

PEMODELAN PEMANTAUAN TEMPERATUR UNTUK INKUBATOR EUBLEPHARIS MACULARIUS (LEOPARD GECKO) JANTAN BERBASIS ZIGBEE

Meirista Wulandari ¹,

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara
Email: meiristaw@ft.untar.ac.id

Christopher Calvin Adrianto ²

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara
Email: christopher.525160025@stu.untar.ac.id,

Hugeng ³

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara
Email: hugeng@ft.untar.ac.id

Suraidi ⁴

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara
Email: suraidi@ft.untar.ac.id

ABSTRACT: *One type of reptile that is currently developing is the Eublepharis Macularius or better known as the Leopard Gecko. Leopard Gecko is a tame reptile class animal that has a unique pattern on the outer skin of its body. The size of this animal is also not too big but also not too small, around 24 - 27 cm. The breeding of this animal is one of the interesting things to study because the sex of the Leopard Gecko can be influenced through the temperature setting of the egg incubator. Engineering the Leopard Gecko incubator for temperature is one of the interesting implementations of electrical engineering to enliven the Leopard Gecko industry. A simple plastic container can be engineered as a means of monitoring and controlling the temperature of the Leopard Gecko incubator by wireless Xbee. By controlling the temperature of the incubator, the sex of the Leopard Gecko eggs can be monitored. A certain temperature can determine the sex tendency of the Leopard Gecko. A temperature of 26°C can hatch female Leopard Gecko eggs, while a temperature of 32°C can hatch male Leopard Gecko eggs. Some electronic equipment that can be used are such as temperature sensors, microcontrollers, ZigBee, relays, incandescent lamps, and monitors. With this set of electronic equipment, the temperature in the incubator can be monitored and controlled wirelessly. Translated with DeepL.com (free version)*

Keywords: *Temperature, Incubator, Leopard Gecko, Xbee, ZigBee*

ABSTRAK: Salah satu hewan jenis reptil yang sedang berkembang saat ini adalah Eublepharis Macularius atau yang lebih dikenal dengan Leopard Gecko. Leopard Gecko merupakan hewan berkelas reptil yang jinak dan mempunyai corak yang unik pada kulit luar tubuhnya. Ukuran hewan ini juga tidak terlalu besar namun juga tidak terlalu kecil, sekitar 24 – 27 cm. Perkembangbiakan hewan ini merupakan salah satu hal yang menarik untuk diteliti karena jenis kelamin dari Leopard Gecko dapat dipengaruhi melalui pengaturan temperatur dari inkubator telurnya. Rekayasa inkubator Leopard Gecko terhadap temperatur merupakan salah satu implementasi bidang teknik elektro yang menarik untuk menyemarakkan perindustrian Leopard Gecko. Kontainer plastik sederhana pun dapat direkayasa sebagai alat pemantauan dan pengendalian temperatur inkubator Leopard Gecko secara nirkabel Xbee. Dengan dikendalikannya temperatur pada inkubator, jenis kelamin hasil penetasan telur Leopard Gecko dapat dipantau. Temperatur tertentu dapat menentukan kecenderungan jenis kelamin dari Leopard Gecko tersebut. Temperatur 26°C dapat menetas telur Leopard Gecko berjenis kelamin betina, sedangkan pada temperatur 32°C dapat menetas telur Leopard Gecko berjenis kelamin jantan. Beberapa peralatan elektronika yang dapat digunakan adalah seperti sensor suhu, mikrokontroler, ZigBee, relay, lampu pijar, dan monitor. Dengan rangkaian peralatan elektronika tersebut, temperatur pada inkubator dapat dipantau dan dikendalikan secara nirkabel pada rentang suhu 32,00°C - 32,50°C. Hal ini dilakukan untuk mengupayakan didapatkannya hasil penetasan telur Leopard Gecko berjenis kelamin jantan.

