

Chicken Cage Incubator Cooling Control System Using Fuzzy Logic

Aldiasa Pangestu Aji, *Oktaf Agni Dhewa

Departemen Teknik Elektro dan Elektronika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: aldiasapangestu@gmail.com, *oktafagnidhewa@uny.ac.id

Abstract

This research examines the impact of prolonged cooling time in the incubator of chicken coops on the well-being of chicks during the incubation process. Poorly maintained temperature conditions can jeopardize the health of chicks and diminish the overall productivity of poultry farming. To address this issue, the study develops an efficient temperature control system by integrating a peltier as the main cooling component and fuzzy logic control combined with a DC fan. Experimental results indicate that the developed system is capable of providing a robust response to temperature changes in the chicken coop incubator, with transient response values meeting the expected criteria. Consequently, this temperature control system holds the potential to enhance the performance of chicken coop incubators and reduce the risk of chick mortality during the incubation process. This research serves as an initial step in advancing better temperature control for chicken coop incubators in the future.

Keywords— Chicken Coop Incubator; Fuzzy Logic; Peltier; Respon Transien; Settling Time

Abstrak

Penelitian ini mengkaji dampak waktu yang lama dalam menurunkan suhu berlebih pada inkubator kandang ayam terhadap kesejahteraan anak ayam selama proses inkubasi. Kondisi suhu yang tidak terjaga dengan baik dapat mengancam kesehatan anak ayam dan merugikan produktivitas peternakan. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengembangkan sistem kendali suhu yang efisien dengan mengintegrasikan peltier sebagai pendingin utama dan kendali logika fuzzy yang dikombinasikan dengan kipas DC. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan respons yang baik terhadap perubahan suhu pada inkubator kandang ayam, dengan nilai respon transien sesuai harapan. Dengan demikian, sistem kendali suhu ini memiliki potensi untuk meningkatkan kinerja inkubator kandang ayam dan mengurangi risiko kematian anak ayam selama proses inkubasi, menjadikannya sebagai langkah awal dalam pengembangan kontrol suhu yang lebih baik untuk inkubator kandang ayam di masa mendatang.

Kata kunci— Fuzzy Logic; Inkubator Kandang Ayam; Peltier; Respon Transien; Settling Time

1. PENDAHULUAN

DOC (Day Old Chicken) merupakan komoditas unggulan dari persilangan jenis-jenis ayam yang memiliki nilai produktifitas tinggi serta nilai ekonomis yang besar [1]. DOC menjadi faktor utama dalam budidaya ternak ayam broiler. Ciri-ciri DOC dengan kualitas yang bagus diantaranya bebas dari penyakit, nafsu makan tinggi, bobot tidak kurang dari 37 gram, terlihat

aktif, tampak segar, tidak ada cacat fisik, serta memiliki badan dan bulu yang bersih [2], [3]. Untuk menjaga *DOC* tetap berkualitas, menjaga suhu udara pada kandang inkubator menjadi salah satu faktor penting karena dapat mempengaruhi produktifitas [4], [5]. Kandang yang lembab menyebabkan suhu yang dirasakan ayam naik, sehingga ayam menjadi sulit bernafas [6].

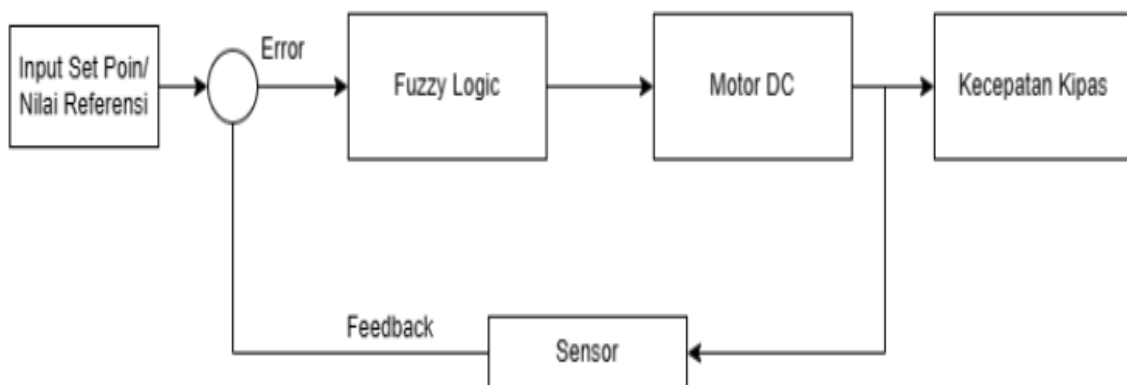
Kendali suhu kandang ayam bagi peternak sangat berpengaruh pada *DOC*, mulai dari kualitas dan produktifitasnya [7]. Sistem pengendalian suhu ini menggunakan lampu DC sebagai pemanas dan menggunakan *driver* motor DC untuk mengendalikan kipas atau *fan* dengan logika *fuzzy* [8]. Ketika suhu yang terukur oleh sensor DHT22 berada pada titik minimum maka lampu DC akan menyala terang dan kipas akan berputar pelan, sebaliknya ketika suhu yang terukur pada titik maksimum maka lampu akan menyala redup dan kipas akan berputar kencang [9].

Suhu yang dikontrol pada kandang terkadang mengalami fluktuasi, hal ini menyebabkan suhu tinggi yang berlebih dan suhu sulit untuk diturunkan [10]. Sehingga sistem ini harus menggunakan pendingin untuk menurunkan suhu dengan cepat agar ayam tidak merasa panas yang akan menyebabkan pada produktifitasnya turun [11]. Hal ini berdasarkan penelitian yang membahas mengenai pembuatan alat pendingin sekunder pada kabin mobil dengan memanfaatkan *Thermoelectric (TEC)* [12]. Alat ini bekerja menggunakan *peltier* yang akan menyerap panas dan akan membuang panas. Maka diharapkan mampu menurunkan suhu kandang berlebih pada kandang ayam. [13]

2. METODE PENELITIAN

2.1 Konsep Rancangan Keseluruhan

Rancangan sistem pendingin inkubator kandang ayam menggunakan *fuzzy logic* sebagai komponen utama kendali kipas DC. Sistem *fuzzy* akan menganalisis suhu yang ada pada kandang ayam berdasarkan pembacaan sensor DHT11 dan rancangan *fuzzy* yang telah dibuat [14]. Gambar 1 berikut ini menunjukkan rancangan blok diagram algoritma sistem pendingin kandang ayam.

