

Alat Kendali Suhu Pada Ruang Inkubasi Kucing Pasca Operasi

Rafif Naufal Hibatullah*

Politeknik Negeri Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: reerun7@gmail.com

Received: 27/08/2024

Revised: 30/09/2024

Accepted: 03/10/2024

Abstract. *Anesthesia performed on cats before surgery can cause cats to experience postoperative hypothermia complications. To overcome this, an incubator tool is made that can facilitate animal paramedics in the recovery period of animals experiencing postoperative hypothermia complications. There is a control system that can maintain the temperature in the incubation room to remain stable. This system utilizes Arduino and LM35 temperature sensor with hysteresis method. There is also an ultraviolet lamp to reduce bacteria in the incubator to make it sterile before use. This study uses a heater that can release hot air so that the patient becomes comfortable. To monitor patient activity, this tool is also equipped with an ESP32 CAM that can be used remotely through a web server application on a computer. In this research, we have succeeded in making a post-operative cat incubator with quite good results. This has been proven that this tool can maintain an incubator temperature of 35 degrees with a fast rise time temperature increase response.*

Keywords: *Arduino, LM35, ESP32 CAM, Hysteresis method, Web server*

Abstrak. Anestesi yang dilakukan pada kucing sebelum tindakan operasi dapat menyebabkan kucing mengalami komplikasi hipotermia pasca operasi. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuatlah alat inkubator yang dapat memudahkan paramedis hewan dalam masa *recovery* hewan yang mengalami komplikasi hipotermia pasca operasi. Terdapat sebuah sistem kontrol yang dapat menjaga temperatur suhu dalam ruang inkubasi agar tetap stabil. Sistem ini memanfaatkan arduino dan sensor suhu LM35 dengan metode histerisis. Terdapat juga lampu ultraviolet untuk mereduksi bakteri dalam inkubator agar steril saat sebelum digunakan. Pada penelitian ini menggunakan heater yang dapat mengeluarkan udara panas sehingga pasien menjadi nyaman. Untuk memonitoring aktivitas pasien, alat ini juga dilengkapi dengan ESP32 CAM yang dapat digunakan secara jarak jauh melalui aplikasi *web server*. Pada skripsi ini telah berhasil membuat inkubator kucing pasca operasi dengan hasil yang cukup baik. Hal ini terbukti bahwa pada alat ini bisa mempertahankan suhu inkubator sebesar 35 derajat dengan respon kenaikan suhu rise time yang cepat.

Kata Kunci: *Arduino, LM35, ESP32 CAM, Metode histerisis, Web server.*

I. PENDAHULUAN

Berbagai macam penyakit dan kondisi yang terjadi pada hewan kesayangan dapat memungkinkan hewan tersebut mendapatkan penanganan khusus oleh dokter hewan salah satunya yaitu tindakan operasi. Seorang dokter hewan memiliki tanggung jawab besar dalam memantau kondisi hewan pada saat sebelum tindakan operasi, saat operasi berlangsung, maupun pasca operasi[1]. Sebelum tindakan pembedahan, dilakukan proses anestesi untuk menghilangkan rasa nyeri atau sakit dan memudahkan proses pembedahan. Pemberian sediaan anestesi pada tindakan operasi dapat menyebabkan gangguan pengaturan temperatur tubuh normal atau gangguan fungsi termoregulasi pada tubuh hewan [2]. Suhu

tubuh merupakan salah satu tanda vital yang dapat digunakan sebagai indikator atau dasar evaluasi untuk mengetahui kondisi fisiologis tubuh hewan. Penurunan suhu tubuh dari batas normal disebut dengan hipotermia [3]. Hipotermia adalah komplikasi anestesi yang paling umum pada anjing dan kucing, terjadi pada sekitar 40% hewan yang dianestesi[4]. Pencegahan terhadap hipotermia pasca anestesi dilakukan dengan menggunakan alat penghangat untuk mempertahankan suhu pasien dalam keadaan normotermia [5]. Berdasarkan penelitian Amelia, membuat pengembangan sistem pemantauan inkubator anak kucing berbasis IoT (*Internet of Things*) menggunakan aplikasi Blynk dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan metode logika fuzzy, pada inkubator yang di buat menjaga suhu stabil antara 26°C hingga 30°C

