

# Simulator Pengendali Suhu Peternakan Unggas Berbahan Gas LPG Menggunakan Metode PID

Shiddiq Purnama<sup>1,\*</sup>, Siswoyo<sup>2</sup>, Hari Purnama<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559  
E-mail : <sup>1,\*</sup>shiddiq.purnama.t0119@polban.ac.id, <sup>2</sup>siswoyo@polban.ac.id; <sup>3</sup>haripoemama@gmail.com

## ABSTRAK

Angka mortalitas unggas pada usia kurang dari satu minggu atau ketika baru menetas mencapai 30% dari total populasi yang ada pada peternakan tersebut. Salah satu penyebab utama tingginya angka mortalitas tersebut salah satunya disebabkan oleh suhu lingkungan yang tidak stabil. Seharusnya suhu ideal untuk telur menetas dengan baik berada direntang 31°C-33°C. Dalam upaya menjaga suhu agar tetap stabil di angka 32°C maka dibuat simulator pengendali suhu otomatis yang ditambahkan pengendalian PID. Tujuannya adalah agar suhu tetap terjaga dengan efisiensi penggunaan daya yang baik. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan *setpoint* 32°C diperoleh nilai *error* 1.89% pada kondisi tanpa beban, dan 2.5% pada kondisi diberi pembebanan.

### Kata Kunci

Ungga, Suhu, PID, Mortalitas

## 1. PENDAHULUAN

Dalam periode seminggu awal penetasan sampai menetas sempurna merupakan periode yang paling beresiko. Hal tersebut disebabkan pada periode tersebut angka mortalitas unggas mencapai 30% dari total populasi yang ada. Beberapa penyebab dari tingginya angka mortalitas antara lain bobot badan, jenis unggas, iklim, kebersihan lingkungan, sanitasi kandang, serta penyakit yang menyerang unggas. Namun, iklim yang meliputi suhu kandang memberi pengaruh paling besar. Oleh sebab itu diperlukan pengendalian suhu yang dapat menjaga suhu kandang tetap stabil di 32°C. Diterapkan pengendalian suhu kandang otomatis yang menerapkan kendali PID. Kendali tersebut dipilih untuk memberikan respon yang baik namun tetap efisien dalam penggunaan energinya.

Rancang bangun pengatur suhu telah dibuat pada penelitian sebelumnya [1]. Pada penelitian tersebut dilakukan pengaturan kipas dan lampu pijar untuk menjaga agar suhu tetap sesuai dengan yang dikendaki. Sensor suhu LM35, Arduino UNO, serta relay digunakan dalam konstruksi pengatur suhu yang dibuat. *Error* yang dihasilkan sebesar 0.27% dari data pembacaan sensor. Kelembapan kandang tidak diperhitungkan pada penelitian tersebut. Penggunaan sensor yang

berbeda juga telah dilakukan oleh peneliti lainnya [2]. Pada penelitian tersebut sensor suhu DS18B20 dipilih untuk mendeteksi suhu ruangan yang diberi tambahan sensor MLX90640 untuk mengukur suhu tubuh ayam. Selain itu ditambahkan juga sensor DHT11 untuk mengukur kelembapan kandang. Sama seperti penelitian sebelumnya, lampu pijar dan *blower fan* masih digunakan untuk meratakan suhu pada kandang. Hasil dari penelitian tersebut adalah nilai *error* 3.3% pada pengukuran suhu kandang, dan 3.08% untuk *error* pengukuran kelembapan. Selain menggunakan lampu pijar dan juga *blower fan*, pada penelitian lainnya menggunakan pompa dan *sprayer* untuk mengendalikan suhu dan kelembapan [3]. Penelitian tersebut ditambahkan WEMOS D1 Mini untuk dikoneksikan dengan jaringan secara *realtime* dengan tujuan mempermudah pemantauan karena terkoneksi jaringan *Internet of Things*. Nilai *error* pada pengukuran suhu pada penelitian tersebut sebesar 2.93%, sementara untuk kelembapan sebesar 0.7%. Kendala pada penelitian tersebut ialah respon yang dihasilkan dari sistem bekerja sangat bergantung kepada kecepatan jaringan