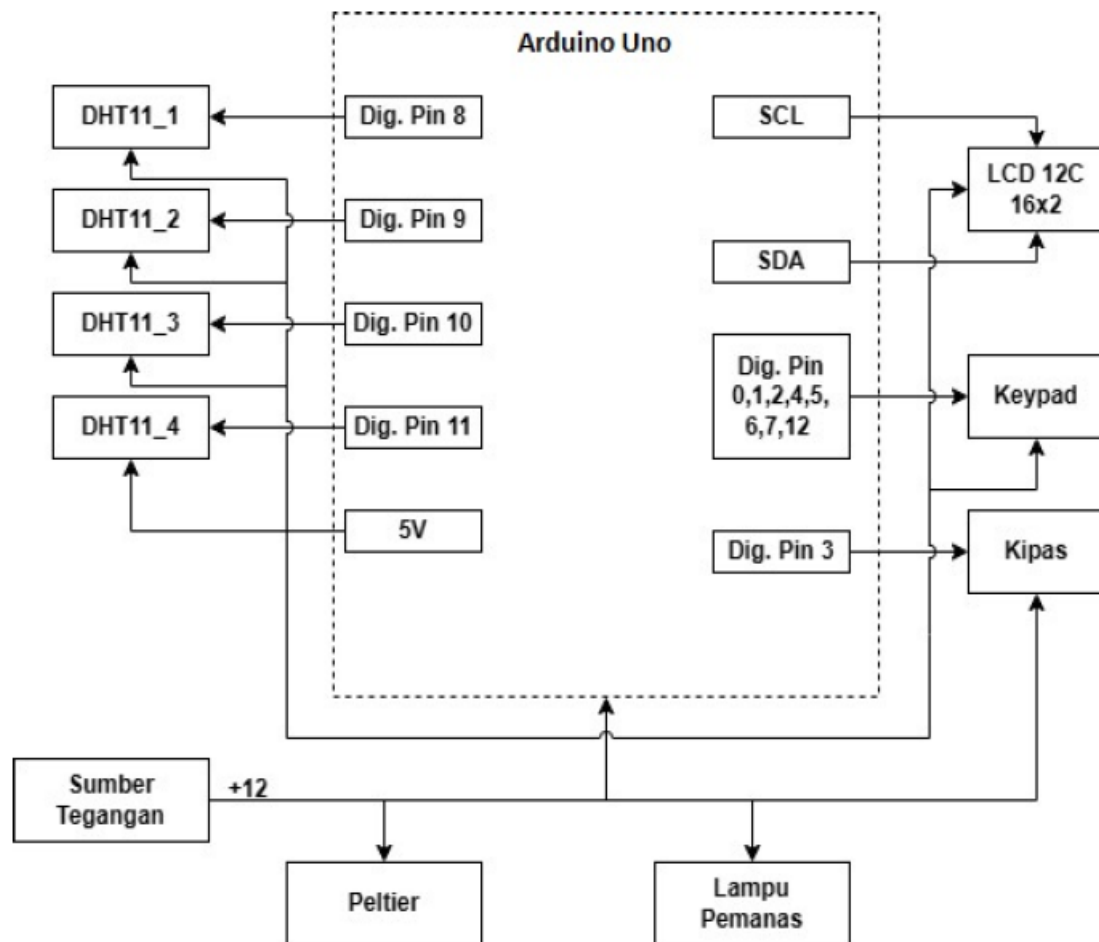


Gambar 1 Diagram blok sistem *fuzzy*

Pada Gambar 1 di atas, sensor suhu berfungsi untuk membaca nilai suhu pada dalam kandang ayam, serta nilai *error* sebagai *input*nya. *Error* disini didapatkan dari pengurangan nilai *set poin* dan pembacaan sensor DHT11, kemudian, dari *input* tersebut akan dilakukan *fuzzification* yang akan diproses pada mikrokontroler. Proses yang ada pada mirkokontroler akan mengecek aturan sesuai dengan parameter suhu. Untuk mengolah nilai tersebut, maka dilakukan proses *defuzzification* menggunakan metode *Center of average*. *Output* dari *defuzzification* berupa nilai PWM pada kipas DC.

2.2 Arsitektur Sistem

Pembuatan sistem pendingin kandang ayam menggunakan *fuzzy* diawali dengan perancangan arsitektur sistem kerja alat dengan mengkaji beberapa penelitian. Berikut merupakan diagram blok sistem pendingin kandang ayam menggunakan *fuzzy*.

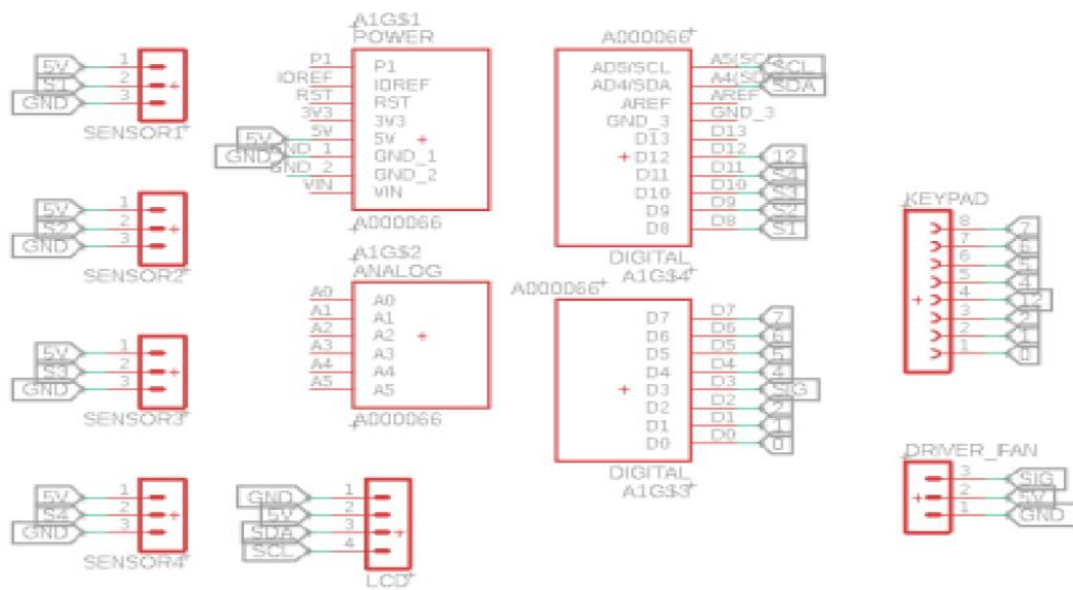


Gambar 2 Diagram blok sistem pendingin kandang ayam

Pada perancangan penelitian ini, sistem pemrosesan menggunakan mikrokontroler arduino. Arduino berfungsi sebagai sistem kontrol penggerak pada aktuator berupa kipas DC dengan adanya *input* dari sensor DHT11 dan nilai *error* dari hasil pengurangan *set poin* dan pembacaan sensor DHT11. Sensor DHT11 yang digunakan empat buah. Sensor ini berkomunikasi dengan arduino menggunakan pin digital. Keluaran nilai sensor akan dikurangi nilai *set poin* yang di *input* melalui keypad 4x4 menghasilkan nilai *error*, keypad berkomunikasi dengan arduino dengan menggunakan delapan pin arduino. Dari hasil *input* tersebut nilai diolah menjadi nilai PWM melalui pin PWM untuk diberikan ke kipas DC yang dikontrol. Hasil dari pembacaan sensor, nilai *set poin*, nilai *error* dan nilai PWM akan ditampilkan pada LCD 16x2 yang terintegrasi dengan I2C dengan menggunakan pin SCL dan SDA.

2.2 Rancangan Eelektronik

Skema ini adalah skema dasar dalam rancangan perangkat keras untuk pemodelan selanjutnya yang memungkinkan pembaca memahami bagaimana semua komponen akan bekerja bersama dalam perangkat akhir. Dengan rancangan skematik yang ini, implementasi fisik perangkat keras dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