Kata kunci: Temperatur, Inkubator, Leopard Gecko, Xbee, ZigBee

PENDAHULUAN

Leopard Gecko, *Eublepharis macularius*, merupakan salah satu reptil yang sedang disukai oleh para kolektor reptil. Leopard Gecko adalah hewan reptil yang jinak dengan corak warna yang menarik. Corak warna yang menarik ini merupakan daya tarik para pencinta hewan ini. Pemeliharaan terhadap Leopard Gecko cenderung mudah. Hewan ini mempunyai ukuran yang tidak besar namun juga tidak terlalu kecil, panjang maksimal hewan ini adalah 24 cm – 27 cm [1]. Makanan Leopard Gecko mudah ditemui yaitu jangkrik atau pun ulat hongkong dan pemberian makan dapat dilakukan 3 hari sekali. Hal

¹ Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara

yang lebih menarik dalam pemeliharaan hewan Leopard Gecko ini adalah proses perkembangbiakan yang dilakukan para peternaknya. Hasil perkawinan silang dari Leopard Gecko dapat memberikan hasil anakan dengan corak warna yang menarik lagi. Contoh pemeliharaan Leopard Gecko dapat dilihat pada Gambar 1.



■ **Gambar 1.** Tampak kandang dan pemeliharaan leopard gecko (sumber: *harianmerapi.com*)

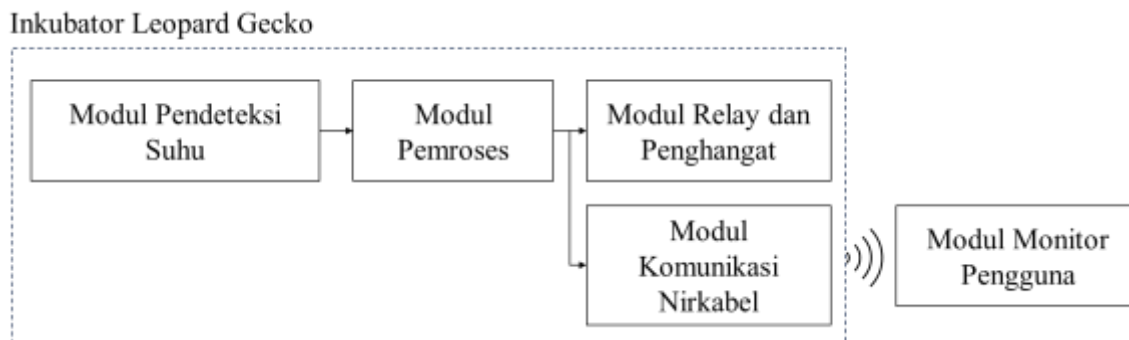
Selain kolektor atau peternak Leopard Gecko, peneliti pun tertarik untuk melakukan penelitian terhadap perkembangbiakan hewan ini. Interaksi antara Leopard Gecko jantan dan betina sangat menarik untuk diteliti serta proses dan lingkungan sekitar hewan. Hal-hal genetik dan lingkungan dapat mempengaruhi jenis kelamin seekor hewan bertulang belakang. Jenis kelamin untuk hewan dapat ditentukan oleh beberapa faktor seperti faktor genetik, *Genetic Sex Determination* (GSD) dan *Temperature-Dependent Sex Determination* (TSD). Buaya, reptil, merupakan salah satu hewan yang perkembangbiakan jenis kelaminnya dapat dipengaruhi oleh TSD sedangkan burung, unggas, merupakan salah satu contoh hewan yang dalam perkembangbiakan jenis kelaminnya dipengaruhi oleh GSD [2]. Leopard Gecko merupakan salah satu jenis reptil, maka penentuan jenis kelamin dalam proses perkembangbiakan dapat dipengaruhi oleh temperatur pada inkubator saat menjadi telur. Penelitian penetasan telur Leopard Gecko telah dilakukan. Telur Leopard Gecko dapat menetas setelah 45-60 hari inkubasi. Leopard Gecko betina ditetaskan oleh telur yang diinkubasi dalam temperatur 26°C. Sedangkan untuk Leopard Gecko jantan ditetaskan oleh telur yang diinkubasi dalam temperatur 32°C. Jika rentang suhu inkubasi adalah 30 °C maka jenis kelamin yang dihasilkan adalah campuran dari betina dan jantan. Jenis kelamin dipercaya dapat ditentukan dalam rentang dua minggu pertama saat inkubasi [3].