Opsi lain selain menggunakan lampu pijar untuk memanaskan ruangan, dapat juga digunakan mesin *oven* sebagai sumber energi panasnya [4]. Mesin *oven* dipadukan dengan kipas untuk membantu menyebarkan panas. Sensor DS18B20

dipilih untuk mengukur suhu ruangan. Tujuannya adalah untuk menjaga suhu tetap stabil pada 70°C. Hasilnya adalah suhu dapat stabil sesuai dengan *setpoint* berkat komponen yang digunakan dapat beroperasi dengan baik. Sensor DS18B20 juga telah diterapkan untuk perancangan mesin pengering. Parameter yang diukur berupa suhu dan kelembapan dari proses pengeringan pisang dengan *error* sebesar 5% [5]. Selain menggunakan pemanas dengan sumber energi listrik, penelitian dengan menggunakan gas LPG juga telah diterapkan [6]. Kendali tungku pembakaran tempurung kelapa yang menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dilakukan dengan mengatur bukaan regulator gas LPG menggunakan motor servo. Tujuannya adalah untuk menjaga suhu tungku agar tetap 215°C. Namun pada penelitian kali ini waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang ditargetkan belum diperhitungkan.

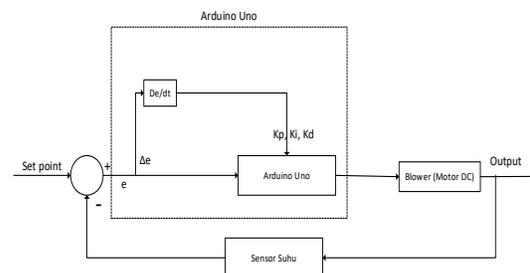
Kendali otomatis telah diterapkan juga dalam menjaga suhu dalam suatu ruangan. Penerapan *Fuzzy Logic Control* dipilih untuk diterapkan pada simulator sistem pendingin ruangan [7]. Masukan pada FLC berupa banyaknya orang di dalam ruangan, sedangkan keluarannya berupa tingkat pendinginan ruangan. Sensor LM35 juga digunakan pada penelitian ini, mikrokontroler Arduino UNO dipilih untuk dipasangkan dengan L298N. Hasil pengukuran sensor menggunakan LM35 menghasilkan *error* sebesar 4.06%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa pemilihan sensor sangat berpengaruh terhadap akurasi hasil pengukuran. Kendali PID juga diterapkan untuk pengendalian suhu sebagai upaya untuk memaksimalkan tahapan penetasan telur unggas [8]. Penelitian tersebut menambahkan gangguan berupa perubahan suhu ruangan 27 °C dan 20°C. *PTC Heater* digunakan untuk menaikkan suhu ruangan sementara kipas untuk menyebarkan panas agar merata keseluruh ruangan. Hasil dari penerapan kendali PID pada penelitian ini adalah *error* sebesar 1.79% ketika diberi gangguan suhu 27 °C, dan 2.15% saat suhu 20 °C. Penerapan kendali PID tidak terlalu berpengaruh kepada waktu telur untuk menetas.

Berdasar kepada referensi penelitian sebelumnya, telah dijadikan landasan untuk menerapkan kendali PID pada pengendalian suhu pada kandang unggas yang diimplementasikan pada penelitian kali ini. Penelitian ini meliputi perancangan dan realisasi simulator untuk mengatuh suhu ruangan pada peternakan unggas yang menggunakan sensor suhu DS18B20 sebagai masukan dan mikrokontroler Arduino UNO yang

dipilih sebagai pengendali. Aspek pembeda pada penelitian kali dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan tungku pembakaran yang memanfaatkan gas LPG sebagai sumber energi panas dengan menggunakan *blower fan* untuk menyebarkan udara panas ke seluruh ruangan. Dengan metode PID diharapkan suhu ruangan dapat dikendalikan dengan *error steady state* yang diharapkan kurang dari 3%.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian kali ini, mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino UNO yang dipilih dengan mempertimbangkan konfigurasi yang mudah, harga yang terjangkau, serta kemudahan mengaplikasikan kendali PID untuk mengatur putaran *blower* agar dapat mencapai *set point* yang diinginkan. Metode kendali PID digunakan untuk mengendalikan kecepatan aktuator berupa Motor DC untuk menaikkan suhu ruangan dengan menggunakan prinsip pembakaran udara panas pada tungku disebarkan oleh *blower*. *Solenoid valve* digunakan untuk mengatur aliran gas LPG yang kemudian dinyalakan oleh pemantik. Adapun prinsip kerja simulator pengendali suhu ruangan dapat dilihat pada diagram blok bawah ini.