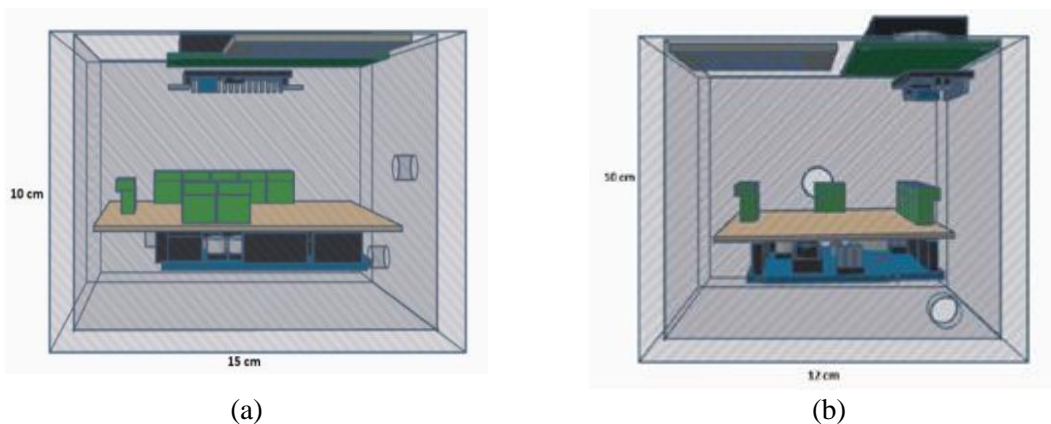


Gambar 3 Skematik sistem alat

Power supply yang digunakan pada penelitian ini yaitu 12v untuk mengaktifkan mikrokontroler, peltier dan kipas. Sedangkan power untuk sensor, *LCD* dan sensor diperoleh dari keluaran arduino sebesar 5v. Sensor DHT11 berkomunikasi dengan arduino menggunakan pin digital. Komunikasi *LCD* dengan I2C menggunakan pin SCL dan SDA. Selanjutnya depalan pin untuk *keypad* menggunakan pin digital untuk berkomunikasi dengan arduino. Kipas yang digunakan kipas dengan tegangan 12v dan memiliki driver pin kontrol yang dihubungkan ke pin PWM sebagai kontrol kecepatan.

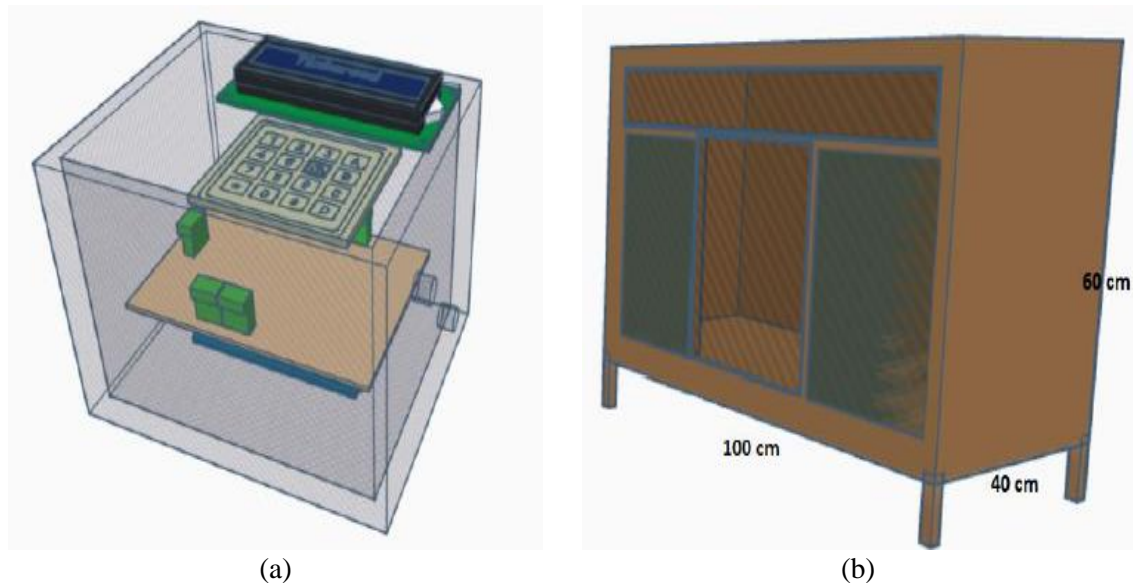
2.3 Perancangan Mekanik

Rancangan perangkat keras dalam penelitian ini merupakan proses merinci dan merancang komponen fisik yang akan digunakan dalam sebuah penelitian. Rancangan perangkat keras ini membantu memastikan bahwa penelitian dapat diimplementasikan, sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang telah ditetapkan dan berfungsi untuk menampilkan hasil yang telah diproses pada sistem. Pada perancangan ini, mengatur tata letak komponen fisik yang akan dipasang pada suatu tempat (*box*) dan desain kandang ayam yang akan digunakan pada penelitian ini, Gambar 4 berikut ini merupakan rancangan desain tempat untuk letak komponen elektronik.



Gambar 4 Rancangan desain kotak tampak depan (a) dan tampak samping (b)

Pada Gambar 4a di atas, menunjukkan ukuran kotak dengan panjang 15 cm dan tinggi 10 cm. Di dalam kotak juga nampak komponen elektronik berupa mikrokontroler yang sudah dipasang pada *PCB*.



Gambar 5 Tampilan 3D kotak komponen elektronik (a) dan desain kandang ayam (b)

Tampilan samping pada Gambar 4b terdapat dua lubang, lubang pertama (bagian atas) untuk kabel sensor, serta kipas DC menuju kandang dan lubang kedua sebagai *input* dari *Power supply*. Lebar kotak dari samping 10 cm. Kandang ayam pada penelitian ini berfungsi sebagai tempat mengimplementasikan sistem kerja alat. Sensor akan di tempatkan pada tiap sudut kandang ayam dan terdapat satu kipas DC seperti yang terlihat pada Gambar 5.

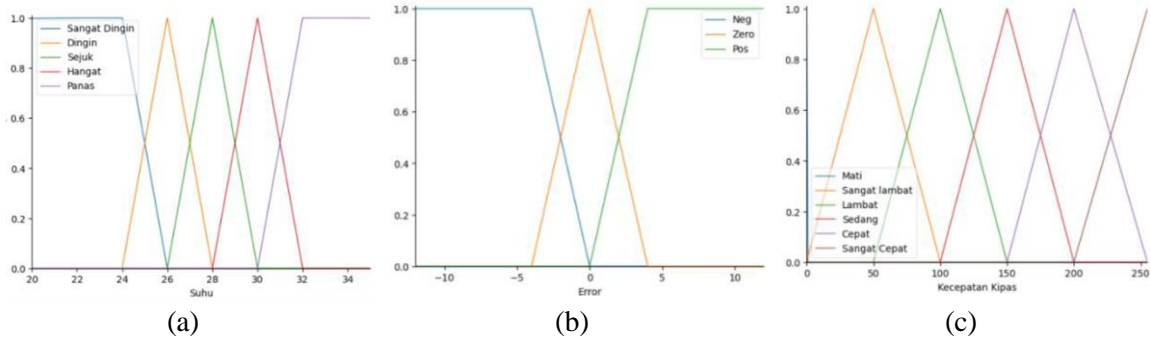
2.4 Rancangan Input Fuzzy

Suhu kandang ayam yang harus dijaga berdasarkan pada Tabel 1 yaitu mulai dari 22-33 (C). Gambar berikut menunjukkan grafik *input* himpunan *fuzzy*. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa garis biru menunjukkan keanggotaan 'sangat dingin', garis jingga menunjukkan keanggotaan 'dingin', garis hijau menunjukkan keanggotaan 'sejuk', garis merah menunjukkan keanggotaan 'hangat' dan garis ungu menunjukkan keanggotaan 'panas'. Sensor DHT11 akan mendeteksi suhu pada kandang dan akan diklasifikasikan berdasarkan grafik himpunan *fuzzy* tersebut.

Tabel 1 Kriteria suhu pada kandang ayam [15]

No	Kategori	Suhu (C)
1	Dingin	22-30
2	Sejuk/hangat	29-31
3	Panas	30-33

Adapun *input* nilai *error* yang diperoleh dari pengurangan nilai *set poin* dan suhu yang terbaca oleh sensor suhu yang dikelompokkan menjadi 'negatif', 'zero' dan 'positif'. Pada Gambar 6a sumbu X menunjukkan nilai derajat keanggotaan dan pada sumbu Y merupakan keanggotaan dari nilai *error*.