Jenis kelamin yang dipengaruhi oleh temperatur merupakan hal yang menarik untuk diteliti terutama dalam bidang teknik elektro. Inkubator yang merupakan tempat untuk inkubasi telur dapat direkayasa untuk mencapai suhu yang diinginkan. Hal ini dapat membantu proses peternakan Leopard Gecko. Beberapa penelitian mengenai temperatur pada inkubator Leopard Gecko telah dilakukan oleh Rhen et al [4] untuk membuktikan mengenai hal tersebut. Dengan demikian, dapat dijadikan suatu penelitian untuk melakukan rekayasa inkubator pada telur Leopard Gecko. Selain, dikarenakan industri Leopard Gecko sedang berkembang, mendesain inkubator untuk Leopard Gecko merupakan hal yang dapat dilakukan dengan sederhana namun bermanfaat. Inkubator dapat dibangun dengan menggunakan kontainer plastik sederhana yang pada umumnya tersedia dengan mudah. Kontainer tersebut dapat dilengkapi dengan pemanas, pendeteksi temperatur ruang inkubator dan pemancar agar pemantauan dapat dilakukan secara nirkabel. Pemantauan inkubator menjadi perlu dilakukan untuk mendukung upaya proses menelurkan jenis kelamin tertentu dari Leopard Gecko.

Berdasarkan hal tersebut, pemantauan inkubator yang berbasis elektronik nirkabel dapat dibuat untuk memantau dan menjaga temperatur suhu pada inkubator Leopard Gecko agar dapat bertahan sesuai dengan suhu ruang inkubator yang diinginkan yaitu 32°C sampai 32,5°C dalam upaya untuk dapat memperoleh Leopard Gecko berjenis kelamin jantan. Temperatur pada inkubator Leopard Gecko berdampak pada proses perkembangbiakan pada industri peternakan Leopard Gecko. Namun, pengembangan terhadap penetasan telur Leopard Gecko belum dilakukan pada penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Pemantauan nirkabel terhadap suhu dapat dibuat dengan beberapa modul. Suatu kontainer berbahan plastik dapat dimodifikasi dengan perlengkapan sensor, pemroses, lampu pijar dan penghubung antena nirkabel. Sensor suhu, yang disebut dengan modul pendeteksi, diletakkan di dalam kontainer. Modul pendeteksi tersebut dihubungkan dengan kabel penghubung dengan mikrokontroler, modul pemroses. Modul pemroses mengolah data dari modul pendeteksi dan meneruskannya ke lampu pijar, sebagai modul penghangat. Modul penghangat ini berguna untuk menjaga suhu dalam kontainer agar tetap hangat dan terjaga pada suhu 32°C. Informasi mengenai suhu yang diolah oleh modul pemroses dilanjutkan untuk disampaikan kepada pemantau secara nirkabel dengan mengirimkan data melalui antena nirkabel, yaitu modul komunikasi data nirkabel. Diagram blok proses Suhu Inkubator Leopard Gecko dapat dilihat pada Gambar 2.