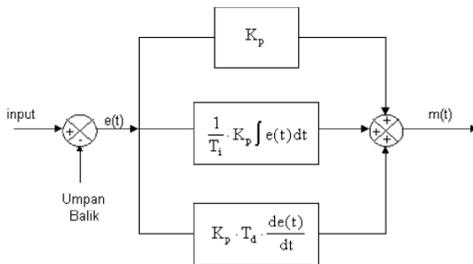


Gambar 1. Diagram blok kendali suhu

Berdasarkan gambar 1. *set point* ditentukan sebesar 32°C dan umpan balik berupa pembacaan suhu oleh senso kemudian menjadi masukan kepada mikrokontroler untuk dibandingkan dengan DS18B20 menghasilkan pengendalian untuk mengatur aktuator. Pada mikrokontroler digunakan metode PID untuk mengatur keluaran dengan menentukan  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  sebagai parameter untuk mengatur aktuator (motor DC). Parameter PID ditentukan agar keluaran dari sistem dapat tercapai sesuai dengan *set point* yang diinginkan. *Blower* digunakan untuk menyebarkan udara hasil pembakaran yang terjadi pada tungku, semakin cepat kecepatan maka suhu pada ruangan akan naik semakin cepat.

## 2.1 Perancangan Kendali PID

Pada kendali PID terdapat tiga jenis aksi kontrol, yaitu proporsional, integral, dan derivatif [9]. Pertama, kendali proporsional berpengaruh terhadap *rise time* respon, kendali integral digunakan untuk memberi pengaruh pada nilai *error* yang dihasilkan, dan aksi derivatif untuk meredam *overshoot* dan *undershoot* [10]. Blok diagram kendali PID adalah sebagai berikut.

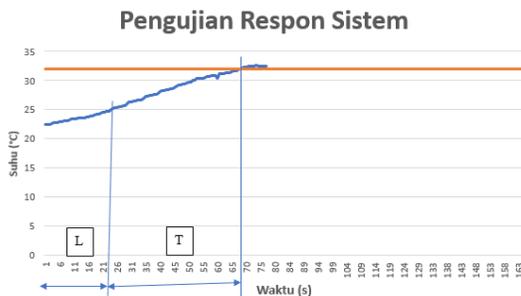


Gambar 2. Diagram blok kendali PID

Parameter pada kendali PID yaitu yaitu  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ . Hasil ketiga parameter tersebut akan dijumlahkan dan menghasilkan sinyal kendali. Adapun persamaan pada kendali PID adalah sebagai berikut.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan 1, dapat diketahui bahwa pada kendali PID terdapat beberapa parameter yaitu nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$ . Dalam upaya memperoleh nilai dari ketiga parameter tersebut dilakukan proses *tuning* baik menggunakan metode Ziegler Nichols.



Gambar 3. Pengujian respon PID

Dari analisa respon *loop* terbuka diperoleh nilai  $L = 22.5s$ , dan nilai  $T = 50s$ . Kemudian dilakukan perhitungan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  menggunakan persamaan dibawah ini

$$K_p = 1.25 \times \frac{T}{L}; T_i = 2 \times L; T_d = 0.5 \times L \quad (2)$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i}; K_d = K_p \times T_d \quad (3)$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan 2 dan 3, diperoleh nilai  $K_i = 0.059$  dan  $K_d = 120.15$ . Namun hasil *tuning* menggunakan metode Ziegler Nichols masih menghasilkan masalah terhadap aktuator saat dinyalakan. Oleh sebab itu dilanjutkan dengan *tuning* menggunakan metode *trial and error* dengan respon yang lebih baik. Adapun nilai parameter kendali PID yang digunakan adalah  $K_p = 45$ ,  $K_i = 4$ , dan  $K_d = 2.2$ .

## 2.2 Modul Pemantik

Modul pemantik ditambahkan dengan tujuan untuk memantik api pada pembakaran sebagai sumber energi panas. Plat yang terdapat pada modul pemantik yang kemudian merambat ke pipa tempat dialirkannya gas LPG akan merubah menjadi semburan api. Modul pemantik dirancang untuk bekerja pada suhu tertentu agar api dapat menyala dan suhu akan naik. Perancangan kondisi nyala dari modul pemantik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Perancangan kondisi nyala modul pemantik

Suhu	Keterangan
26°C	ON
27,5°C	OFF
29°C	OFF
30°C	OFF
31,25°C	OFF
32°C	OFF
33,75°C	OFF
31.25°C	ON