Gambar 6 Grafik input suhu (a), error (b), dan Output (c) himpunan fuzzy

Output dari sistem ini yaitu kecepatan pada kipas DC. Kecepatan motor menyesuaikan nilai PWM dengan bilangan bulat dari 0-255. Output akan diklasifikasikan menjadi lima kelompok. Seperti pada Gambar 6b grafik. Pada grafik di atas, Output berupa nilai PWM yang akan mengaktifkan kipas diklasifikasikan menjadi 'sangat lambat', 'lambat', 'sedang', 'cepat' dan 'sangat cepat'. Kipas akan berputar sesuai dengan nilai PWM berdasarkan himpunan fuzzy pada grafik yang ditunjukkan melalui Gambar 6c di atas.

2.4 Rancangan Aturan Fuzzy

Bentuk dasar aturan fuzzy adalah pernyataan logika fuzzy yang menghubungkan kondisi input fuzzy dengan tindakan atau keputusan Output fuzzy. Pernyataan ini biasanya mengandung frasa "if [kondisi input] then [tindakan Output]," di mana kondisi input dan tindakan Output dinyatakan dalam himpunan fuzzy dengan tingkat keanggotaan yang dapat dievaluasi menggunakan operasi-operasi logika fuzzy seperti AND, OR, dan NOT. Aturan fuzzy ini memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan berdasarkan tingkat keanggotaan variabel dalam himpunan fuzzy. Tabel 2 berikut menunjukkan aturan fuzzy pada penelitian ini. Untuk SC itu adalah singkatan dari Sangat Cepat, C = Cepat, L = Lambat, dan SL = Sangat Lambat.

Tabel 2 Aturan fuzzy

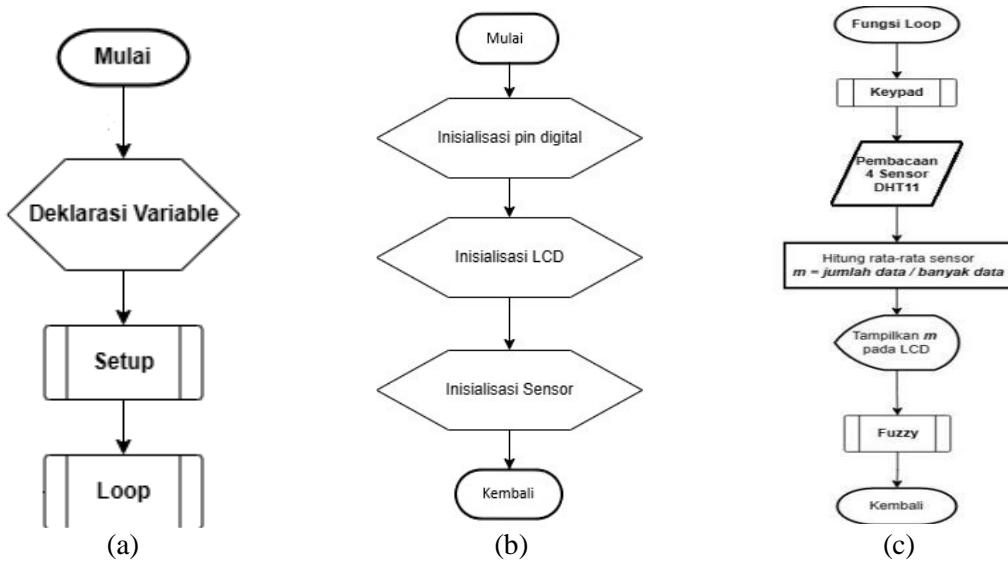
Rule Base	Suhu				
	'sangat dingin'	'dingin'	'sejuk'	'hangat'	'panas'
'negatif'	SC	SC	SC	SC	SC
Error 'zero'	L	L	L	L	C
'positif'	SL	SL	SL	SL	SL

2.4 Rancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak merupakan proses dalam pengembangan pada penelitian dengan bahasa pemrogram. Ini melibatkan perencanaan dan spesifikasi secara mendalam mengenai struktur dan komponen-komponen perangkat lunak yang akan dibutuhkan. Bahasa pemrograman yang digunakan di sini merupakan bahasa pemrograman 'C/C++' dan diperlukan suatu library pada proses pembuatan program untuk penelitian untuk mendukung perangkat keras maupun untuk efisiensi kinerja sistem menjadi lebih baik.

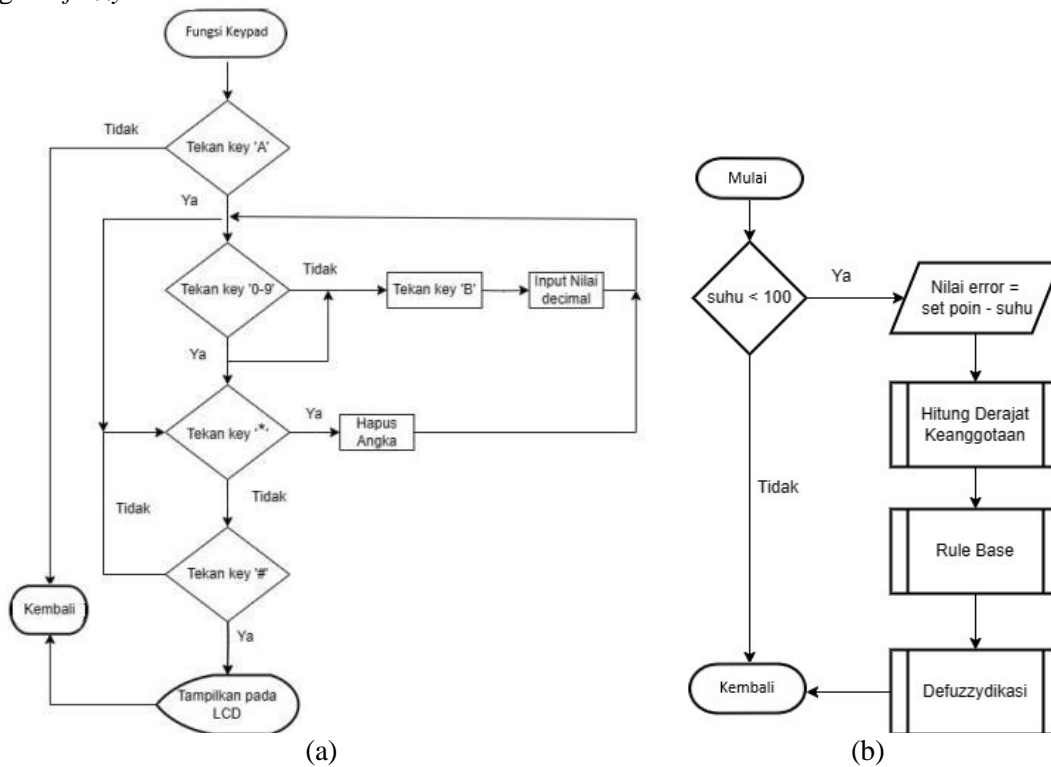
2.4.1 Program Utama Sistem Pendingin Kandang Ayam

Program terbagi menjadi program utama dan sub-sub program. Berikut Gambar 6a merupakan flowchart program utama pada sistem pendingin kandang ayam. Program diawali dengan mendeklarasikan variabel dan memanggil library yang sudah dibahas pada sub program sebelumnya. Selanjutnya masuk pada fungsi setup yang memberikan keadaan awal program. Program berlanjut ke fungsi loop, fungsi ini akan selalu berulang hingga sistem dimatikan. Pada fungsi ini terdapat sub program lainnya yaitu program keypad dan program fuzzy.