dengan mengatur panas lampu dan sirkulasi udara. Penelitian juga menggunakan sistem IoT berbasis aplikasi Blynk yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembapan secara *real-time* dari jarak jauh menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 [6]. IoT adalah suatu konsep dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ke perangkat komputer[7]. Penelitian ini menambahkan lampu UV dengan tipe C untuk mereduksi bakteri di dalam inkubator [8]. Sinar *Ultraviolet C* memiliki panjang gelombang antara 200-280 yang fungsi yang efektif untuk membunuh bakteri dan virus tertentu[8]. Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 berfungsi untuk melakukan pendeteksian terhadap suhu yang akan diukur dengan jangkauan pengukuran suhu antara 0 – 100 derajat Celcius dengan kenaikan 10 mV untuk tiap derajat Celcius[9]. Respon sistem histerisis yang digunakan cenderung overshoot pada awal penggunaan nya namun untuk relay dapat on/off sesuai setpoint yang di tentukan[10].

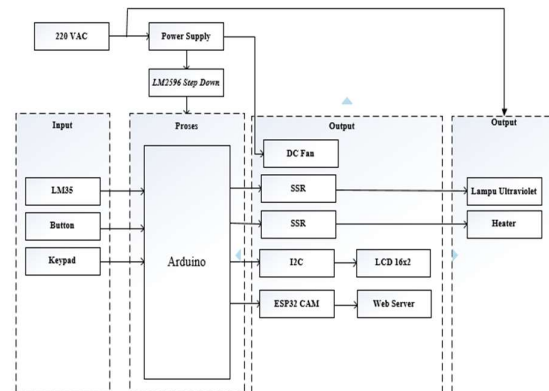
Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud untuk merancang sistem kontrol suhu dan sterilisasi ruang inkubator kucing dengan menggunakan parameter sensor suhu LM35 dan sinar UV tipe C serta heater sebagai penghangat ruang inkubator.

II. METODOLOGI

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem alat yang digunakan dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya perancangan mekanik yang berupa spesifikasi alat, design mekanik alat, dan penentuan spesifikasi bahan. perancangan elektrik, serta perancangan *software*.

B. Diagram Blok Sistem

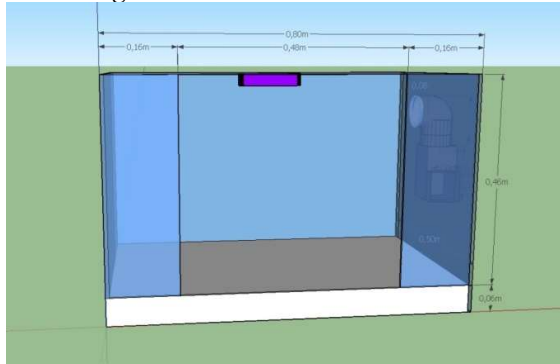


Gambar 1. Diagram blok sistem

Prinsip kerja inkubator ini seperti berikut user perlu menginputkan nilai *setpoint* serta waktu untuk lampu UV, kemudian Lampu UV akan menyala sesuai dengan lamanya waktu yang diinputkan oleh user, pada inkubator ini lampu UV digunakan untuk mereduksi bakteri sebelum alat digunakan, kemudian setelah nilai *setpoint* di masukan maka heater akan hidup jika suhu yang di deteksi oleh LM35 dibawah dari *setpoint* yang sudah di tentukan kemudian heater akan mati ketika suhu sudah menyentuh batas *setpoint* yang ditentukan, kemudian setelah suhu menurun 2° dibawah *setpoint* maka heater akan kembali hidup hingga menyentuh batas *setpoint* yang sudah ditentukan sebelumnya.

Untuk monitoring keadaan pasien dalam ruang inkubasi petugas medis dapat memonitoring melalui ESP32 cam yang terkoneksi dengan web server dalam cakupan jaringan yang digunakan. Pada LCD akan menampilkan *setpoint* suhu yang di masukan dan suhu aktual dalam ruang inkubasi. Keypad memiliki beberapa fungsi yaitu memasukan nilai waktu yang digunakan untuk lampu UV dan nilai *setpoint* suhu yang digunakan.

