

PERBANDINGAN KINERJA MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL *ON-OFF* DAN KONTROL *PWM*

Karsid¹, Arief Wahyu Ramadhan², Rofan Aziz³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu

¹karsid@polindra.ac.id

Abstrak: Proses penetasan telur melibatkan teknologi kontrol untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban udara pada kabin penetasan. Teknologi kontrol yang digunakan masih menerapkan kontrol *on-off*. Pada artikel ini dibahas perbandingan kinerja mesin penetas telur dengan menggunakan kontrol *on-off* dan kontrol *PWM* (*Pulse Width Modulation*). Kontrol *PWM* yang digunakan berbasis pada mikrokontroler arduino dan aktuator sebuah bola lampu pijar. Hasil yang didapatkan setelah dilakukan pengujian adalah kinerja mesin tetas telur dengan kontrol *PWM* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kontrol *on-off*. Respons peralihan dengan kontrol *PWM* lebih cepat yaitu 120 detik sedangkan dengan menggunakan kontrol *on-off* selama 240 detik. Penggunaan kontrol *PWM* juga lebih stabil daripada kontrol *on-off* dilihat dengan osilasi pada *steady-state response* sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada kontrol *on-off* sekitar 4°C .

Kata kunci: Kontrol *PWM*, Kontrol *On-off*, Mesin Penetas Telur.

Abstract: The egg hatching process involves control technology to monitor the temperature and humidity conditions of the hatching cabin. The *on-off* control is a control technology that has been used since then. This paper discuss the comparison of egg hatchery performance by using *on-off* control and *PWM* (*Pulse Width Modulation*) control. The *PWM* control used are based on microcontroller and actuator of an incandescent light bulb. The results obtained that, after the test, the performance of the egg hatch machine with *PWM* control is better than using the *on-off* control. Transition response using *PWM* control is faster, that is 120 seconds, while the *on-off* control is 240 seconds. The uses of *PWM* control is also more stable than *on-off* control shown by the oscillation at *steady-state response* of 0.3°C , while *on-off* control is about 4°C .

Keywords: *PWM* Control, *On-Off* Control, Egg Hatching Machine.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah menciptakan suatu kemudahan dalam melakukan pekerjaan, terutama pada pekerjaan dengan waktu yang lama. Sebagai contoh adalah teknologi penetas telur. Jika dilaksanakan secara manual, maka peternak harus melakukan pemindahan telur, memantau keadaan suhu yang ditetapkan per jam atau mengatur suhu yang diharapkan dengan melakukan percobaan berkali-kali secara manual. Selain itu, karena ada jenis unggas yang mempunyai sedikit atau bahkan tidak punya naluri atau sifat mengeram seperti itik, ayam arab, dan puyuh maka akan mengakibatkan timbulnya kesulitan dalam proses pengembangbiakan hewan unggas tersebut. Untuk ini diperlukan alat penetas telur otomatis (buatan) agar dapat memudahkan peternak dalam pengembangbiakan hewan ternak.

Untuk memudahkan para peternak menetas telur ayam, maka telah dirancang dan dibuat suatu sistem pengendali suhu ruang inkubator telur ayam menggunakan mikrokontroler. Sistem pengendali yang telah dibangun terdiri dari sensor SHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, *dimmer driver*, dan mikrokontroler sebagai pengendali. Sumber panas ruang inkubator menggunakan empat buah lampu pijar. Sinyal dari sensor diolah dan dibandingkan dengan *setting point*. Hasil pengolahan data dari sensor dijadikan acuan untuk mengendalikan suhu ruang inkubator dengan mengatur tegangan melalui lampu

menggunakan *dimmer*. Untuk menampilkan suhu ruang inkubator digunakan *LCD*. Penelitian ini menghasilkan sistem pengendali suhu ruang [1].