Gambar 6 Flowchart utama (a), setup (b), dan loop

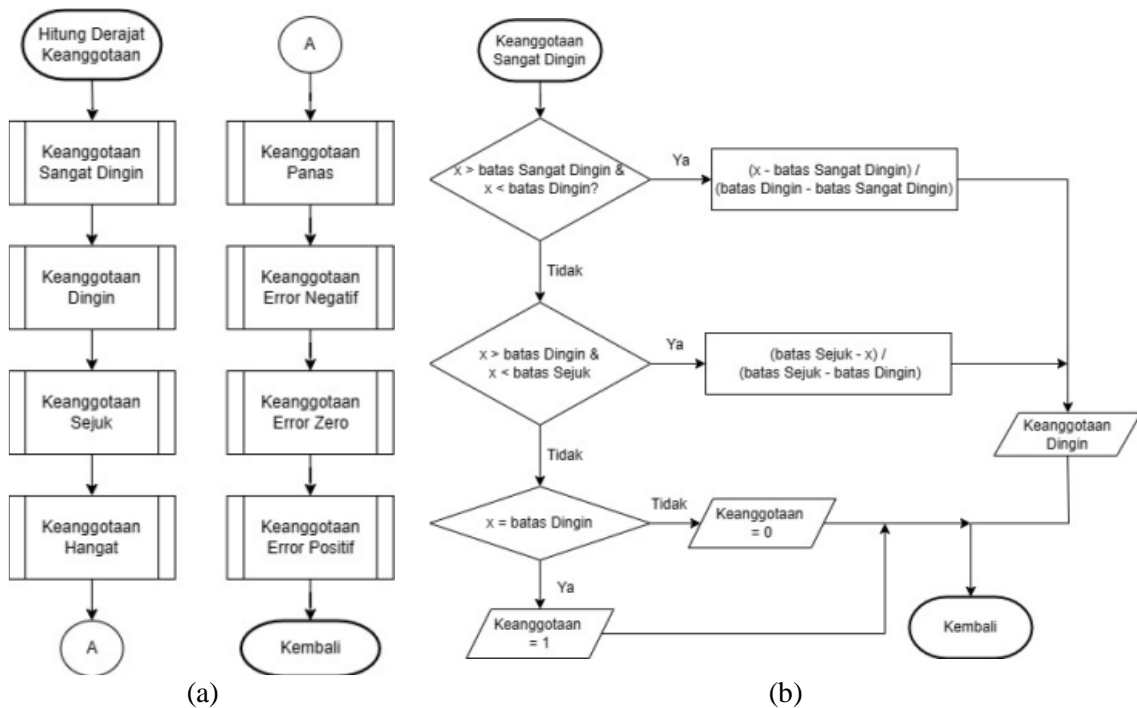
Fungsi *setup* adalah fungsi yang digunakan sebagai pemberi keadaan awal dari sistem pendingin kandang ayam. Gambar 6b merupakan *flowchart* dari fungsi *setup*. Program diawali dengan inisialisasi pin digital yang digunakan, selanjutnya inisialisasi *LCD* dan yang terakhir inisialisasi empat sensor DHT11. Kemudian pada Gambar 6c program *loop* diawali dengan sub program *keypad* yang berfungsi sebagai memasukkan nilai *set poin*. Selanjutnya program akan memerintahkan ke empat sensor DHT11 membaca suhu pada kandang ayam, setelah dibaca maka semua sensor di jumlah dan akan dirata-rata. Kemudian hasil dari perhitungan rata-rata sensor akan ditampilkan pada layar *LCD*. Selanjutnya sub program *loop* diakhiri dengan sub program *fuzzy*.



Gambar 7 Flowchart keypad (a) dan fuzzy(b)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7a, jika ingin memasukkan nilai *set poin* maka harus menekan tombol 'A' pada *keypad*, jika tombol tidak ditekan maka tidak bisa memasukkan nilai *set poin* dan program tidak akan berjalan. Jika menekan tombol 'A' maka dapat memasukkan nilai *set poin* sesuai angka yang diharapkan dengan menekan tombol '0-9' pada *keypad*. Jika ingin memasukkan bilangan desimal maka menekan tombol 'B' pada *keypad* dan kembali lagi melakukan *input* nilai melalui tombol '0-9' pada *keypad*. Jika salah menginputkan nilai *set poin* atau tidak sesuai dengan keinginan maka tekan tombol '*' *keypad* untuk menghapus semua nilai dan kembali memasukkan nilai *set poin* dengan menekan tombol '0-9'. Selanjutnya jika dirasa nilai *set poin* sudah sesuai dengan keinginan maka tekan tombol 'pagar' pada *keypad* yang berfungsi sebagai tombol finalisasi nilai *set poin*, maka selanjutnya nilai *set poin* akan tertampil pada layar *LCD* dan program akan kembali lagi.

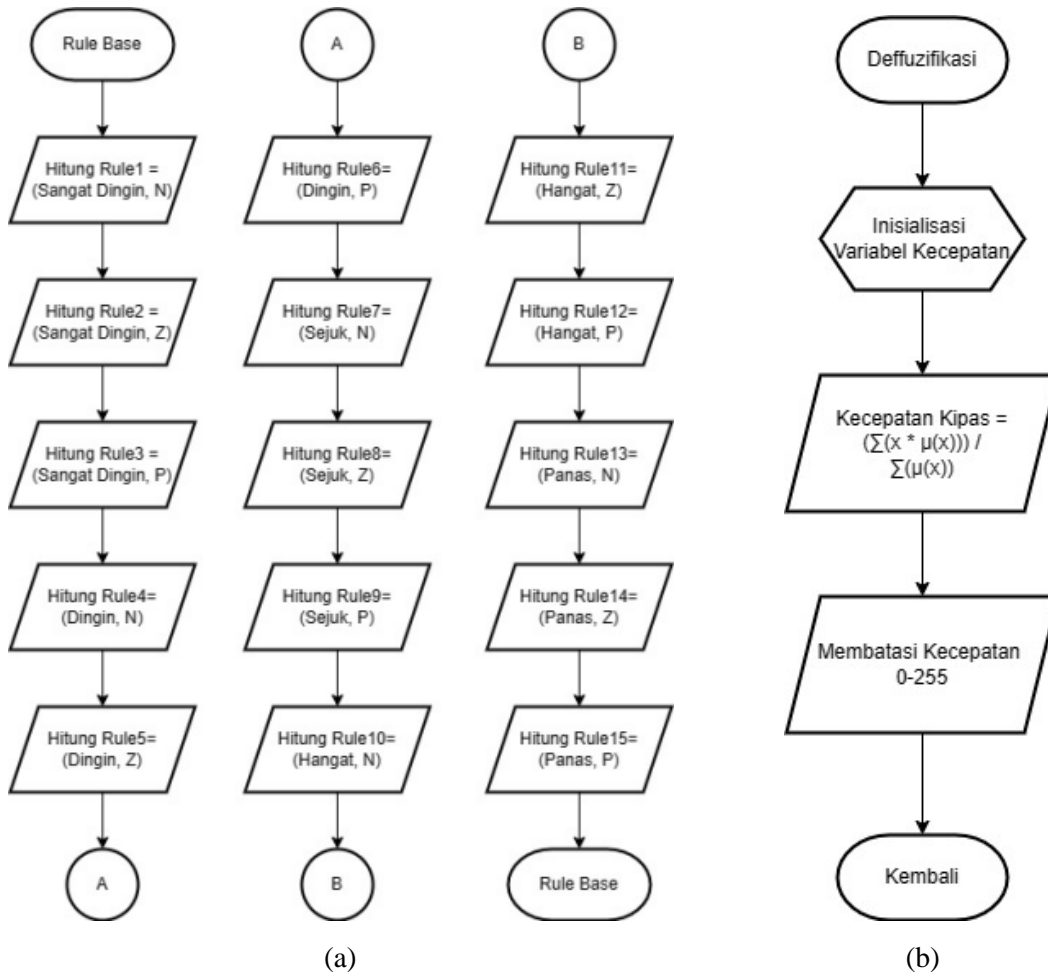
Berdasarkan diagram alir pada Gambar 7b, program akan berjalan ketika suhu yang terbaca oleh sensor DHT11 dibawah 100 derajat Celcius. Diambil nilai 100 karena batas maksimum yang dapat diterima sensor DHT11, ketika sensor membaca lebih nilai tersebut maka sistem tidak akan berjalan. Selanjutnya maka program akan memperoleh nilai *error*, nilai *error* ini diperoleh dari pengurangan nilai *set poin* yang di *inputkan* melalui *keypad* dikurangi nilai rata-rata suhu yang terbaca oleh ke empat sensor DHT11.



