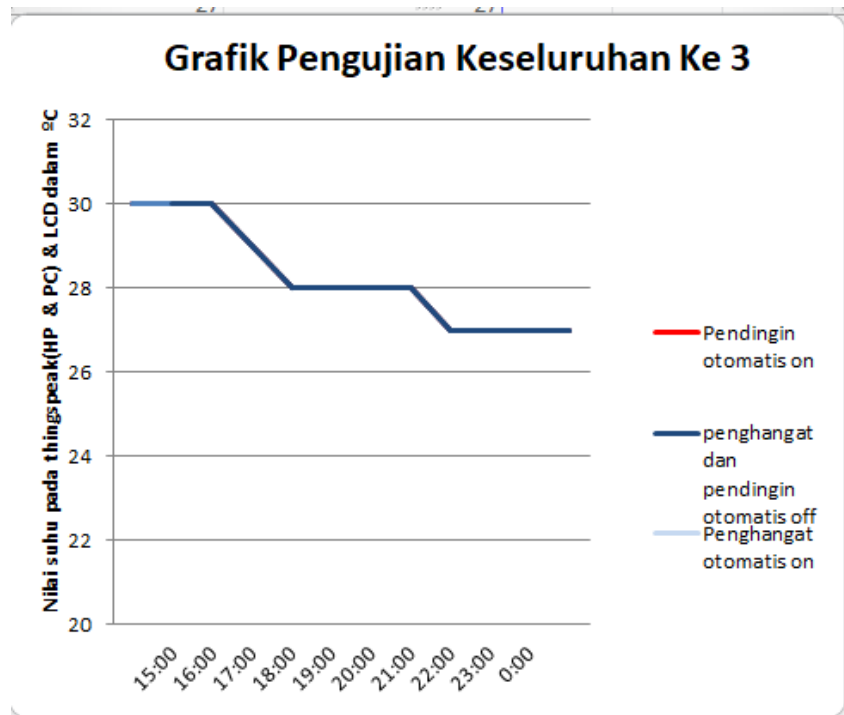
Setelah dilakukan pengujian secara keseluruhan dan didapatkan hasil pada tabel 4.4, 4.5 dan 4.6 maka dapat diketahui alat dapat bekerja dimana sensor suhu dapat mendapatkan nilai suhu dan nilai suhu tersebut dapat di *monitoring* ditempat melalui LCD16x2 serta dapat di *monitoring* dengan jarak lebih jauh menggunakan tingspeak.com. Nilai suhu yang telah didapatkan juga dapat digunakan untuk mengatur secara otomatis yaitu penghangat atau pendingin dapat hidup dan mati secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dibuatlah grafik sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem ke-1



Gambar 9. Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem ke-2



Gambar 9. Grafik Pengujian Kkeseluruhan Ssistem ke-3

Descriptive Statistics						
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pengujian 1	10	5	26	31	28.60	1.430
Pengujian 2	10	6	27	33	28.80	1.687
Pengujian 3	10	3	27	30	28.20	1.135
Valid N (listwise)	10					

Gambar 10. Analisa 3 Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian dan pengambilan data yang dilakukan 3 kali maka di dapatkan nilai standart deviasi yaitu pengujian ke-1 1.430, pengujian ke-2 1.687 dan pengujian ke-3 1.135.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Berdasarkan judul penelitian Perancangan Sistem *Monitoring* dan Alat Pengatur Suhu Kandang Ulut Hongkong(*Tenerbio Molitor*) berbasis *Internet of Things* yang telah dibuat maka hasil rancangan didapatkan pada gambar 3.2 dan telah di implementasikan pada pengujian - pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

Berdasarkan desain yang telah dibuat pada gambar 3.2 dan telah di uji dengan hasil serta pembahasan pada bab 4 maka didapatkan hasil unjuk kerja dimana sensor suhu dapat mendapatkan nilai suhu dan nilai suhu tersebut dapat di *monitoring* ditempat melalui LCD16x2 serta dapat di *monitoring* dengan jarak lebih jauh menggunakan tingspeak.com. Nilai suhu yang telah didapatkan juga dapat digunakan untuk mengatur secara otomatis yaitu ketika nilai suhu lebih dari 30°C maka relay 2 secara otomatis hidup(pendingin) dan ketika suhu 25°C sampai dengan 30°C maka kedua relay secara otomatis mati dan ketika suhu dibawah 25°C relay 1(Penghangat) secara otomatis hidup.