C. Perancangan Mekanik



Gambar 2. Tampak alat bagian depan

Spesifikasi mekanik:

1. Dimensi alat:
 - a. Tinggi : 50 cm
 - b. Lebar : 50 cm
 - c. Panjang : 80 cm
2. Bahan inkubator :Akrilik
5mm
3. Bahan ruang pemanas *heater* :Plat 1mm
4. Bahan lubang udara :Plat 1mm
5. Spesifikasi ukuran hewan (max) : 5 kg

D. Perancangan Elektronik

1. Tegangan Kerja : 220 VAC
2. LCD :16x2 +I2C
3. Aplikasi monitoring : *Web server*
4. Keypad : 4x4
5. Suhu inkubator : *Ajustable 30-40°C*
6. Mikrokontroller : Arduino UNO, ESP32 Cam
7. Heater : PTC heater

1. Perancangan Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μ A hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan

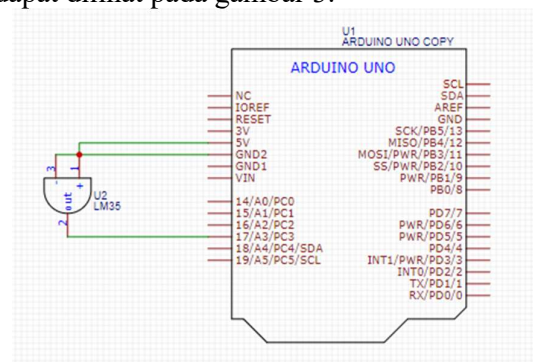
menghasilkan panas (*selfheating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 $^{\circ}$ C pada suhu 25 $^{\circ}$ C. Rumus konversi nilai analog menjadi digital dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\text{Tegangan} = \left(\frac{\text{Nilai Analog}}{1024} \right) \times 5 \quad (1)$$

Kemudian setelah tegangan di ketahui langkah selanjutnya adalah mengkonversi tegangan menjadi suhu, karena tegangan keluarannya adalah 10mV perderajat celcius maka hasil tegangan pembacaan akan di bagi dengan 10mV tersebut ,berikut persamaan 2.

$$\text{Suhu} = \left(\frac{\text{Tegangan(dalam mV)}}{10} \right) \quad (2)$$

Skematik wiring sensor LM35 dan arduino dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skematik rangkaian LM35 dengan arduino

2. Perancangan SSR

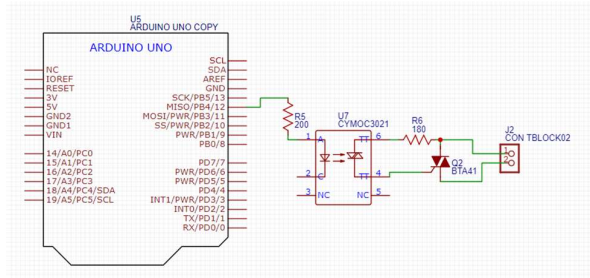
Pemilihan komponen utama yang digunakan untuk optoisolator adalah sebagai berikut:

- a. Optocoupler: MOC3021
- b. TRIAC: BT136
- c. Resistor: 1K Ω
- d. Resistor: 220 Ω

MOC 3021 dipilih karena komponen ini dapat mengalirkan tegangan hingga (VDRM) 250/400 V, serta dapat menahan lonjakan arus (ITSM) maksimal 1A, dan fungsi utama dari MOC 3021 adalah untuk mengisolasi antara tegangan tinggi dengan tegangan rendah dari mikrokontroller.

BT136 dipilih karena karakter dari komponen tersebut yang dapat mengalirkan tegangan hingga

(V_{DRM}) 600V dan arus maksimal (I_{RMS}) 4A, serta dapat menahan lonjakan arus maksimal (I_{TSM}) 25A. Sedangkan fungsi utama dari BT136 adalah sebagai gate yang ketika menerima sinyal dari MOC3021 maka T1 dan T2 akan terhubung. Berikut adalah skematik perancangan SSR pada arduino.



Gambar 4. Skematik perancangan rangkaian SSR

3. Perancangan Heater

Untuk perancangan SSR yang digunakan pada Heater hampir sama dengan SSR yang digunakan pada lampu UV namun yang membedakan adalah spesifikasi TRIAC yang digunakan karena spesifikasi padav TRIAC akan mengikuti beban yang digunakan. Pada heater yang digunakan adalah heater dengan daya 1600Watt. dimana perhitunganya dapat dilihat pada perhitungan 3.

$$P = \frac{E^2}{R}$$

$$P = \frac{220^2}{30} \quad (3)$$

$$= 1613 \text{ Watt}$$

Keterangan:

E = tegangan yang digunakan

R = resistansi lilitan pada pemanas

Setelah spesifikasi pemanas sudah di ketahui kemudian jika melihat berdasarkan datasheet BTA41 dapat mengalir daya sebesar 8.800 watt dihitung berdasarkan perhitungan 4.

