

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *REAL TIME OPERATING SYSTEM* PADA SISTEM KENDALI SUHU KANDANG AYAM SECARA *CLOSED LOOP*

Dede Irawan Saputra¹, Rizki Adika Permana²
Program Studi Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani^{1,2}
Jl. Terusan Jenderal Sudirman, PO BOX 148 Kota Cimahi Indonesia
dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id¹

Abstract

Most of the chicken breeders still use manual methods to regulate the temperature in the chicken coop, resulting in uncontrolled temperatures. So that during the brooding period, the chicken's physical condition is still weak and the organs of the body are still not functioning optimally so that they still need heating will be disturbed. Warming during brooding can use incandescent lamps. The heating required for brooding chickens has a range of 27° - 33° Celsius. Therefore made a system that can control the temperature with a faster response. The design of the chicken coop incubator uses RTOS to get a faster response. Real Time Operating System (RTOS) used to give priority scheduling to the chicken coop incubator system. The microcontroller will process the input data using the LM33 sensor, control the AC light dimmer module, and provide data on the LCD. Transfer function modeling using System Identification (SIT) and simulation design using Simulink Matrix Laboratory (MATLAB) software. The system in the chicken coop incubator realized using the RTOS system in the design. Comparison of the simulation results with the implementation of the time constant has a difference of 79 seconds in the open loop and 63 seconds in the close loop resulting in a time delay of the control response. The response time in the use of RTOS is faster in taking the temperature by 52.20 μ s and dimmer control by 26.89 μ s. However, the response time on the appearance of the data is longer by 5.34 μ s.

Keywords: Chicken Coop Incubator, LM35, Microcontroller, PWM, Real Time Operating System

Abstrak

Peternak ayam kebanyakan masih menggunakan cara manual dalam mengatur suhu pada kandang ayam sehingga mengakibatkan terjadinya suhu yang tidak terkendali. Sehingga ayam pada masa brooding yang kondisi fisik ayam masih lemah dan organ tubuh masih belum berfungsi secara maksimal sehingga masih membutuhkan pemanas akan terganggu. Pemanas pada masa brooding dapat menggunakan lampu pijar. Pemanas yang dibutuhkan untuk ayam pada masa brooding memiliki rentang 27° - 33° Celcius. Oleh karena itu dibuatkan suatu sistem yang dapat mengendalikan suhu dengan respon yang lebih cepat. Perancangan inkubator kandang ayam menggunakan *Real Time Operating System* (RTOS) untuk mendapatkan respon yang lebih cepat. RTOS digunakan untuk memberikan penjadwalan prioritas terhadap sistem inkubator kandang ayam. Mikrokontroler akan mengolah data input menggunakan sensor LM33, mengendalikan modul dimmer lampu AC, dan memberikan data pada LCD. Pemodelan fungsi alih menggunakan *System Identification* (SIT) dan perancangan simulasi menggunakan software Simulink Matrix Laboratory (MATLAB). Sistem pada inkubator kandang ayam dapat terealisasi menggunakan sistem RTOS dalam perancangan. Perbandingan hasil simulasi dengan implementasi pada konstanta waktu mengalami perbedaan senilai 79 detik pada open loop dan 63 detik pada *closed loop* mengakibatkan respon kendali mengalami penundaan waktu. Respon waktu dalam penggunaan RTOS lebih cepat dalam melakukan pengambilan suhu sebesar 52,20 μ s dan kendali dimmer sebesar 26,89 μ s. Akan tetapi respon waktu pada penampilan data lebih lama seberat 5,34 μ s.

Kata Kunci: Inkubator Kandang Ayam, LM35, Mikrokontroler, PWM, Real Time Operating System

I. PENDAHULUAN

Unggas terutama ayam merupakan salah satu sumber protein utama bagi manusia walaupun sekarang banyak protein selain daging ayam, namun masyarakat lebih memilih daging ayam sebagai sumber protein, seiring berkembangnya populasi manusia maka kebutuhan akan daging ayam semakin tinggi [1]. Hal tersebut harus diimbangi dengan pasokan yang cukup untuk memenuhi ketersediaan pangan agar tetap tercapai keamanan pangan yang mengandung protein tinggi. Oleh karena itu proses pemeliharaan harus diperhatikan agar dapat menghasilkan ayam yang lebih baik [2].