Gambar 8 Flowchart menghitung derajat keanggotaan (a) derajat keanggotaan sangat dingin (b)

Selanjutnya pada Gambar 8 masuk ke sub fungsi derajat keanggotaan untuk menghitung nilai derajat keanggotaan masing-masing kategori *input* yang ada pada sistem ini, lalu masuk kepada sub program *rule base* yang berisi aturan-aturan sebab-akibat yang sudah dibuat pada program ini, terakhir melakukan proses *defuzzyfikasi* untuk mendapatkan nilai PWM yang digunakan untuk kontrol kipas angin sesuai dengan *rule base*.

Pada penelitian ini menggunakan *fuzzy logic* dengan dua *input*, masing-masing *input* yaitu suhu terbaca dan nilai *error*. Sub program ini berfungsi untuk menghitung nilai derajat keanggotaan pada masing-masing *input*. Ditunjukkan pada Gambar 8a ada delapan keanggotaan *input* yang dihitung nilai derajat keanggotaannya yaitu untuk *input* suhu kategori sangat dingin, dingin, sejuk, hangat dan panas. Sedangkan nilai *error* yaitu kategori negatif, zero dan positif. Pada gambar 8b berikut ini menunjukkan diagram alir tiap perhitungan derajat keanggotaan.



Gambar 9 Flowchart rule base (a) dan defuzzyfikasi

Terdapat 15 aturan yang digunakan (Gambar 9a), dari rule 1 hingga rule 15 akan dibandingkan antara nilai derajat keanggotaan suhu dan nilai *error* menggunakan fungsi minimum diantara keduanya (operasi AND), maka selanjutnya akan didapatkan nilai keanggotaan yang nantinya akan digunakan pada operasi *defuzzyfikasi* ditahap selanjutnya. Proses *defuzzyfikasi* pada program ini berfungsi untuk mengubah nilai keanggotaan yang terjadi pada proses sebelumnya (sub program rule base) menjadi nilai konkret yang digunakan dalam pengambilan keputusan, sekaligus tahap ini merupakan langkah akhir dalam pengolahan data dalam sistem *fuzzy*. Berikut ini merupakan diagram alir pada program *defuzzyfikasi*. Dapat dilihat pada Gambar 9b diagram alir tersebut dimulai dengan inisialisasi variabel kecepatan, antara lain sangat lambat, lambat, sedang, cepat dan sangat cepat. Setelah dilakukan inisialisasi maka dilakukan perhitungan *defuzzyfikasi* berdasarkan nilai derajat keanggotaan *input* yang sudah dijelaskan pada sub program sebelumnya, hasil perhitungan *defuzzyfikasi* selanjutnya dibatasi dari 0-255.

2.5 Rancangan Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 merupakan proses untuk memastikan bahwa sensor tersebut berfungsi dengan baik dan menghasilkan data suhu yang akurat. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil yang terbaca oleh sensor DHT11 dan pembanding yakni *thermometer* digital. Sesuai pada datasheet DHT11 memiliki nilai toleransi kesalahan $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Jika suhu yang terbaca oleh sensor masih dibawah batas tersebut maka sensor berfungsi dengan baik dan dapat digunakan pada penelitian ini.

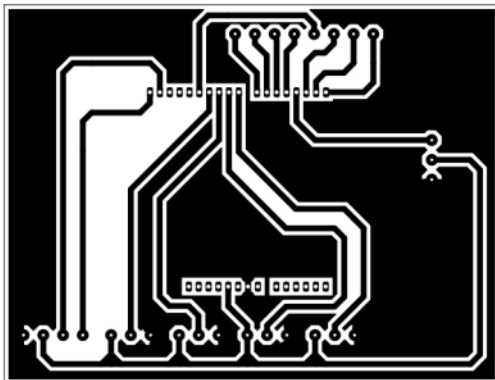
2.6 Rancangan Keseluruhan Sistem

Pengujian tahap ini dilakukan uji coba 3 kali dan juga 3 variasi *set poin*. Tahap pengujian diluar ruangan dilakukan selama 30 menit. Dari rancangan pengujian tersebut maka diharapkan mendapatkan spesifikasi sistem, pertama nilai *steady state error* di bawah toleransi 6% dengan waktu pengujian 30 menit, kedua titik *undershoot* diharapkan kurang dari 10%, ketiga *settling time* merupakan waktu yang dibutuhkan agar respon sistem mencapai dan tetap berada dalam batas toleransi sekitar nilai *set poin*, kurang dari 1700, dan keempat *Rise time* adalah waktu yang dibutuhkan agar respon sistem naik 5% sampai 95% atau 10% sampai 90% dari nilai akhirnya (*set point*) pertama kali setelah melewati nilai awalnya, diharapkan kurang dari 1400 detik.

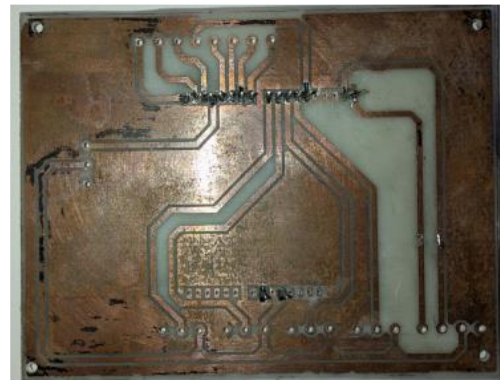
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Elektronik

Desain *PCB* (*Printed Circuit Board*) merupakan langkah awal dalam pengembangan perangkat keras elektronik yang berfungsi untuk menciptakan layout fisik papan *PCB*. Fungsinya adalah merinci tata letak komponen elektronik, jalur-jalur sirkuit, dan koneksi antar komponen sehingga membentuk struktur fisik yang sesuai dengan spesifikasi dan tujuan. Desain *PCB* juga memudahkan proses produksi *PCB* yang akurat dan efisien, serta memungkinkan iterasi dan perbaikan desain. Berikut ini merupakan hasil desain *PCB* yang digunakan pada penelitian yang dibuat.



(a)



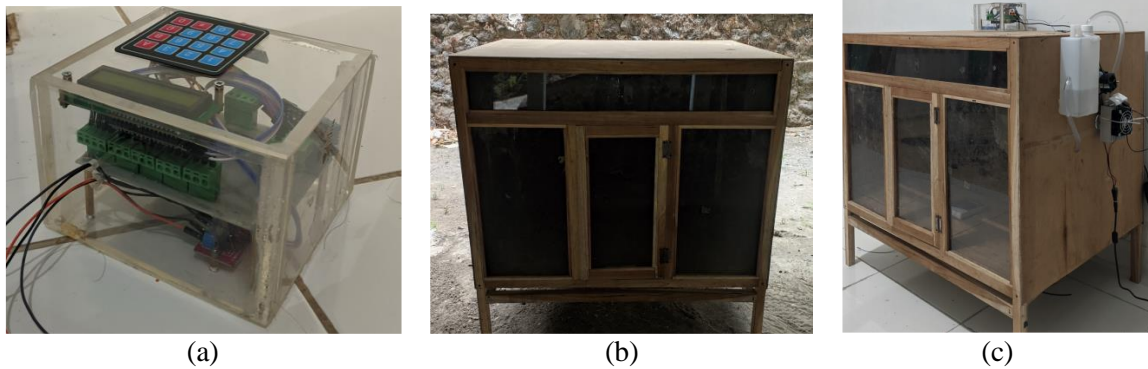
(b)

Gambar 10 Desain *PCB* (a), dan hasil cetak *PCB* (b)

Berdasarkan Gambar 10a terdapat jalur-jalur penting agar koneksi antar komponen tidak ada gangguan. Berdasarkan desain ini, nantinya akan dicetak seperti pada gambar 10a selanjutnya merupakan hasil fisik yang sudah dicetak berdasarkan desain yang dibuat. Kemudian terlihat pada Gambar 10b menunjukkan hasil dari desain *PCB* yang sesuai dengan skematik yang sudah dibahas pada bab sebelumnya. Papan *PCB* nantinya berfungsi sebagai penghubung antara komponen satu dengan lainnya antara lain, mikrokontroler, sensor, *LCD* dengan sumber tegangan 12V.