$$P = V \times I$$

$$P = 220V \times 40A \quad (4)$$

$$P = 8.800 \text{ Watt}$$

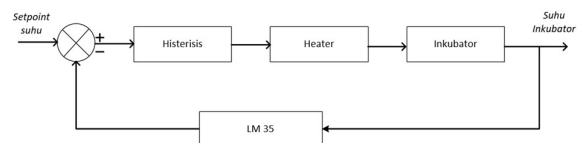
4. Perancangan sistem ESP CAM dan Webserver



Gambar 5. Perancangan ESP32

Sebelum menghubungkan antara ESP32cam dengan *webserver* kita perlu *upload* program yang digunakan pada ESP sebelum menggunakannya, proses *upload* memerlukan *board uploader* yang kemudian dihubungkan dengan komputer yang kita gunakan menggunakan kabel data, setelah menghubungkan ESPcam dengan wifi yang disediakan, setelah itu akan didapat ip address dan kemudian kita masukan ip address tersebut pada *web browser* yang akan kita gunakan. Setelah proses diatas dilakukan kita perlu memberikan daya 5V pada ESP cam dan setelah IP address dimasukan pada web browser maka barulah kita dapat menggunakannya.

Pada perancangan software menjelaskan tentang alur dari pembuatan program untuk mengontrol heater dengan metode kontrol histerisis yang penentuan setpoint di inputkan oleh user kemudian batas ambang atas $+1^\circ$ dan batas ambang bawah -1° dari setpoint yang diinputkan oleh user. Dalam perancangan dan pembuatan software terdapat program keypad beserta LCD, lampu uv, heater, LM35, fan DC, ESP32 cam, program histerisis untuk mencapai setpoint yang diinginkan dan terdapat sensor suhu LM35 untuk mendeteksi suhu pada ruang inkubasi sehingga sistem akan mengatur heater untuk hidup atau mati dalam ambang yang sudah ditentukan. Diagram blok kontrol yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram blok kontrol

Diagram blok kontrol penelitian ini menjelaskan kerja sistem kendali histerisis pada inkubator. Sistem akan mempertahankan nilai suhu dari setpoint yang di masukan oleh pengguna, apabila suhu dibawah nilai *setpoint heater* akan hidup dan

ketika sistem membaca suhu mencapai titik *setpoint* maka *heater* akan mati, suhu dalam inkubator akan dibaca oleh sensor LM35 sebagai *feedback* pada sistem.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjabarkan tentang hasil dan pembahasan dari percobaan yang dilakukan pada penelitian sebelumnya sehingga data yang ditampilkan merupakan data dari percobaan yang dilakukan.

A. Pengujian SSR

Tujuan dari pengujian dari SSR adalah untuk menguji dan memvalidasi kinerja dari SSR sebagai relay elektrik.

Tabel 1. Tabel pengujian SSR

<i>Input SSR 1</i>	<i>Input SSR 2</i>	<i>Output SSR1</i>	<i>Output SSR2</i>
1	1	ON	ON
0	0	OFF	OFF
1	1	ON	ON
0	0	OFF	OFF

Dilihat pada tabel pengujian SSR pada “Tabel 1” SSR bekerja sesuai logika input dari mikrokontroller yang ketika logika SSR bernilai 1 maka output juga akan bernilai 1 sehingga dapat diambil kesimpulan SSR yang digunakan dalam kondisi normal.

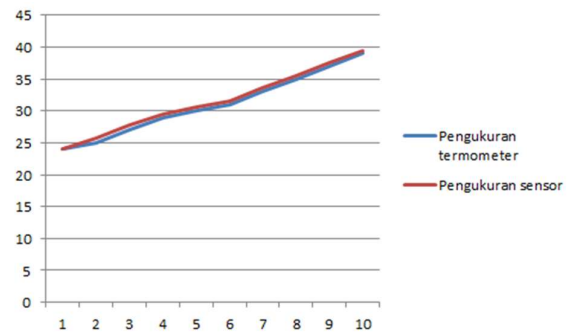
B. Pengujian LM35

Tujuan dari pengujian sensor LM35 adalah untuk menguji dan memvalidasi sensor LM35 sebagai pengatur dari suhu inkubator. Sensor LM35 akan membaca suhu didalam inkubator dan suhu akan distabilkan menggunakan rumus kalibrasi.

Setelah dilakukan pengujian dalam rangkaian sensor LM35, dilakukan perbandingan pengukuran secara realtime menggunakan termometer analog dengan pembacaan dari sensor LM35. Berikut merupakan tabel 2 hasil pengukuran dari thermometer analog dan pembacaan dari sensor LM35.