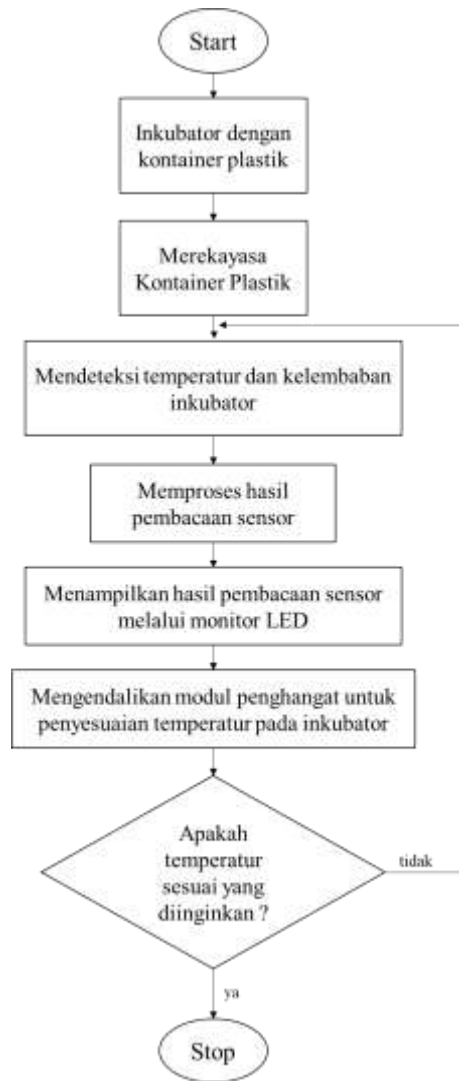


■ **Gambar 2.** Diagram blok pemantauan suhu inkubator leopard gecko

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 2, pemantauan suhu inkubator Leopard Gecko diawali dengan Modul Pendeteksi Suhu sebagai masukan dari keseluruhan sistem. Modul pendeteksi suhu mengirimkan data ke modul mikrokontroler. Pengiriman data dilakukan secara nirkabel oleh modul komunikasi nirkabel. Pada penelitian ini, proses pengiriman data suhu menggunakan protokol komunikasi nirkabel ZigBee. Protokol IEEE 802.15.4 ZigBee merupakan standar untuk jaringan terbatas personal area network (PAN) dengan konsumsi daya yang rendah [5]. Dua buah XBEE S2 diletakkan pada inkubator ini dan pada monitor pengguna. XBEE S2 pada inkubator berfungsi sebagai transmitter sedangkan XBEE S2 pada monitor pengguna digunakan sebagai receiver.

Untuk melakukan pengiriman data, mikrokontroler pada inkubator memberikan data suhu secara serial menggunakan pin TX dan RX yang dilanjutkan oleh XBEE S2 (transmitter). Data yang dikirimkan oleh XBEE S2 transmitter diterima oleh modul penerima XBEE S2 receiver pada monitor pengguna sehingga nilai suhu pada inkubator dapat dimonitor. Apabila nilai suhu yang terbaca tidak berada pada rentang suhu yang diinginkan maka modul penghangat inkubator akan diaktifkan sesuai dengan data hasil pembacaan modul pendeteksi suhu. Adapun Alur kerja sistem *monitoring* temperatur pada inkubator *Eublepharis Macularius* Berbasis Zigbee dapat dilihat pada Gambar 3.

Proses diawali dengan merancang dan merekayasa inkubator dengan kontainer plastik. Modul pendeteksi suhu diletakkan di dalam inkubator dengan kontainer plastik untuk mendeteksi temperatur inkubator. Hasil deteksi temperatur suhu diproses kemudian ditampilkan nilai pembacaan sensor melalui monitor. Temperatur dalam inkubator dengan kontainer plastik dipantau dan disesuaikan dengan nilai suhu 32°C. Pemantauan dilakukan sesuai dengan pemrograman dari modul pemroses. Apabila temperatur yang diinginkan telah sesuai maka sistem mematikan modul penghangat. Namun, apabila nilai temperatur yang dideteksi tidak sesuai dengan yang diinginkan maka modul penghangat akan beroperasi kembali.



■ **Gambar 3.** Diagram alur sistem *monitoring* temperatur pada inkubator *eublepharis macularius*

Modul pendeteksi suhu merupakan sensor pendeteksi suhu DHT22 yang dihubungkan dengan MCU. Sensor DHT22 merupakan sensor pengukur suhu dengan keluaran berbentuk sinyal digital [6]. Sensor DHT22 ini memiliki 4 pin yang terdiri dari power supply, data signal, null, dan ground. Sensor suhu DHT22 dapat dilihat pada Gambar 4.