## 2.3 Solenoid Valve

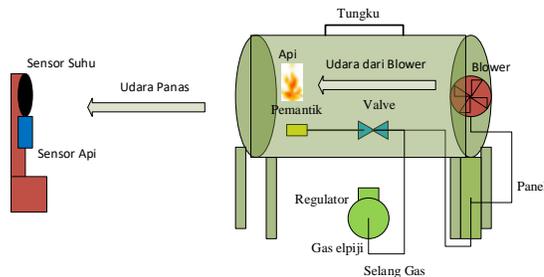
*Solenoid valve* digunakan untuk mengatur aliran gas LPG yang dialirkan oleh regulator. Pengendalian bukaan *solenoid valve* menggunakan Modul Relay, sehingga bekerja secara *on/off*. Semakin besar bukaan pada *solenoid valve* menyebabkan aliran gas LPG yang dipasang untuk pembakaran akan semakin besar, dan begitupun sebaliknya. Pada perancangan sistem, bukaan *solenoid valve* diatur untuk terbuka pada suhu dibawah 32°C, dan menutup apabila sudah melebihi *set point*. Dilakukan pengecekan kondisi pada *solenoid valve* seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Perancangan kondisi nyala solenoid valve

Suhu	Hasil
26°C	ON
28°C	ON
29,25°C	ON
30°C	ON
31.5°C	ON
32°C	OFF
33.5°C	OFF

#### 2.4 Rancangan Simulator Pengendali Suhu

Simulator pengendali suhu meliputi tungku api yang menggunakan material tahan panas berupa plat besi berbentuk drum dengan diameter 32 cm dan panjang 75 cm dengan tebal 2 mm. Adapun blower yang digerakan motor DC 24 volt, solenoid valve otomatis, dan pematik api. Tentunya ditambahkan juga sensor suhu dan sensor api untuk memberikan umpan balik ke mikrokontroler. Gambar 4. merupakan gambar rancangan simulator pengendali suhu.



Gambar 4. Rancangan simulator pengendali suhu

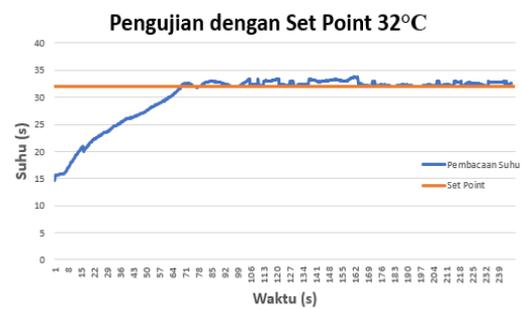
Menggunakan prinsip udara panas yang dihasilkan api dari pembakaran gas LPG, kemudian disebarkan oleh blower dari motor DC 24 V dengan daya 450 watt. Valve digunakan untuk buka tutup gas LPG yang dikontrol oleh mikrokontroler. Prinsip kerja dari simulator pengendali suhu ini adalah sensor suhu dan api an umpan balik kepada mikrokontroler. Selanjutnya kendali PID yang terdapat pada mikrokontroler akan memproses umpan balik yang dibandingkan dengan set point berupa suhu di 32°C. Keluaran dari mikrokontroler berupa sinyal analog yang digunakan untuk pengaturan blower yang dioperasikan oleh motor DC 24 volt dengan tujuan untuk menyebarkan panas yang dihasilkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen menggunakan simulator pengendali suhu yang sudah dibuat, adapun beberapa pengujian yang dilakukan adalah pengujian kendali PID tanpa beban dengan set point 32°C dan 34°C, serta kondisi berbeban 60%.

#### 3.1 Pengujian Kendali PID Tanpa Beban

Pada pengujian tanpa beban dengan parameter kendali PID yang digunakan adalah sebagai berikut  $K_p = 45$ ,  $K_i = 4$ , dan  $K_d = 2,2$ . Adapun respon pengendalian dibagi menjadi dua kondisi, yaitu set point 32°C dan 34°C. Hasil pengujian dengan set point 32°C adalah sebagai berikut.