Di Indonesia para peternak ayam kebanyakan masih menggunakan cara manual dalam mengatur suhu pada kandang ayam [3]. Hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya fluktuasi pada suhu, sehingga mengakibatkan suhu tidak terkendali pada inkubator kandang ayam. Khususnya ayam pada masa brooding yang kondisi fisik ayam masih lemah dan organ tubuh masih belum berfungsi secara maksimal sehingga masih membutuhkan pemanas

[4]. Masa brooding adalah periode pemeliharaan dari DOC (*day old chick*) hingga umur 14 hari atau hingga pemanas tidak digunakan [5]. Pada masa brooding pemanas dibutuhkan dari rentang 27°-33° Celcius pada inkubator kandang ayam [6]. Maka dari itu diperlukan pengendalian suhu yang dapat menjalankan kestabilan suhu sesuai dengan nilai setpoint sangat dibutuhkan [7]. Sistem pengendalian suhu akan lebih optimal jika memiliki respon yang cepat maka akan mengakibatkan pemrosesan data yang lebih cepat. Dengan penggunaan Real Time Operating System (RTOS) yang dapat menjalankan beberapa program secara bersamaan dalam rentan waktu tertentu [8].

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat suatu perancangan pengatur suhu kandang ayam. Dimana suhu yang didapat dari lampu pijar menggunakan relay [9]. Kemudian sistem monitoring suhu menggunakan RTOS. Dimana sistem RTOS digunakan untuk menjalankan beberapa buah sensor secara bersamaan dengan memberikan prioritas dan memproses data dengan prioritas yang berbeda [10][11]. Berdasarkan hal tersebut pemilihan RTOS pada

sistem prototipe inkubator kandang ayam dapat untuk dilakukan untuk menjalankan 3 buah program dengan menggunakan prioritas.

Pada penelitian ini, dibuat sebuah perancangan dan implementasi prototipe inkubator kandang ayam menggunakan RTOS. Dimana RTOS digunakan untuk memberikan penjadwalan prioritas terhadap program pada sistem inkubator kandang ayam. Penjadwalan program tersebut terbagi menjadi 3 yaitu pengendalian modul *dimmer* lampu AC, pengambilan suhu pada ruangan dan menjalankan tampilan pada LCD maupun *serial monitor*. Prototipe inkubator kandang ayam dirancang untuk mengendalikan suhu dengan mengatur intensitas cahaya lampu pijar. Mengatur intensitas cahaya yang dihasilkan menggunakan modul *dimmer* lampu AC yang diberi input berupa *Pulse Width Modulation (PWM)*. Sehingga suhu pada inkubator kandang ayam akan terjaga kestabilan suhu sesuai dengan suhu yang telah ditentukan.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Masa Brooding

Masa *brooding* adalah dimana ayam masih membutuhkan indukan atau penghangat buatan sampai ayam dapat beradaptasi dengan suhu lingkungan dari usia 0 sampai 14 hari. Masa *brooding* juga akan mempengaruhi pertumbuhan berikutnya berupa pertumbuhan *hyperplasia*, yaitu sel akan bertambah besar atau matang. Perkembangbiakan sel ini meliputi perkembangan saluran pencernaan, perkembangan saluran pernafasan dan perkembangan sistem kekebalan [10].

Tujuan utama dari masa *brooding* yaitu ayam dapat tumbuh dan berkembang dengan berat badan yang sesuai dengan *feed intake*. Tabel 2.1 menunjukkan salah satu target performan ayam yang harus dicapai untuk memaksimalkan produktivitas ayam saat panen.

Tbl 1. Data target masa *brooding*

Umur (Hari)	Berat Badan (g/ek)	Feed Intake (g/ek/hr)	FCR
1	42	146	0,75
2	63	146	0,75
3	74	146	0,75
4	110	146	0,75
5	135	146	0,75
6	164	146	0,75
7	194	146	0,75
8	230	37	0,79
9	271	43	0,83
10	316	50	0,87
11	365	57	0,91
12	418	64	0,95
13	474	74	0,99
14	534	76	1,02

Pencapaian target berat badan dengan *feed intake* pada saat umur 7 dan 14 hari menjadi dasar pertumbuhan pada periode berikutnya. Kelebihan pencapaian berat badan pada umur 7 hari sebesar 10 gram akan menambah pencapaian berat badan pada saat panen umur 35 hari sebesar 50-70 gram [11]. Apabila berat badan pada saat umur 7 dan

14 hari lebih rendah dari standar, maka akan sulit untuk mencapai berat badan sesuai target.

Pada masa *brooding* membutuhkan suhu ruangan dari 27°-33° Celcius. Suhu ruangan tersebut dibutuhkan untuk ayam pada masa *brooding* dari umur 1 sampai 14 hari. Untuk memberikan suhu ruangan pada masa *brooding* diberikan suatu penghangat pada ruangan.

B. RTOS

RTOS adalah sistem operasi yang dapat menangani berbagai tugas dengan prioritas yang dapat disesuaikan dan menghasilkan hasil yang dapat diprediksi dan akurat saat melakukan tugas penting. RTOS dapat menjalankan suatu program dengan pola teratur. RTOS bukan merupakan sistem operasi seperti umumnya yang berkerja pada komputer. Sistem operasi pada komputer akan bekerja sesaat setelah power masuk ke komputer, kemudian program komputer akan berjalan. Sistem operasi pada RTOS dijalankan oleh sebuah program dengan cara otomatis, program tersebut merupakan sebuah kernel [23]. Kernel merupakan bagian dari sistem multitasking yang berfungsi untuk mengatur semua tugas dan mengatur komunikasi setiap tugas, yang terpenting adalah mengatur waktu CPU untuk menghindari rusaknya CPU. Sistem RTOS dalam perkembangan sekarang terdapat 128 RTOS dengan target penggunaan, dan implementasi perangkat yang berbeda diantaranya Abassi, ChibiOS, FreeRTOS, Micrium [24].