Pengendalian penetas telur ayam secara umum memiliki karakteristik dinamika yang sama dengan pengendalian inkubator. Tujuan pengendalian suhu penetas telur ayam adalah menjaga temperatur penetas agar tetap pada harga acuan, yaitu berkisar antara 39°C hingga 40°C . Tegangan listrik dan panas yang dikonversi memiliki hubungan kuadratis sehingga dalam keadaan ini dapat dikatakan sistem memiliki hubungan tidak linier. Hubungan yang tidak linier antara sumber tegangan dengan aliran panas, akan mudah dikendalikan menggunakan pengendali yang memiliki sifat yang tidak linier juga. Karena pengendali *fuzzy* memiliki sifat yang sama dengan pengendali penetas telur, maka pengendali ini dipilih untuk mengendalikan sistem. Untuk memperbaiki kinerja pengendalian, dalam penelitian ini pengendali *fuzzy* digabung dengan pengendali integrator yang linier [2].

Secara garis besar, sistem ini akan mengatur suhu pada alat penetas telur agar tetap stabil pada suhu yang diinginkan. Jika suhu terlalu rendah, maka lampu pemanas akan menyala. Sedangkan jika suhu terlalu tinggi, maka lampu pemanas akan mati. Jika suhu terlalu tinggi dari suhu yang ditetapkan, maka proses penurunan suhu akan dibantu dengan membuang udara panas dari dalam alat dengan menggunakan kipas [3].

Sistem penetas telur bertujuan menjaga suhu dan kelembaban tetap ideal sesuai dengan kebutuhan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah kalibrasi antara suhu dan kelembaban yang menggunakan pengukur suhu dan kelembaban standar dengan suhu dan kelembaban yang diterima oleh sensor yang digunakan. Juga dilakukan pengujian perbedaan antara menggunakan pengontrol yang dibuat dengan pengontrol yang lain, agar diketahui seberapa bergunanya pengontrol yang dibuat [4].

Pengaturan iluminasi cahaya lampu pijar pada sumber tegangan searah (*DC / Direct Current*) cukup sederhana untuk diimplementasikan yaitu hanya dengan pengaturan tegangan menggunakan resistor variabel. Berbeda dengan implementasi pada rangkaian dengan sumber arus bolak-balik (*AC / Alternating Current*) diperlukan sebuah rangkaian dimmer untuk pengaturan iluminasi lampu pijar [5]. Pengendali intensitas cahaya lampu bertujuan untuk dapat memberikan penambahan suhu pada kabin penetas telur sehingga suhu di dalam kabin dapat dikendalikan sesuai dengan yang diinginkan.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Setelah menyiapkan rancangan rangkaian kontrol, penelitian dilanjutkan dengan membuat rangkaian tersebut. Adapun daftar peralatan dan bahan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2, sedangkan rangkaian *AC* kontrol *PWM* ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Peralatan

Alat	Jumlah
Obeng (+/-)	1
Tang potong	1
Tang kupas	1
Tespen	1
Solder	1

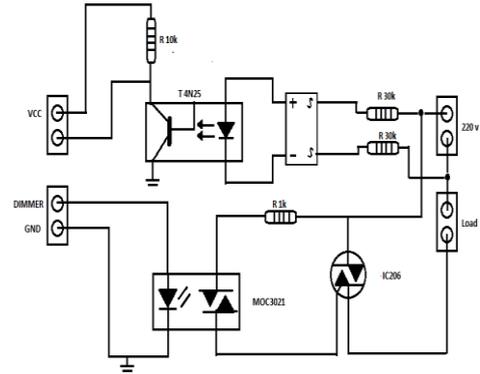
Tabel 2. Bahan

Alat	Jumlah
PCB	1 buah
Kabel soket	4 buah
Resistor 30k	2 buah
Resistor 10k	1 buah
Resistor 1k/560 Ohm	1 buah
Dioda <i>bridge rectifier</i>	1 buah
IC MOC3021	1 buah
IC 4N25	1 buah
Kabel	50 cm
TIC206	1 buah

2.2. Pembuatan Kabin

Pada tahap ini dilakukan pembuatan kabin tetas telur yang ukurannya disesuaikan dengan *egg tray*. Adapun peralatan dan bahan untuk ini ditunjukkan

pada Tabel 3 dan Tabel 4, sedangkan rancangan kabin inkubator penetas telur ditunjukkan pada Gambar 2.