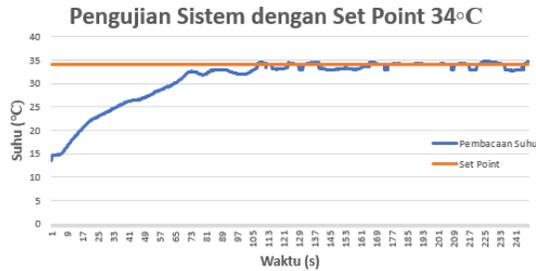
Gambar 5. Pengujian dengan set point 32°C

Hasil dari pengujian set point 32°C, pengendalian yang diterapkan sudah berhasil dalam mempertahankan suhu sesuai dengan set point. Pembacaan suhu yang tidak stabil pada grafik dapat disebabkan oleh akurasi dari pengaturan sensor suhu yang digunakan. Pada pengujian tersebut didapat hasil yang diperoleh dijabarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasi pengujian dengan set point 32°C

Pengukuran	Nilai
Rise Time (Tr)	9s
Selting Time (TS)	65s
Delay Time (TD)	4.5s
Error Steady State (ESS)	1.89%
Maximum Overshoot	1.69%

Pengujian lainnya dilakukan dengan merubah set point menjadi 34°C, dengan parameter kendali PID sebagai berikut  $K_p = 45$ ,  $K_i = 4$ , dan  $K_d = 2,2$ . Respon pengujian set point 32°C ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Pengujian dengan set point 34°C

Pada pengujian *set point* 34°C hasil yang didapat sudah menunjukkan kestabilan dalam mempertahankan suhu sesuai dengan *set point* sama seperti dengan *set point* 34°C. Pada pengujian tersebut didapat hasil yang dijabarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian dengan set point 34°C

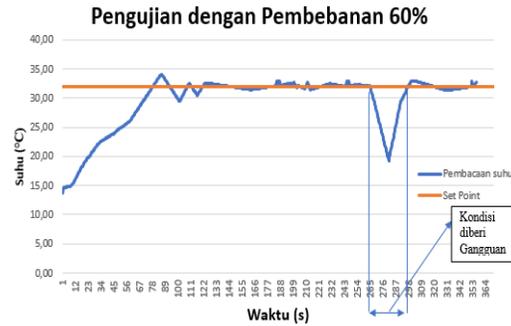
Pengukuran	Nilai
Rise Time (Tr)	8s
Selting Time (TS)	71s
Delay Time (TD)	4s
Error Steady State (ESS)	2.46%
Maximum Overshoot	0.5%

Respon tidak memiliki perbedaan yang jauh jika dibandingkan pada saat *set point* pada sistem 32°C, namun sulit untuk mencapai *set point* 34°C. Hal ini kemungkinan disebabkan pengaruh dari *burner* itu sendiri dalam menaikkan suhu ruangan. Dari hasil pengujian dua kondisi *set point* tanpa beban tersebut, dapat disimpulkan bahwa parameter kendali PID yang digunakan sudah cukup baik untuk mengendalikan suhu.

### 3.2 Pengujian Kendali PID Berbeban 60%

Pengujian dengan memberikan beban sebesar 60% dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pada saat sistem sedang dijalankan pengaruh terhadap turunnya suhu pada selang waktu tertentu merupakan salah satu bentuk dari pemberia beban. Namun, metode PID yang dijalankan pada sistem membuat sistem akan mencapai lagi *set point* dalam kurun waktu 22 detik. Beban 60% diindikasikan dengan gangguan berupa penurunan suhu ruangan yang dilakukan dengan penggunaan air es pada pengujian yang menyebabkan suhu turun menjadi 12.8°C. Suhu diruangan diturunkan 60% dari *set point* yang diinginkan. Pengujian berbeban bertujuan untuk mengetahui kecepatan pengendalian yang digunakan untuk mencapai

nilai *set point* yang diinginkan dalam kurun waktu tertentu.



Gambar 7. Pengujian dengan pembebanan 60%

Hasil dari pengujian *set.point* 32°C dengan pembeban 60% hasil yang didapat sudah menunjukkan kestabilan dalam mempertahankan suhu sesuai dengan *set point*. Pada pengujian tersebut didapat hasil yang dipaparkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian dengan pembebanan 60%

Pengukuran	Nilai
Rise Time (Tr)	12s
Selting Time (TS)	78s
Delay Time (TD)	6s
Error Steady State (ESS)	2.5%
Maximum Overshoot	2.07%

### 3.3 Analisa Penggunaan Gas LPG

Analisa dilakukan dengan melihat volume gas LPG yang digunakan pada saat pengujian dilakukan. Dengan menggunakan berbagai bukaan regulator sistem dijalankan volume gas LPG yang digunakan habis terpakai. Bukaan dilihat dari besar putaran yang diatur pada regulator. Analisa dilakukan untuk memenuhi tujuan peningkatan efisiensi penggunaan daya untuk memanaskan ruangan. Tabel 6. merupakan tabel hasil analisa penggunaan gas LPG.