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah di isi oleh peternak yang terdapat pada lampiran 3 dan lampiran 4 dengan pertanyaan bagaimana efektivitas sistem *monitoring* dan alat pengatur suhu kandang ulut hongkong berbasis *internet of things* dalam lebih memudahkan pekerjaan peternak dan mendapatkan jawaban baik dan sangat baik.

SARAN

Terdapat beberapa saran yang di tunjukkan oleh peneliti dan penguji yang ditunjukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan sensor dengan tipe lebih baru agar dapat meminimalisir kesalahan dalam akurasi membaca nilai suhu sehinggadiharapkan didapatkan data suhu yang lebih akurat.
2. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan bagaimana kebutuhan kelembaban dan dibuat bagaimana sistem pengatur dan *monitoring* kelembaban pada kandang ulut hongkong bila kelembaban dibutuhkan.
3. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan penyimpanan data di lokal untuk meminimalisir terjadinya masalah saat terjadi *down* pada koneksi internet karena pada penelitian ini menggunakan jaringan wifi untuk mengirim data.
4. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan merancang alat atau menambahkan sistem yang dapat mengatur perintah suhu oleh pengguna secara langsung melalui tombol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lazuardi, Rudi, Akhmad Baihaqi, and Teuku Fauzi. 2020. "Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Ulat Hongkong (*Tenebrio Molitor*)(Studi Kasus Usaha Budidaya Ulat Hongkong Di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar)." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 5(1):108–20.
- [2] Astuti, Farida Kusuma, Ahmad Iskandar, and Eka Fitasari. 2017. "Peningkatan Produksi Ulat Hongkong Di Peternak Rakyat Desa Patihan, Blitar Melalui Teknologi Modifikasi Ruang Menggunakan Exhaust Dan Termometer Digital Otomatis." *JAPI (Jurnal Akses Pengabdian Indonesia)* 2(1):39–48.
- [3] Hapsari, DGPL, A. M. Fuah, and Y. C. Endrawati. 2018. "Produktifitas Ulat Hongkong (*Tenebrio Molitor*) Pada Media Pakan Yang Berbeda." *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan* 6(2):53–59.
- [4] Hartiningsih, Hartiningsih, and Eka Fita Sari. 2014. "Peningkatan Bobot Panen Ulat Hongkong Akibat Aplikasi Limbah Sayur Dan Buah Pada Media Pakan Berbeda." *Buana Sains* 14(1):55–64.
- [5] Prihatmoko, Dias. 2016. "Penerapan Internet of Things (IoT) Dalam Pembelajaran Di UNISNU Jepara." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer* 7(2):567–74.
- [6] Suyatmo, Suyatmo, Catra Indra Cahyadi, Syafriwel Syafriwel, Rizaldy Khair, and Iswandi Idris. 2020. "Rancang Bangun Prototype Robot Pengantar Barang Cargo Berbasis Arduino Mega Dengan IOT." *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)* 1(3):215–19.
- [7] Djuandi, Feri. 2011. "Pengenalan Arduino." *E-Book. Wwww. Tobuku* 24.
- [8] Arifin, Jauhari, Leni Natalia Zulita, and Hermawansyah Hermawansyah. 2016. "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560." *Jurnal Media Infotama* 12(1).
- [9] Keoh, S. L., Kumar, S. S., & Tschofenig, H. (2014). Securing the internet of things: A standardization perspective. *IEEE Internet of things Journal*, 1(3), 265-275.
- [10] Burange, A. W., & Misalkar, H. D. (2015, March). Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy. In *2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications* (pp. 189-195). IEEE.
- [11] Budioko, Totok. 2016. "Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet of Things Menggunakan Protokol Mqtt." Pp. 353–58 in *Proceeding Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi-SRITI 2016*. Vol. 8. STMIK AKAKOM Yogyakarta.
- [12] Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *JFA (Jurnal Fisika dan Aplikasinya)*, 16(1), 40-45.