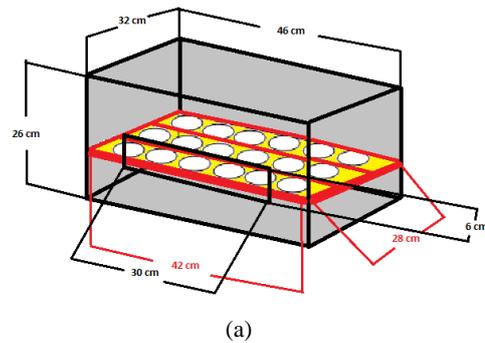
Gambar 1. Rangkaian *AC* kontrol *PWM*

Tabel 3. Peralatan pembuatan kabin

Alat	Jumlah
Stang rivet	1
Paku rivet	1 box kecil
Gergaji	1
Lem sealant	1

Tabel 4. Bahan pembuatan kabin

Alat	Jumlah
Styrofoam box	1 buah
Papan triplek	1 m × 1 m
Fiberglass	30 cm × 30 cm
Siku aluminium	3 m



Gambar 2. (a). Rancangan kabin inkubator penetas telur (b). Kabin inkubator penetas telur

2.3. Pembuatan Controller dan Wiring Kelistrikan

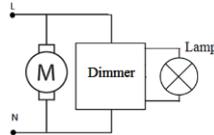
Dalam tahap ini dilakukan pembuatan *controller* dan *wiring* kelistrikan sesuai dengan rancangan alat inkubator penetas telur tersebut. Peralatan dan bahan *wiring* kelistrikan yang dibutuhkan sesuai dengan uraian pada Tabel 5 dan Tabel 6, sedangkan rancangan *wiring* kelistrikan ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 5. Peralatan *wiring* kelistrikan inkubator

Alat	Jumlah
Obeng (+/-)	1
Tang kupas	1
Avo meter	1

Tabel 6. Bahan *wiring* kelistrikan inkubator

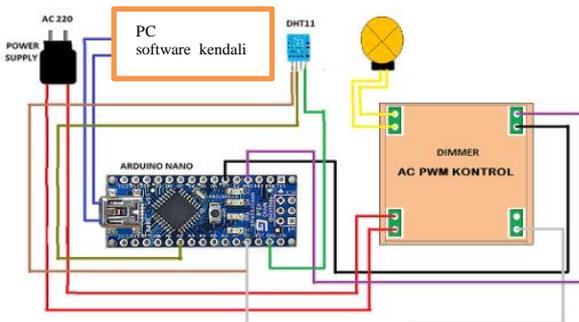
Alat	Jumlah
Lampu bohlam(5 watt)	1 buah
Motor AC	1 buah
Fitting (dudukan lampu)	1 buah
Kabel	3 m
Steker	1 buah
Mikrokontroler Arduino	1 buah
Sensor DHT11	1 buah
AC PWM	1 buah
Adaptor (3/5v)	1 buah
USB connector	1 buah
PCB	1 buah



Gambar 3. Rancangan *wiring* kelistrikan inkubator

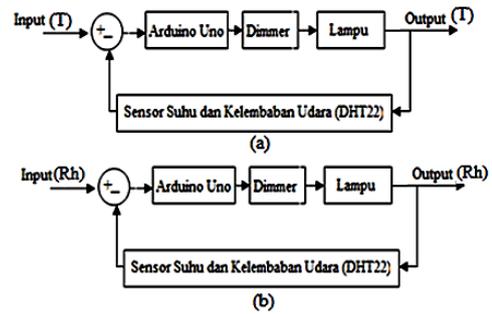
Controller inkubator penetas dirancang dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali. Untuk ini digunakan komputer (*PC*) guna mengunggah program ke mikrokontroler. DHT11 digunakan sebagai peralatan sensor temperatur. Rancangan ini ditunjukkan pada Gambar 4.

Pengendalian dilakukan dengan mengatur *set point* untuk menentukan nilai temperatur maksimal dan minimal. Ketika mikrokontroler menerima sinyal temperatur maksimal atau minimal, maka mikrokontroler mengirim sinyal ke *dimmer*.