RTOS mencakup banyak komponen diantaranya:

1. *Sceduler* merupakan bagian mendasar dari RTOS yang menentukan urutan kegiatan yang harus dilakukan sesuai dengan skema prioritas.
2. *Object* merupakan bagian yang dibangun oleh kernel untuk pengembangan syang terdiri dari *task*, *semaphores*, dan *message queue*.
3. *Services* merupakan bagian operasi kepada suatu objek yang diantaranya *timing*, *interrupt handling*, dan *resource management*.

RTOS mempunyai berbagai karakteristik yang diantaranya sebagai berikut:

1. Keandalan merupakan bagian mendasar dari RTOS yang menentukan urutan kegiatan yang harus dilakukan sesuai dengan skema prioritas.
2. Prediktabilitas merupakan perilaku yang dapat diprediksi selama periode waktu yang telah ditentukan.
3. Performa merupakan yang dapat memungkinkan penyelesaian kerja secara cepat.
4. Kekompakan merupakan ukuran dan penggunaan sumber daya terbatas dipengaruhi dari pengaruh desain dan biaya.
5. Dapat diskalakan, modul yang dapat mendukung berbagai tingkat kompleksitas aplikasi.

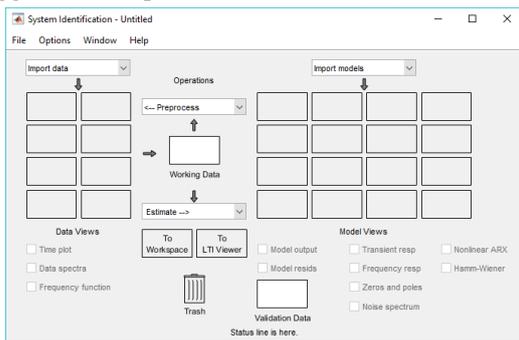
FreeRTOS adalah sistem RTOS untuk sistem embedded yang bersifat *open source*. FreeRTOS pertama kali dikembangkan oleh Richard Barry pada tahun 2002 dan kemudian dikembangkan secara aktif oleh perusahaannya, Real Time Engineers Ltd. FreeRTOS mendukung berbagai

mikrokontroler dan arsitektur kompiler. Seperti sistem operasi lainnya, tugas utama FreeRTOS adalah menjalankan tugas.

Kode FreeRTOS dibagi menjadi tugas, komunikasi dan antarmuka perangkat keras. Tugas merupakan setengah dari kode FreeRTOS untuk melakukan sebuah proses *task*. *File task.c* dan *task.h* merupakan suatu *file* dalam melakukan pembuatan, penjadwalan dan perbaikan untuk *task*. Komunikasi merupakan 40% dari kode FreeRTOS untuk melakukan sebuah proses komunikasi. *File queue.c* dan *queue.h* merupakan suatu *file* dalam melakukan proses pengiriman data dan pemberian sinyal saat terjadinya sumber daya yang kritis. Antarmuka perangkat keras merupakan kode dari FreeRTOS untuk menjalankan pada mikrokontroler [26].

C. *Pemodelan dan sistem identifikasi*

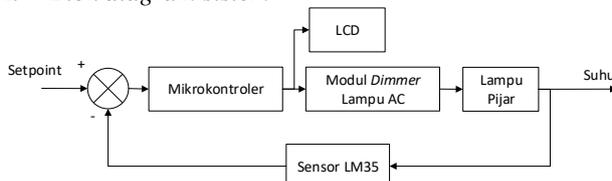
System Identification Toolbox (SIT) merupakan sebuah aplikasi *software* yang terdapat pada Matlab. SIT digunakan untuk membuat model matematis berdasarkan kumpulan data input dan output dari sistem implementasi yang dirancang [21]. Simulink digunakan untuk mensimulasikan sistem dinamis waktu yang nyata. Simulink dapat menggunakan berbagai struktur analisis data untuk menyederhanakan pembuatan sistem fisik yang ditangguhkan dari persamaan dinamis [22].