3.2 Implementasi Mekanik

PCB yang menghubungkan antar komponen memiliki box untuk melindungi papan *PCB* dan sebagai tempat komponen yang terhubung dengan *PCB*. Box tempat *PCB* memiliki ukuran panjang 15cm, lebar 12cm dan tinggi 10cm. Bagian tutup terdapat *keypad* untuk menginputkan nilai *set poin* dan terdapat layar *LCD* (*Liquid Crystal Display*) untuk menampilkan hasil pemrosesan mikrokontroler. *PCB* berada ditengah box dan pada samping terdapat lubang untuk kabel untuk menghubungkan *PCB* ke komponen yang ada diluar box.



Gambar 11 *Cover box PCB* (a), kandang ayam (b), dan Keseluruhan sistem kandang ayam (c)

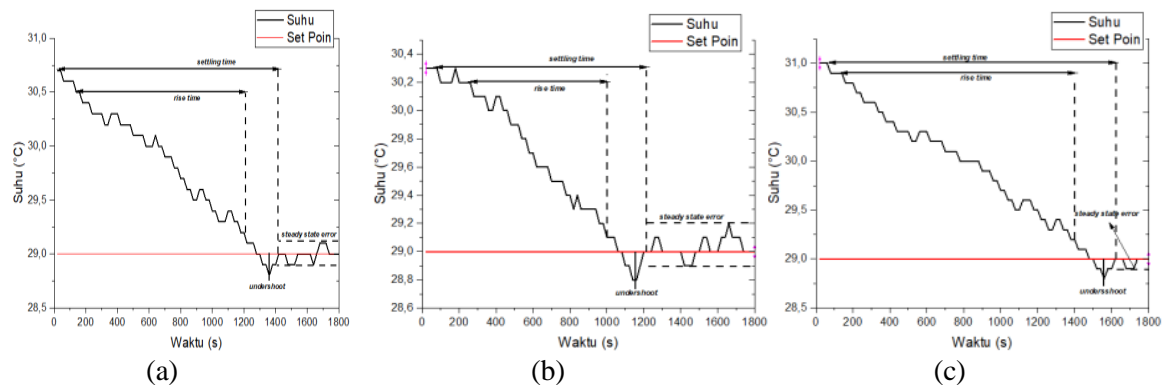
Kandang ayam yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran panjang 100cm, lebar 40cm dan tinggi 60cm. Sensor DHT11 ditempatkan pada tiap sudut kandang dan kipas berada pada samping kandang ayam, pemanas kandang ayam berada di dalam kandang ayam berupa bohlam pijar yang menghasilkan panas. Pada samping kandang juga terdapat pendingin peltier beserta komponen pendukungnya. Gambar selanjutnya merupakan hasil box *PCB*, kandang ayam dan hasil keseluruhan sistem kandang ayam.

3.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan di siang hari dan berada diluar ruangan. Dalam satu kali pengujian dilakukan selama 30 menit. Pada pengujian ini dengan 3 variasi *set poin*. Masing-masing *set poin* dilakukan 3 kali uji coba. Sehingga pengujian yang dilakukan yaitu 9 kali pengujian.

3.3.1 Hasil Pengujian *Set poin* 29

Hasil pengujian pertama dengan *set poin* 29 dilakukan selama 30 menit dan diulangi sebanyak 3 kali. Pengujian dilakukan diluar ruangan serta dilakukan di siang hari. Dari beberapa pengujian variasi pertama didapatkan hasil grafik pada masing-masing gambar berikut ini.



Gambar 12 Hasil pengujian *set poin* 29 percobaan 1 (a), 2 (b), dan 3 (c)

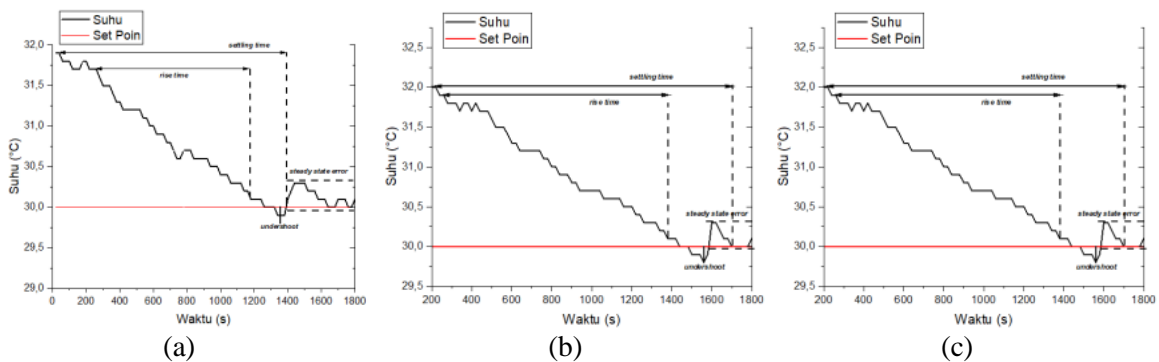
Pada grafik di atas terdapat 3 kali percobaan dengan *set poin* yang sama. Perbedaannya terletak pada suhu di kondisi awal dimulainya pengujian. Berdasarkan grafik tersebut, selisih suhu awal dan *set poin* semakin besar maka *rise time* dan *settling time* yang akan semakin lama. Namun demikian suhu berhasil diturunkan menuju titik *set poin* yang diinginkan. Hal ini diulangi sebanyak 3 kali guna memastikan bahwa alat mampu menurunkan suhu sesuai dengan *set poin*. Berdasarkan hasil pengujian diatas didapatkan rangkuman dalam bentuk Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Hasil pengujian *set poin* 29

Respon Transien	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Spesifikasi Kebutuhan
<i>Rise time</i>	1000	800	1300	<1400 detik
<i>Settling time</i>	1380	1200	1600	<1700 detik
<i>Undershoot</i>	0.2°C	0.2°C	0.2°C	<0.25°C
<i>Steady State Error</i>	0.06°C	0.047°C	0.03°C	<0.15°C

3.3.2 Hasil Pengujian *Set poin* 30

Hasil pengujian yang kedua prosedur pengambilan data sama seperti pada pengujian pertama, yakni dilakukan diluar ruangan dan diulangi sebanyak 3 kali. Pada pengujian ini nilai yang diharapkan yaitu 30 derajat Celcius. Dari beberapa pengujian variasi yang kedua didapatkan hasil grafik pada masing-masing gambar berikut ini.