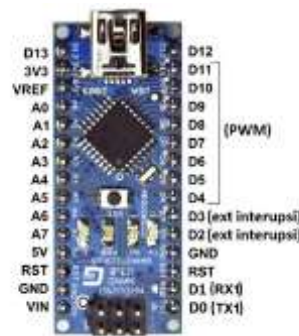
■ **Gambar 4.** Sensor suhu DHT22

Kondisi panas yang terdapat dalam ruang inkubator dideteksi dengan modul pendeteksi suhu. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu adalah sensor DHT22 atau sensor suhu DS18B20. Kedua sensor ini merupakan sensor yang umum digunakan untuk mendeteksi suhu, terutama untuk sensor DHT22 dapat juga mendeteksi kelembaban di sekitar lingkungan sensor. Hasil dari realisasi modul pendeteksi suhu dapat dilihat pada Gambar 5



■ **Gambar 5.** Realisasi modul pendeteksi suhu dengan sensor suhu DHT22

Modul pemroses yang digunakan adalah mikrokontroler yang memiliki pin *input output* yang cukup untuk merancang inkubator nirkabel sebanyak kurang lebih 10 pin. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino dengan tipe Nano (Arduino Nano). Arduino Nano adalah mikrokontroler dengan chip ATmega328. Mikrokontroler ini memiliki 14 pin input/output digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 8 pin input/output analog, kristal 16 MHz, koneksi mini USB, header ICSP, dan tombol reset. Mikrokontroler Arduino Nano ini bekerja pada sumber tegangan 5 volt DC [7]. Gambar 6 memperlihatkan bentuk dari Arduino Nano. Spesifikasi Arduino Nano dapat dilihat pada Tabel 1.



■ **Gambar 6.** Arduino uno

■ **Tabel 1.** spesifikasi arduino nano [7]

Parameter	Deskripsi
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Kerja (level logika)	5 V
Tegangan <i>Input</i> (direkomendasikan)	7-12 V
Tegangan <i>Input</i> (limitasi)	6-20 V
Pin <i>I/O</i> Digital	14 pin (6 pin menyediakan <i>output</i> PWM)
Pin <i>I/O</i> Analog	8 pin
Arus DC per <i>I/O</i> Pin	40 mA
Arus DC untuk Pin 3,3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) 0.5 KB digunakan oleh <i>Bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan <i>Clock</i>	16 Hz

Modul komunikasi data nirkabel yang digunakan adalah komunikasi data nirkabel dengan penggunaan daya yang rendah yaitu adalah Xbee S2 Pro. Xbee merupakan salah satu merek dagang yang mendukung beberapa protokol komunikasi seperti ZigBee 802.15.4 [8]. Xbee merupakan salah

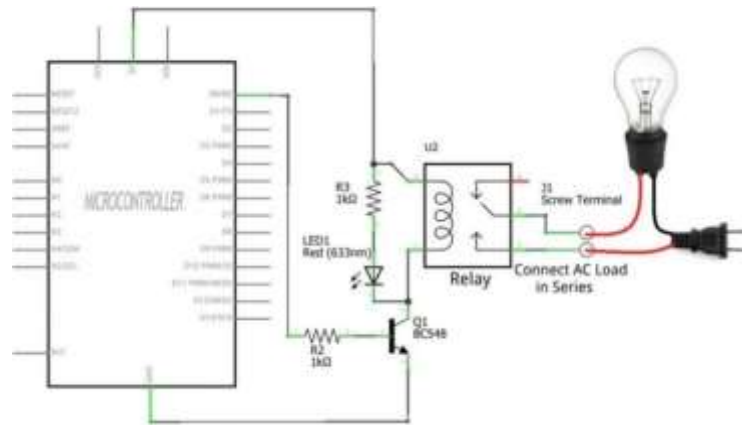
satu produk dari Digi *International*. Xbee memiliki dua versi yaitu seri 1 dan seri 2. Seri 1 hanya mendukung protokol IEEE 802.15.4 dan komunikasi *point to point* dan *point to multipoint*. Seri 2 melengkapi seri 1 mendukung protokol yang ditentukan *ZigBee Alliance* dan komunikasi *mesh*. Xbee S2 Pro merupakan produk Xbee dengan daya dan jangkauan yang lebih besar dan luas [9]. Modul Komunikasi Data Nirkabel ditunjukkan pada Gambar 7.