Gbr 1. Tampilan *System Identification Toolbox* (SIT) di Matlab

III. METODE

A. *Blok diagram sistem*

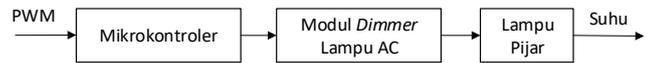


Gbr 2. Diagram blok sistem secara *closed loop*

Pada Gambar 2 mikrokontroler digunakan sebagai mengolah data suhu aktual dari sensor LM35 dengan suhu setpoint untuk mendapatkan nilai output berupa nilai PWM yang digunakan untuk mengatur intensitas cahaya lampu pijar oleh modul dimmer lampu AC dan menampilkan data pada LCD. Pengambilan data, menampilkan data dan pengendalian data tersebut digunakan sistem RTOS yang dapat menjalankan program dengan menggunakan prioritas yang telah ditentukan.

B. *Pemodelan fungsi alih*

Kendali *open loop* dirancang untuk mengetahui respon dari kemampuan aktuator yaitu modul *dimmer* lampu AC dalam meningkatkan suhu pada *plant*. Data output kendali *open loop* akan melalui proses sampling, data yang akan dicuplik berupa suhu. Data hasil pencuplikan kendali *open loop* akan diolah untuk pemodelan aktuator yang akan digunakan dalam proses simulasi kendali. Berikut diagram blok sistem *open loop* yang ditunjukkan pada Gambar 3.



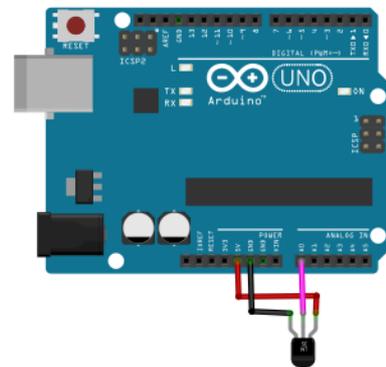
Gbr 3. Diagram blok sistem secara *open loop*

C. *Integrasi hardware*

Pada perancangan *hardware*, mikrokontroler digunakan sebagai pengendali. Mikrokontroler terhubung dengan semua komponen yang digunakan dalam perancangan *hardware*. Komponen yang digunakan lainnya terdiri dari, sensor suhu LM35 sebagai input yang berfungsi untuk pengambilan data suhu. LCD sebagai tampilan data, dan modul *dimmer* lampu AC untuk menyalakan lampu AC. Perancangan *hardware* terdapat beberapa sebuah perancangan berupa desain perancangan komponen, desain prototipe inkubator kandang ayam.

1) *Implementasi sensor LM35 sebagai sensor suhu*

Pada perancangan ini, sensor suhu LM35 digunakan untuk mengambil data suhu pada prototipe inkubator kandang ayam. Terdapat 3 kaki yang dihubungkan dengan mikrokontroler yaitu VCC, Vout dan GND seperti Gambar 4 dengan konfigurasi pin yang tertera pada Tabel 2.



Gbr 4. Rangkaian sensor LM35 dengan mikrokontroler

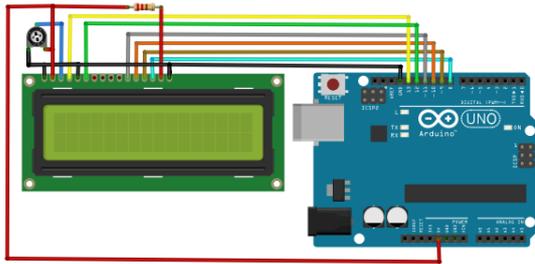
Tbl 2. Konfigurasi pin sensor LM35 dengan mikrokontroler

Arduino Uno	Sensor LM35
VCC 5V	VCC
GND	GND
A0	Vout

2) *Rangkaian LCD*

Pada perancangan ini, LCD sebagai output untuk menampilkan data suhu dan PWM. Terdapat 12 kaki yang dihubungkan kepada mikrokontroler, yaitu VDD, VSS, V0, RS, RW, E D4, D5, D6 D7, A dan K seperti Gambar 5 dengan konfigurasi pin yang tertera pada Tabel 3 Pada

perancangan LCD terdapat resistor 220 Ohm pada pin A dan potensiometer sebesar 10k Ohm yang bertempat pada pin VSS, VDD dan VO.



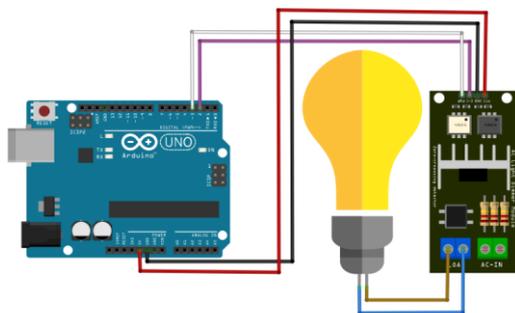
Gbr 5. Rangkain LCD dengan mikrokontroler

Tbl 3. Konfigurasi pin LCD dengan mikrokontroler

Arduino Uno	LCD
VCC 5V	VDD
GND	VSS
-	VO
13	RS
GND	RW
12	E
11	D4
10	D5
9	D6
8	D7
-	A
GND	K

3) Perancangan modul dimmer AC

Pada perancangan ini, modul *dimmer* lampu AC digunakan untuk mengaktifkan lampu ac berupa sinyal PWM. Terdapat 4 kaki input yang dihubungkan dengan mikrokontroler yaitu VCC, GND, ZC dan PWM. Pada output modul *dimmer* lampu AC terdapat 2 pin terminal yang diantaranya AC input dan load seperti Gambar 6 dengan konfigurasi pin yang tertera pada Tabel 4.