Gambar 12 Hasil pengujian *set poin* 30 percobaan 1 (a), 2 (b), dan 3 (c)

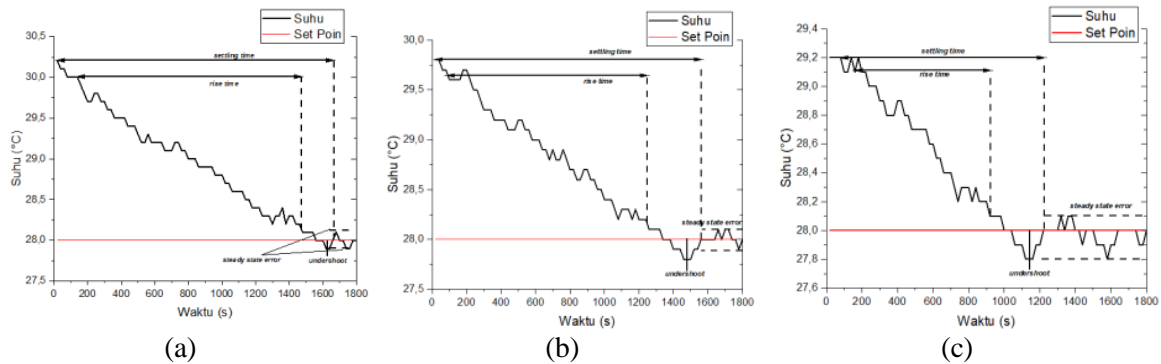
Hasil Grafik diatas menunjukkan bahwa alat berhasil mencapai nilai *set poin*. Terdapat perbedaan waktu untuk mencapai *set poin* pada uji cobba 1 hingga 3. Hal ini dikarenakan kondisi awal pada saat pembacaan berbeda. Sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan waktu. Namun demikian alat mampu mencapai nilai *set poin* dan dilakukan pengujian 3 kali guna memastikan alat mampu mencapai *set poin*. Berdasarkan hasil pengujian diatas didapatkan rangkuman dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil pengujian *set poin* 30

Respon Transien	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Spesifikasi Kebutuhan
<i>Rise time</i>	900	1150	800	<1400 detik
<i>Settling time</i>	1400	1680	1100	<1700 detik
<i>Undershoot</i>	0.1°C	0.2°C	0.2°C	<0.25°C
<i>Steady State Error</i>	0.145°C	0.11°C	0.057°C	<0.15°C

3.3.3 Hasil Pengujian *Set poin* 28

Hasil variasi *set poin* kali ini, prosedur yang dilakukan sama seperti 2 pengujian lainnya. Namun untuk nilai yang diharapkan di atur pada titik 28 derajat Celcius, serta dilakukan uji coba 3 kali. Dari beberapa pengujian variasi *set poin* 28 didapatkan hasil grafik pada masing-masing gambar berikut ini.



Gambar 12 Hasil pengujian *set poin* 28 percobaan 1 (a), 2 (b), dan 3 (c)

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 12 grafik di atas, variasi *set poin* yang ke 3 berhasil mencapai nilai *set poin*. Namun terdapat perbedaan waktu untuk mencapai nilai *set poin*. Hal ini dikarenakan perbedaan kondisi awal di tiap-tiap uji coba. Ketika nilai sudah stabil, spesifikasi yang diharapkan pun juga terpenuhi. Pada pengujian variasi yang ke 3 ini juga dilakukan selama 3 kali percobaan dengan tujuan agar dapat dipastikan di *set poin* 28 alat mampu mencapai nilai yang diinginkan. Berdasarkan hasil pengujian di atas didapatkan rangkuman dalam bentuk Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5 Hasil pengujian *set poin* 28

Respon Transien	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Spesifikasi Kebutuhan
<i>Rise time</i>	1300	1000	700	<1400 detik
<i>Settling time</i>	1650	1550	1200	<1700 detik
<i>Undershoot</i>	0.1°C	0.2°C	0.2°C	<0.25°C
<i>Steady State Error</i>	0.038°C	0.028°C	0.044°C	<0.15°C

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan, pengujian dan analisis pada hasil yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa pertama penelitian ini telah berhasil membuat alat yang dapat mengendalikan pendingin pada inkubator kandang ayam dimana dapat menurunkan suhu sesuai *set poin* pada inkubator kandang ayam menggunakan logika *fuzzy*. Kedua Sistem kendali pada penelitian ini mendapatkan nilai respon *transien* dengan *rise time* kurang dari 1400 detik, *settling time* kurang dari 1700 detik, *undershoot* kurang dari 10% dan nilai *steady state error* kurang dari 6%, serta kebutuhan suhu pada inkubator kandang ayam yang dijaga yakni 22°-33°C. Penelitian ini masih terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan diantaranya adalah meningkatkan respon sistem jika terjadinya gangguan dari luar pada sistem kendali ini, pengendalian komponen lain yakni peltier maupun pemanas untuk meningkatkan stabilitas sistem in, dan peneliti selanjutnya dapat melakukan penambahan dan penyempurnaan aturan *fuzzy* guna memiliki lebih banyak variasi sehingga kemampuan sistem memiliki database aksi yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Vanany, G. Hajar, N. M. C. Utami, and L. M. Jaelani, "Modelling food security for staple protein in Indonesia using system dynamics approach," *Cogent Eng.*, vol. 8, no. 1, p. 2003945, 2021.
- [2] R. Fadilah and A. Polana, *Mengatasi 71 Penyakit pada Ayam*. Jakarta Selatan: Agromedia, 2011.
- [3] T. Sartika, *Panen ayam kampung 70 hari*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2016.

- [4] I. M. A. Yaman, *Ayam Kampung Unggul*. PT Niaga Swadaya, 2012.
- [5] E. Sudjarwo, A. A. Hamiyanti, H. S. Prayogi, and D. L. Yulianti, *Manajemen Produksi Ternak Unggas*. Universitas Brawijaya Press, 2019.
- [6] C. G. N. Putra, R. Maulana, and H. Fitriyah, "Otomasi kandang dalam rangka meminimalisir heat stress pada ayam broiler dengan metode Naive Bayes," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 387–394, 2018.
- [7] F. Andika, R. Muwardi, M. Yunita, and M. A. Purba, "Monitoring chicken livestock process using Vento Application at a farm," *J. Integr. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 77–88, 2022.
- [8] S. Ponnusamy, R. Samikannu, B. A. Tlhabologo, W. Ullah, and S. Murugesan, "Design and development of microcontroller-based temperature monitoring and control system for power plant generators," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, 2021, p. 12158.
- [9] A. Z. Nazori, "perancangan sistem pengendalian suhu kandang ayam dengan logika fuzzy berbasis arduino uno," *MAESTRO*, vol. 2, no. 1, pp. 241–245, 2019.
- [10] D. Y. Rahardjo, *Beternak Ayam Petelur*. Nuansa Cendekia, 2023.
- [11] N. Qodariya, "Komparasi Sistem Kandang Closed House dan Open House Terhadap Keberhasilan Usaha Peternakan Ayam Broiler (Studi Kasus Dusun Adiluwih Desa Adiwarno Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur)." Institut Agama Islam Negeri Metro, 2022.
- [12] A. Lajunen, Y. Yang, and A. Emadi, "Review of cabin thermal management for electrified passenger vehicles," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 69, no. 6, pp. 6025–6040, 2020.
- [13] J. V. Tuapetel, A. F. Ramadhan, and M. K. Rasyid, "Rancang Bangun Sistem Pendingin Sekunder untuk Kabin Mobil dengan Memanfaatkan Thermoelectric (TEC)".
- [14] A. K. Nalendra and H. P. Waspada, "Penerapan artificial intelligence untuk kontrol suhu dan kelembapan pada kandang broiler berbasis internet of things," *Gener. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 59–68, 2021.
- [15] M. Abrori and A. H. Primahayu, "Aplikasi logika fuzzy metode mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi," *Kaunia Integr. Interconnect. Islam Sci. J.*, vol. 11, no. 2, pp. 91–99, 2015.