■ **Gambar 7.** Modul xbee yang digunakan

Setiap jaringan ZigBee sedikitnya mempunyai satu alat sebagai koordinator dan satu perangkat lain sebagai *router* atau perangkat akhir (*end device*). Koordinator bertugas membangun suatu jaringan, mengirimkan sinyal penanda, mengatur titik-titik jaringan, menyimpan informasi titik jaringan, menyampaikan pesan diantara titik yang terhubung. Koordinator memerlukan memori yang cukup untuk menangani konfigurasi jaringan, data dan proses pengaturan mandiri jaringannya. Koordinator membutuhkan daya lebih besar dari lainnya dan biasanya membutuhkan daya yang terus menerus. *Router* dapat bergabung dalam jaringan yang ada, meneruskan data dari *router* lain atau *end device*. Perangkat akhir (*end device*) mengirim data dan bergabung pada jaringan tetapi tidak bisa meneruskan data dari perangkat lainnya, di perangkat akhir terdapat fungsi tidur (*sleep*) dapat menghemat energinya. ZigBee mempunyai 64 bit nomor serial, sehingga ZigBee di dunia tidak mempunyai alamat yang sama. Untuk pengalamatan yang lebih pendek ZigBee menggunakan 16 bit pengalamatan yang secara dinamis dialamatkan ke setiap radio oleh koordinator ketika membangun jaringan, hal ini disebut juga pengalamatan *Personal Area Network* (PAN).

Modul relay dan penghangat ini terdiri dari lampu pijar yang dihubungkan dengan *relay*. Pengontrolan lampu pijar ini dikontrol oleh *relay* yang dihubungkan dengan modul mikrokontroler. Diagram skematik modul penghangat dapat dilihat pada Gambar 8. Lampu pijar ini akan menyala ketika suhu inkubator di bawah suhu yang diinginkan pengguna dan lampu pijar ini akan mati apabila suhu yang terdapat di dalam inkubator sesuai dengan suhu yang diinginkan oleh pengguna. Modul penghangat ini terdiri dari 2 buah lampu pijar yang dipasang sejajar di bagian atas inkubator. Modul relay akan berfungsi untuk memberikan perintah aktif dan non aktif untuk perangkat terhubung [10]. Realisasi dari Modul Relay dan Penghangat dapat dilihat pada Gambar 9.



■ Gambar 8. Skematik modul pemanas



(a)

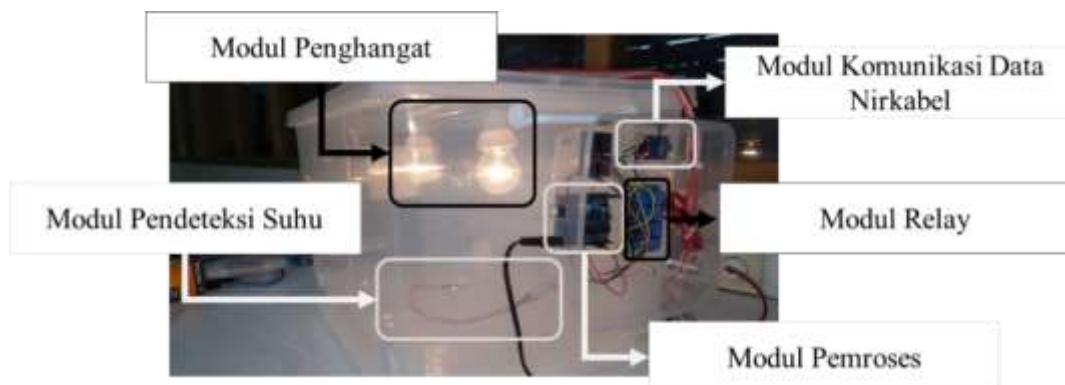


(b)

■ Gambar 9. Realisasi (a) modul relay (b) lampu pijar

HASIL DAN DISKUSI

Pemantauan dan pengendalian temperatur inkubator Leopard Gecko secara nirkabel dapat dibuat dengan memodifikasi kontainer plastik dengan warna transparan. Pemilihan warna ini bertujuan untuk memudahkan pengguna atau pemelihara Leopard Gecko dalam memantau hewan peliharaannya yang berada di dalam kontainer. Hasil modifikasi kontainer plastik menjadi inkubator Leopard Gecko ini dapat dilihat pada Gambar 10.