Gbr 6. Rangkain *dimmer* dengan mikrokontroler

Tbl 4. Konfigurasi pin *dimmer* dengan mikrokontroler

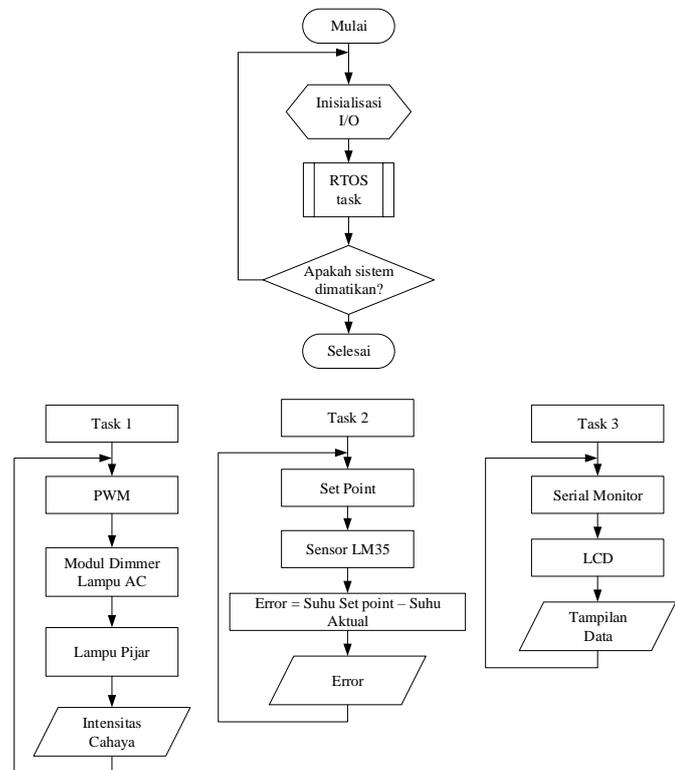
Arduino Uno	Modul <i>Dimmer</i> Lampu AC
VCC 5V	VCC
GND	GND
2	ZC
3	PWM

D. Perancangan sistem kendali closed loop dengan RTOS

Sistem prototipe inkubator kandang ayam *close loop* menangani suhu di bawah setpoint. Nilai *error* di dapat dari pengurangan nilai setpoint dengan input suhu yang

kemudian hasil dari pengolahan digunakan untuk mengendalikan suhu dengan aktuatur lampu pijar. Ketika nilai *error* positif, maka akan memberikan nilai PWM yang tinggi. Begitu juga sebaliknya ketika nilai *error* negatif, maka akan memberikan nilai PWM yang rendah. Sinyal PWM tersebut digunakan untuk mengatur intensitas cahaya dari modul *dimmer* lampu AC.

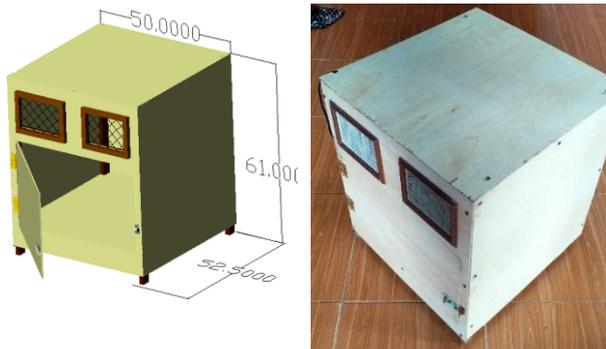
Diagram alir sistem *closed loop* menggunakan RTOS dimana sistem dijalankan dengan menggunakan prioritas pada setiap *task*. Prioritas digunakan untuk menjalankan program yang terpenting terlebih dahulu pada sistem. RTOS pada *close loop* menggunakan 3 *task* dalam prototipe inkubator kandang ayam. *Task 1* berfungsi untuk mengendalikan lampu pijar dengan modul *dimmer* lampu AC menggunakan input PWM dengan prioritas ke 3. *Task 2* berfungsi untuk membaca temperatur dan mengolah data dari sensor LM35 dengan setpoint dengan prioritas ke 1. *Task 3* berfungsi untuk penunjukan tampilan pada LCD dan serial monitor berdasarkan data – data yang didapat dengan prioritas ke 2. Berikut diagram alir sistem *closed loop* dengan RTOS yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gbr 7. Diagram alir sistem closed loop dengan RTOS