Tabel 6. Hasil analisa penggunaan gas LPG

Bukaan regulator	Waktu Untuk Hasbis
30 %	7 jam
50 %	5 jam 35 menit
75 %	4 jam
100 %	3 jam 15 menit

Dari tabel 6, dapat terlihat bahwa penggunaan gas LPG 3kg akan habis kurang dari 8 jam pemakaian, dengan demikian penggunaan gas LPG termasuk ke dalam cukup boros. Dikarenakan apabila diimplementasikan pada peternakan sebenarnya akan membuat jumlah pengeluaran pada peternakan seperti pada penelitian yang dilakukan sebelumnya bisa menghabiskan 21 tabung gas untuk ayam *broiler* pada masa *broding*. Apabila dihitung kebutuhan pada saat masa *broding* dapat mencapai 30% dari total pengeluaran pada peternakan. Sehingga diperlukan energi alternatif yang lain untuk menggantikan gas ;LPG sebagai sumber energi panas.

#### 4. KESIMPULAN

Implementasi simulator pengaturan temperatur ruangan peternakan unggas dengan bahan bakar gas LPG menggunakan metode PID telah berfungsi dengan baik. Pengaturan temperatur ruangan peternakan unggas dengan bahan bakar gas LPG menggunakan metode PID dengan membuat pembakaran yang dihasilkan oleh gas LPG yang kemudian disebarkan oleh *blower* agar udara panas yang dihasilkan dapat tersebar ke seluruh ruangan dengan *error steady state* pada *set point* 32°C dan 34°C mendapatkan rata-rata sebesar 1,89% dan 2,46% pada saat kondisi tanpa beban dan pada saat kondisi berbeban mendapatkan *error* 2,5% untuk beban 60% dan 2% untuk tiga kali pembebanan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung serta jajaran dosen program studi D-4 Teknik Otomasi Industri yang telah membimbing dan memfasilitasi pembuatan Tugas Akhir kali ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Lestari, K. Abimanyu, I. H. Setyo, and D. Hadian, "RANCANG BANGUN PENGATUR SUHU KANDANG AYAM UNTUK PETERNAKAN AYAM SKALA KECIL," vol. 13, no. 1, 2020.
- [2] G. Turesna, A. Andriana, S. Abdul Rahman, and M. R. N. Syarip, "Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring Suhu Ayam, Suhu dan Kelembaban Kandang untuk Meningkatkan Produktifitas Ayam Broiler," *tiarsie*, vol. 17, no. 1, p. 33, Mar. 2020, doi: 10.32816/tiarsie.v17i1.67.
- [3] A. Alwi, T. Hasanuddin, and H. Azis, "PERANCANGAN ALA T PENGAWASAN DAN PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN KANDANG AYAM BROILER BERBASIS MIKORKONTROLER," *BUSITI*, vol. 2, no. 2, pp. 64–71, May 2021, doi: 10.33096/busiti.v2i2.765.
- [4] M. T. Rahman, J. A. Rt, and S. Gresik, "ANALISA SISTEM PENGERING PADI OTOMATIS BERBASIS SENSOR SUHU DS18B20".
- [5] E. Z. R. Hakim and H. Hasan, "Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor DS18B20".
- [6] M. Langi, S. Sawidin, and J. L. Mappadang, "Sistem Kontrol Tungku Pembakaran Tempurung Kelapa Menjadi Arang Dengan Arduino Uno," 2017.
- [7] D. S. Purba and P. Pangaribuan, "PENGENDALIAN SUHU AIR DENGAN METODE FUZZY LOGIC DAN PI KONTROLER".
- [8] Z. Y. Ahla and A. Musafa, "PENGENDALIAN SUHU DENGAN METODE PID PADA ALAT PENETAS TELUR," vol. 2, no. 2, 2019.
- [9] D. I. Saputra, C. Yusuf, A. D. Ahkam, and H. R. Iskandar, "Perancangan dan Integrasi Kendali Kelembaban Pada Simulator Kandang Ayam Berbasis Jaringan Nirkabel Menggunakan Algoritma Fuzzy-PID," 2020.
- [10] I. Agustian, D. S. Prakoso, R. Faurina, and N. Daratha, "Sistem Kendali Suhu Mesin Tetes Telur Ayam Buras Menggunakan Kontroler PID dengan Metode Tuning Ziegler Nichols Open Loop Step Response," vol. 12, no. 1, 2022.