■ Gambar 10. Inkubator leopard gecko tampak samping

Temperatur di dalam kontainer diatur agar berada pada rentang $32^{\circ}\text{C} - 32,5^{\circ}\text{C}$. Batas temperature suhu yang menjadi acuan dalam inkubator ini adalah sebesar $32,5^{\circ}\text{C}$. Apabila suhu di dalam inkubator berada dalam rentang tersebut maka lampu pijar akan menyala. Namun, jika suhu di dalam inkubator melebihi $32,5^{\circ}\text{C}$ maka lampu pijar akan dimatikan. Pembuktian terhadap jenis kelamin Leopard Gecko

jantan masih akan dilakukan untuk eksperimen selanjutnya. Kedua lampu akan menyala kembali jika suhu yang dideteksi kurang dari 32 °C. Menyala dan mematikan lampu pijar terjadi dengan memanfaatkan pemrograman dalam Arduino yang kemudian mengaktifkan dan menonaktifkan *relay* yang terhubung dengan Arduino. Hasil tampilan pembacaan suhu yang dideteksi oleh sensor DHT22 dapat dilihat melalui layar XCTU seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.



■ **Gambar 11.** Tampilan pembacaan suhu melalui layar XCTU

Pengujian temperatur suhu di dalam inkubator dilakukan untuk mengetahui keadaan suhu dapat terjaga dengan baik. Hasil pembacaan modul pendeteksi suhu menjadi acuan aktivasi modul relay. Modul relay akan aktif jika dibutuhkan proses penghangatan di dalam inkubator. Jika keadaan awal belum mencapai 32,5°C maka modul relay aktif, untuk meneruskan arus listrik ke modul penghangat. Dengan demikian, modul relay yang aktif berakibat terhadap nyalanya lampu pijar yang dimanfaatkan untuk menghangatkan inkubator. Keadaan lampu pijar yang menyala berakibat terhadap naiknya temperatur suhu dalam inkubator. Hasil pembacaan temperatur suhu dan keadaan modul relay diperlihatkan pada Tabel 2.

■ **Tabel 2.** Hasil pembacaan temperatur dalam inkubator dan keadaan modul relay

No.	Temperatur dalam Inkubator Hasil Pembacaan Sensor (°C)	Keadaan Modul Relay
1	31,90	Aktif
2	32,00	Aktif
3	32,10	Aktif
4	32,20	Aktif
5	32,30	Aktif
6	32,40	Aktif
7	32,50	Tidak Aktif
8	32,40	Tidak Aktif
9	32,30	Tidak Aktif
10	32,20	Tidak Aktif
11	32,10	Tidak Aktif
12	32,00	Tidak Aktif
13	31,90	Aktif

Keadaan awal saat pembacaan temperatur suhu dalam inkubator adalah 31,9°C. Keadaan ini di bawah dari nilai referensi suhu inkubator Leopard Gecko. Oleh sebab itu, modul pemroses memberi perintah aktif kepada modul relay. Keadaan aktif pada modul relay bertahan sampai dengan temperatur suhu di dalam inkubator mencapai 32,5°C. Ketika temperatur suhu dalam inkubator mencapai 32,5°C, modul pemroses memberi perintah tidak aktif kepada modul relay. Dengan demikian, modul relay tidak

aktif sampai dengan suhu di dalam inkubator lebih kecil dari 32°C yaitu 31,9°C seperti yang terlihat pada Tabel 2. Hal ini disebabkan, lampu pijar pada modul penghangat dapat memberikan energi panas yang dipancarkan oleh lampu. Ketika lampu pijar tidak menyala maka temperatur suhu di dalam inkubator dapat menurun. Keadaan inkubator ini merupakan keadaan relatif inkubator terhadap lingkungannya.