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi sistem

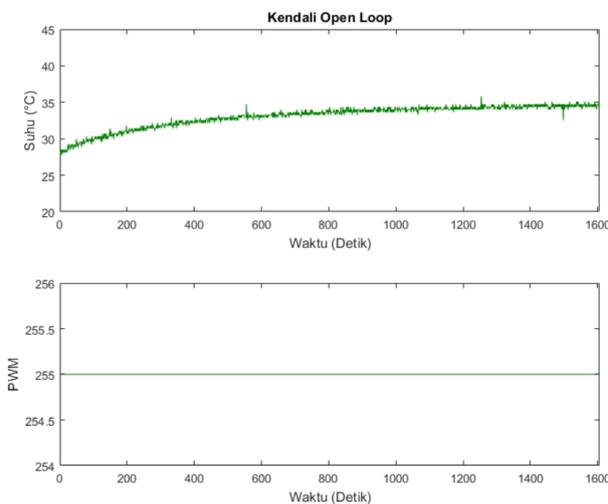


Gbr 8. Desain dan realisasi inkubator

Prototipe inkubator kandang ayam menggunakan bahan kayu dengan dimensi bagian luar 50 cm x 52.5 cm x 61cm seperti pada Gambar 3.11 dan dimensi bagian ruang dalam berukuran 49 cm x 50 cm x 50 cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

B. Pemodelan fungsi alih dengan SIT

SIT digunakan untuk mendefinisikan model matematika seperti fungsi transfer dari modul *dimmer* lampu AC yang tertera pada inkubator kandang ayam. Persamaan fungsi alih yang digunakan dalam simulink untuk mensimulasikan sistem kendali suhu. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara memberikan nilai PWM maksimum 255 sehingga akan menyalakan lampu secara maksimum dan akan terjadi perubahan suhu sehingga dapat menghasilkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil identifikasi menunjukkan *best fit* sebesar 83,07% yang merupakan hasil yang baik untuk mendekati model yang sebenarnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

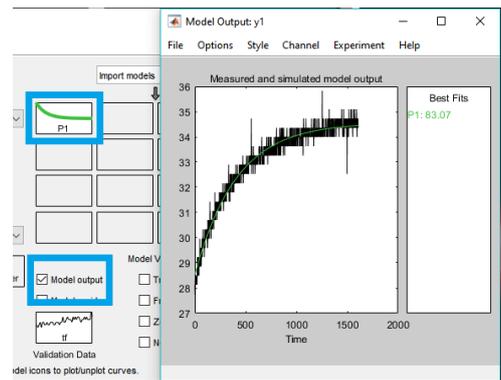


Gbr 9. Grafik tanggapan sistem *open loop* dengan input 255 PWM

Fungsi alih yang dihasilkan dari pemodelan menggunakan SIT ditunjukkan pada persamaan 1. Serta dengan melakukan proses pencuplikan dengan $T = 1$ detik dihasilkan persamaan fungsi alih dalam domain diskrit pada persamaan 2.

$$G(s) = \frac{0,1356}{405,3s+1} \tag{1}$$

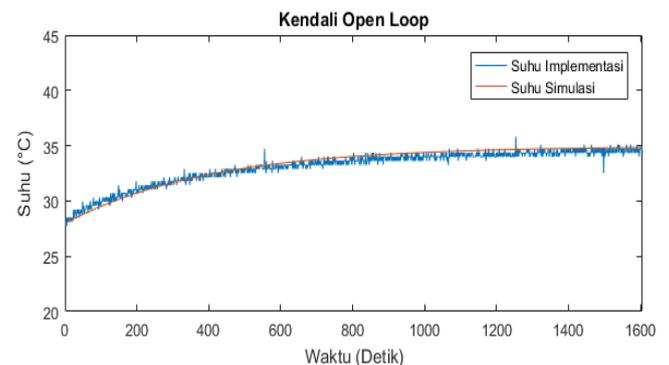
$$G(z) = \frac{0,000334}{z-0,9975} \tag{2}$$