Tabel 2. Tabel pengujian LM35 pada ruang inkubator

No.	Pengukuran oleh Thermometer (°C)	Pengukuran oleh Sensor LM35 (°C)	Error (%)
1	24,0	24,04	0,16%
2	25,0	25,7	2,8%
3	27,0	27,8	2,96%
4	29,0	29,5	1,72%
5	30,0	30,6	2,0%
6	31,0	31,6	1,93%
7	33,0	33,6	1,81%
8	35,0	35,4	1,14%
9	37,0	37,6	1,62%
10	39,0	39,5	1,28%



Gambar 7. Grafik respon sensor LM35

Dari hasil pendataan diatas dapat dilihat rentang error pembacaan sensor antara 1,14 hingga 3,23%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari perancangan alat dan sistem secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pada penelitian ini didapati bahwa suhu pada ruang inkubasi stabil pada suhu sesuai yang diinginkan, mengacu pada input setpoint yang di masukan dari keypad.
2. Aktifitas pasien pada alat inkubasi dapat di monitoring melalui ESP32cam yang terhubung dengan web server.
3. Penerapan metode histerisis terbukti cukup efektif dalam menjaga ke stabilan suhu pada ruang inkubasi. Data grafik respon pada sistem menunjukkan peningkatan suhu yang cepat dengan penurunan suhu yang cukup stabil.
4. ESP32cam telah teruji keefektifannya dalam pemantauan perilaku hewan pada masa inkubasi.

5. Karena metode yang digunakan adalah metode on/off maka rise time cukup cepat namun untuk mempertahankan suhu pada setpoint yang sudah ditentukan kurang efektif.

Saran bagi dari peneliti sebelumnya apabila ingin melanjutkan penelitian serupa:

1. Lakukan kalibrasi secara berkala untuk sensor LM35 untuk memastikan pembacaan yang akurat.
2. Pada penggunaan alat disarankan di tempatkan pada ruang yang seteril dan tidak tercemar oleh polusi udara dari luar, udara yang tercemar dapat mempengaruhi kualitas udara pada ruangan inkubasi.
3. Perlu dipertimbangkan dalam untuk mengurangi dimensi alat secara keseluruhan dengan tetap menggunakan material yang kokoh serta tahan terhadap suhu yang cukup panas.
4. Dapat menggunakan metode kendali kontrol yang berbeda seperti PID untuk melihat kendali kontrol mana yang lebih stabil dan lebih cepat dalam memanaskan elemen pemanas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan terhadap lembaga instansi yang membantu dalam publikasi serta pihak kampus serta dosen pembimbing yang membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan hingga penelitian.

REFERENSI

- [1] Holzman, D. S., & Raffel, G., "Monitoring the anesthetized patient. In Veterinary anesthesia and analgesia," 2015.
- [2] Oktavian, A., Sudibyo, A., & Widiyanti, S., "Pengaruh Penggunaan Bantal Pemanas Terhadap Suhu Tubuh Kucing Pasca Operasi Caesar.," 2014.
- [3] Rose, M. E., & Kagan, R. J., "Perioperative thermoregulation. In Veterinary anesthesia and analgesia," 2016.
- [4] Aarnes, H. K., & Kvamme, M. H., "Perioperative hypothermia in dogs and cats: a review of predisposing factors, monitoring, prevention and treatment," 2017.
- [5] D. T, "How to prevent perioperative hypothermia in the dog and cat: causes and consequences. The Veterinary Nurse, 3(1), pp.42-47," 2014.

- [6] H. E. Anggraeni, A. Setiawan, and S. Irawan, "Temperature and Humidity Monitoring System Environmental Cat Incubator Based on the Internet of Things (IoT)," in *ICVEAST*, MDPI, Jan. 2023, p. 50. doi: 10.3390/proceedings2022083050.
- [7] H. Nirwana, M. F. Raharjo, F. Pangerang, and T. Zein, "Monitoring Kinerja Mesin Tetas Otomatis Berbasis Internet Of Things.," 2022.
- [8] Q. Fitriyah, Y. D. Siahaan, and M. P. E. Wahyudi, "Alat Sterilisasi Lampu UVC Portable Berbasis IOT," *J. INTEGRASI*, vol. 14, no. 1, pp. 8–13, Apr. 2022, doi: 10.30871/ji.v14i1.3599.
- [9] A. K. Desmon, "Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Untuk Mengukur Selisih Dua Keadaan.," 2014.
- [10] M. Saleh and U. Suryadarma, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY," vol. 8, no. 3, 2017.