KESIMPULAN

Alat pemantauan suhu inkubator untuk Leopard Gecko dapat dibuat dengan memodifikasi kontainer plastik yang dilengkapi dengan sensor, arduino, lampu dan ZigBee sebagai pemancar nirkabel. Pengiriman data dilakukan secara nirkabel memungkinkan *user* atau peternak Leopard Gecko untuk memantau suhu dan mengontrolnya tanpa banyak kabel yang berserakan di sekitar inkubator.

Pemantauan suhu dan pengontrolan temperatur di dalam inkubator dilakukan dengan pemroses mikrokontroler arduino nano. Mikrokontroler arduino nano diprogram untuk mengirimkan data melalui pemancar zigbee dan mengontrol lampu pijar berdasarkan hasil pembacaan atau pendeteksian suhu. Suhu optimal untuk inkubator Leopard Gecko dapat diatur pada rentang 32°C – 32,5°C sehingga apabila suhu di dalam inkubator tidak sesuai dengan rentang tersebut dapat diatur untuk disesuaikan. Upaya pengaturan pada rentang temperatur tersebut dimaksudkan agar dapat dilakukan eksperimen yang lebih lanjut tentang jenis kelamin jantan dari Leopard Gecko. Modul penghangat dapat memanfaatkan 2 buah lampu pijar untuk mengkondisikan temperatur suhu tersebut.

Alat pemantauan dan pengontrolan suhu inkubator Leopard Gecko ini dapat dibuat dan dikembangkan untuk diimplementasikan pada peternakan Leopard Gecko. Eksperimen lebih lanjut dapat diujikan untuk pengembangan telur Leopard Gecko untuk memperoleh jenis kelamin tertentu dari Leopard Gecko.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapatkan dukungan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Tarumanagara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. De Vosjoil, T. Mazorlig, R. Klingenberg, R. Tremper, and B. Viets, *The Leopard Gecko Manual: Expert Advice for Keeping and Caring for a Healthy Leopard Gecko*. i5 Publishing LLC, 2017.
- [2] T. Gamble, "A review of sex determining mechanisms in geckos (Gekkota: Squamata)," *Sex. Dev.*, vol. 4, no. 1–2, pp. 88–103, 2010.
- [3] W. H. N. Gutzke and D. Crews, "Embryonic temperature determines adult sexuality in a reptile," *Nature*, vol. 332, no. 6167, pp. 832–834, 1988.
- [4] T. Rhen, J. T. Sakata, M. Zeller, and D. Crews, "Sex steroid levels across the reproductive cycle of female leopard geckos, *Eublepharis macularius*, from different incubation temperatures," *Gen. Comp. Endocrinol.*, vol. 118, no. 2, pp. 322–331, 2000.
- [5] K. Joni, "Pengujian protokol ieee 802.15.4 / zigbee di lingkungan outdoor," 2012, no. semnasIF, pp. 24–31.
- [6] F. Saputra, D. R. S. Sani, and M. Ikhsan, "Implementasi Sistem Sensor DHT22 untuk Menstabilkan Suhu dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler NODEMCU ESP8266 pada Ruangan," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 1977–1984, 2020.
- [7] A. Dimas *et al.*, "Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Vol. 1, No. 5, Mei 2017*, hlm. 415-425, vol. 1, no. 5, pp. 415–425, 2017.
- [8] U. J. Shobrina, R. Primananda, and R. Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24101, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 1510–1517.

- [9] S. Romadhona, D. Alia, and M. Zulfida, "Perancangan dan Analisis Antena Dipole pada Frekuensi 2,4 GHz untuk Modul Xbee S2 Pro Menggunakan HFFS 14.0," *AVITEC*, vol. 2, no. 1, pp. 21–30, 2020.
- [10] Suraidi and M. Wulandari, "Perancangan Sistem Pencuci Tangan Otomatis Tanpa Sentuh untuk Mencegah Penularan Virus COVID-19," *TESLA*, vol. 23, no. 1, pp. 24–33.