Gbr 10. Grafik tanggapan sistem identifikasi

C. Validasi sistem *open loop*

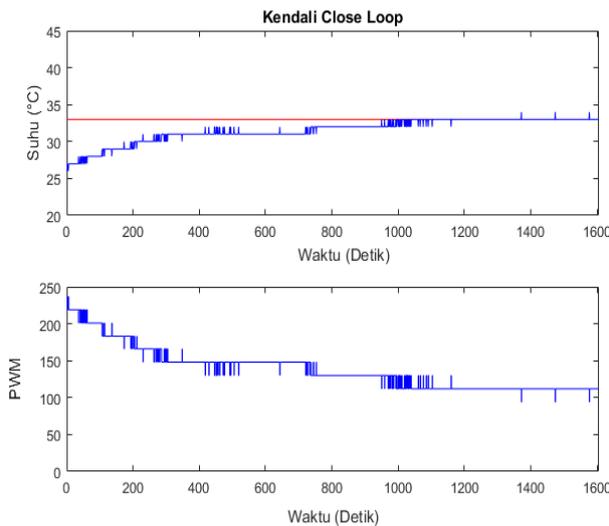
Gambar 11 menunjukkan perbandingan tanggapan hasil pengujian dari respon kendali *open loop* (warna biru) pada implementasi dengan output mencapai 34,70°C. Gambar 11 juga menunjukkan hasil pengujian dari respon kendali *open loop* pada simulai (warna jingga) dengan output mencapai 34,90°C. Pengujian tersebut diberikan nilai input berupa nilai PWM sebesar 255. Hasil pengujian berupa konstanta waktu didapat dari perhitungan 63,20% dari output yang dihasilkan. Pada implementasi konstanta waktu bernilai 95 detik dan simulasi bernilai 174 detik sehingga memiliki selisih sekitar 79 detik. Maka dari itu pada simulasi dengan implementasi memiliki respon suhu yang berbeda.



Gbr 11. Validasi fungsi alih sistem *open loop*

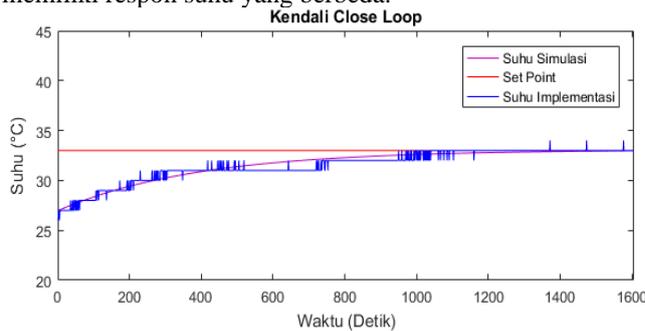
D. Pengujian sistem *closed loop* dengan RTOS

Pada inkubator kandang ayam dilakukan pengujian respon kendali *closed loop* untuk mengetahui respon kenaikan suhu dan respon sinyal PWM. Dimana ketika nilai *error* positif maka nilai PWM akan tinggi. Begitu juga sebaliknya ketika nilai *error* negatif maka nilai PWM akan rendah. Pada Gambar 12 merupakan grafik implementasi respon suhu dan respon PWM dengan kendali *close loop*.



Gbr 12. Grafik tanggapan sistem *closed loop* dengan RTOS

Gamabr 13 menunjukkan hasil pengujian dari respon kendali *close loop* pada implementasi (warna biru) dan simulasi (warna jingga) dengan output mencapai 33,00°C. Pada implementasi konstanta waktu bernilai 109 detik dan simulasi bernilai 172 detik sehingga memiliki selisih 63 detik. Maka dari itu pada simulasi dengan implementasi memiliki respon suhu yang berbeda.



Gbr 13. Grafik tanggapan implementasi dan simulasi sistem *closed loop*

E. Pengujian RTOS

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pada setiap *task* dengan menggunakan RTOS dan tanpa menggunakan RTOS.

Tbl 5. Pengujian tanpa menggunakan RTOS

Percobaan	Task Dimmer (µs)	Task Suhu (µs)	Task Display (µs)
1	1697,13	1280,69	3134,31
2	1616,75	1280,50	3088,19
3	1616,25	1217,63	3087,81
4	1698,19	1213,88	3133,87
5	1697,44	1246,69	3101,19
6	1697,13	1232,81	3101,06
7	1649,38	1183,00	3088,56
8	1615,94	1165,56	3088,44
9	1698,19	1214,69	3122,94
10	1648,56	1246,56	3135,75

Rata-rata waktu (µs)	1663,50	1228,20	3108,21
----------------------	---------	---------	---------

Tbl 6. Pengujian menggunakan RTOS

Percobaan	Task Dimmer (µs)	Task Suhu (µs)	Task Display (µs)
1	1606,44	1204,13	3152,81
2	1587,81	1187,88	3123,31
3	1616,88	1203,19	3123,31
4	1602,06	1203,56	3123,19
5	1631,94	1220,44	3123,31
6	1616,88	1199,50	3042,81
7	1599,31	1187,69	3123,31
8	1631,94	1188,00	3077,31
9	1587,81	1216,88	3123,00
10	1631,94	1201,81	3123,19
Rata-rata waktu (µs)	1611,30	1201,31	3113,55

Pada Tabel 5 dan 6 merupakan hasil dari pengujian waktu dengan menggunakan RTOS dan tanpa RTOS. Setelah 10 kali melakukan percobaan rata-rata yang didapat dari RTOS dan tanpa RTOS memiliki perbedaan waktu pada setiap *task*. Sehingga didapatkan bahwa RTOS pada *task suhu* dan *task dimmer* memiliki respon waktu yang lebih cepat dari tanpa menggunakan RTOS. Pada *task suhu* respon waktu yang didapat sebesar 52,20 µs dan *task dimmer* sebesar 26,89 µs. Pada *task display* RTOS mengalami respon yang lebih lama sebesar 5,34 µs.

V. KESIMPULAN

Pada perancangan prototipe inkubator kandang ayam yang telah dibuat, maka dibuat kesimpulan bahwa penggunaan RTOS pada sistem prototipe inkubator kandang ayam berhasil dibuat dan diimplementasikan. Perbandingan hasil simulasi dengan implementasi pada konstanta waktu mengalami perbedaan senilai 79 detik pada *open loop* dan 63 detik pada *close loop* mengakibatkan respon kendali mengalami penundaan waktu. Respon waktu dalam penggunaan RTOS lebih cepat dari tanpa menggunakan RTOS dalam melakukan pengambilan suhu sebesar 52,20 µs dan pengendalian *dimmer* sebesar 26,89 µs. Tetapi dalam penggunaan RTOS, dalam melakukan penampilan data memiliki respon waktu lebih lama seberar 5,34 µs. Pada proses penelitian perlu dikembangkan dan ditingkatkan lebih lanjut maka diperlukan saran yang bertujuan untuk membuat sistem yang lebih kokoh diantaranya dapat menggunakan sistem kendali lain seperti *Proportional Integral Derivative* (PID), *fuzzy logic controller* maupun *pole placement*. Disarankan pula untuk menambahkan aktuatur apabila hendak menurunkan suhu dengan cepat.

REFERENSI

[1] R. Ahaya and S. Akuba, "Rancang bangun alat penetas telur semi otomatis," *J. Teknol. Pertan.*

- Gorontalo*, vol. 3, no. 1, pp. 44–50, 2018.
- [2] A. A. Candra, D. D. Putri, and Z. Zairiful, “Perbaikan Penampilan Produksi Ayam Pedaging dengan Penambahan Ekstraksi Temulawak Pelarut Ethanol,” *J. Penelit. Pertan. Terap.*, vol. 14, no. 1, pp. 64–69, 2017.
- [3] N. Lestari, “Rancang Bangun Pengatur Suhu Kandang Ayam Otomatis Untuk Perternakan Ayam Skala Kecil,” *Techno-Socio Ekon.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [4] A. Saifudin, lia nur Aini, and W. Hadi, “Manajemen Pemeliharaan Ayam Broiler Fase Starter Di PT. Ciomas Adisatwa Unit Lamongan,” *J. Inov. Penelit.*, vol. 1, no. 1, pp. 37–42, 2017.
- [5] D. I. Saputra, A. Rohmat, A. Najmurokhman, and Z. Fakhri, “Implementation of Fuzzy Inference System Algorithm in Brooding System Simulator with the Concept of IoT and Wireless Nodes” in *ICIEVE 2019*, 2020, pp. 1–6
- [6] M. Supriyanto, D. Rahmawati, and Haryanto, “Rancang Bangun Inkubator Anak Ayam Doc (Day Old Chick) Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *J. JE-Unisla*, vol. 5, no. 1, pp. 315–320, 2020.
- [7] C. Yusuf and D. I. Saputra, “Optimasi Kendali Suhu pada Sistem Nirkabel Penetasan Telur Berbasis PI dan PI Anti Windup,” *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, 2020, doi: 10.5614/joki.2020.12.2.3.
- [8] D. I. Saputra and F. Gumilang, “Pengembangan dan Implementasi RTOS Untuk Pembatasan Jumlah Pengunjung Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler,” in *Semnastera 2021*, 2021, pp. 73–77.
- [9] N. Lestari, “Rancang Bangun Pengatur Suhu Kandang Ayam Otomatis Untuk Perternakan Ayam Skala Kecil,” *Techno-Socio Ekon.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–14, 2019, doi: 10.32897/techno.2019.13.1.1.
- [10] H. Wang, Z. Wang, and J. Hou, “An Embedded Environmental Control System Based on Small RTOS,” *2013 IEEE Conf. Anthol. Anthol. 2013*, pp. 1–3, 2013.
- [11] S. L. Tan and T. N. B. Anh, “Real-time Operating System (RTOS) for Small (16-bit) Microcontroller,” *Dig. Tech. Pap. - IEEE Int. Conf. Consum. Electron.*, pp. 1007–1011, 2009.

BIOGRAFI PENULIS



Dede Irawan Saputra, lahir di Purwakarta Tanggal 25 Juni 1991. Penulis merupakan lulusan Sarjana Pendidikan (S.Pd) Pendidikan Teknik Elektro dari Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), kemudian melanjutkan studi Magister Teknik (M.T) di Sekolah Teknik Elektro dan Informatika (STEI) KK Kendali dan Sisetm Cerdas di Institut Teknologi Bandung (ITB). Saat ini penulis merupakan dosen Teknik Elektro di Universitas Jenderal Achmad Yani.