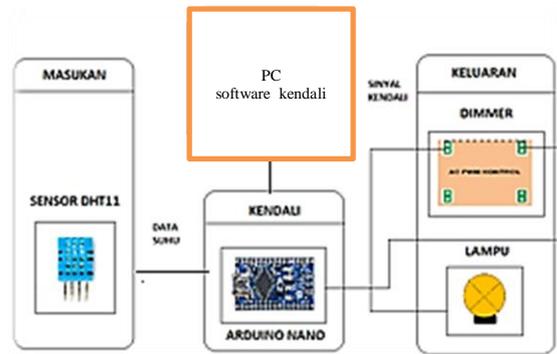


Gambar 4. Rancangan *controller* inkubator

Diagram blok pengendalian ini ditunjukkan pada Gambar 5 sementara diagram blok masukan, kendali dan keluaran ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Diagram blok pengendalian
(a) Sistem Temperatur udara
(b) Sistem Kelembaban udara

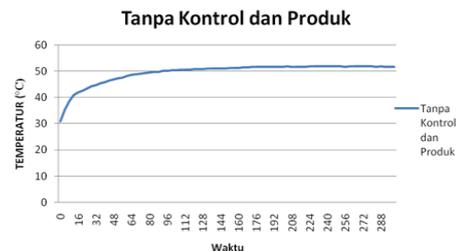


Gambar 6. Diagram blok masukan, kendali dan keluaran pengendalian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Performansi alat inkubator penetas telur otomatis

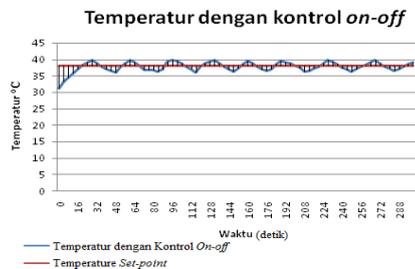
Sistem alat inkubator penetasan telur puyuh ini telah mendapatkan hasil dengan *set point* sebesar 38°C. Hasil pengambilan data suhu dari inkubator penetas telur dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil pengambilan data tanpa kontrol awal *running* 31,01°C yang setara dengan temperatur lingkungan dengan respons peralihan data sekitar 3-5 jam, menyebabkan temperatur pun semakin naik mencapai 51,81°C karena suhu dalam mesin tetas belum sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian temperatur agar sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 7. Eksperimental temperatur pada alat inkubator penetas telur

3.1.1. Penerapan kontrol *on-off* pada alat inkubator penetas telur

Penerapan kontrol *on-off* pada alat inkubator penetas telur digunakan agar temperatur alat ini sesuai dengan yang diinginkan. Pengendalian dilakukan dengan menggunakan program *on-off* pada Arduino. Sistem kontrol ini perlu diterapkan mengingat untuk penetasan telur diatur pada temperatur 38°C.

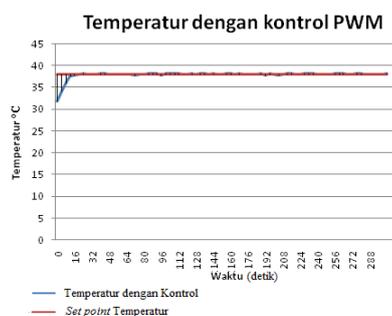


Gambar 8. Grafik data eksperimental temperatur menggunakan kontrol *on-off*

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa *set point* diatur pada 38°C. Hasil tanggapan dari grafik tersebut ialah *under damped response* yaitu output melesat naik untuk mencapai input, kemudian turun dari nilai yang kemudian berhenti pada kisaran nilai input.

3.1.2. Penerapan kontrol PWM pada alat inkubator penetas telur

Penerapan kontrol *PWM* ini dilakukan untuk mengubah respon grafik temperatur agar lebih cepat tercapai *set point* dan grafik temperatur menjadi stabil (*steady state*) sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, daya listrik yang dibutuhkan dapat dihemat pada saat menggunakan kontrol *PWM*. Temperatur kabin dibaca oleh sensor suhu sebagai *feedback system*. Apabila temperatur kabin lebih besar 0,5°C daripada temperatur *set point*, maka sinyal pengendali *PWM* secara gradual turun yaitu dari 100% menuju 80%, 60% hingga 40%. Setelah empat puluh persen, temperatur kabin mengalami penurunan 0,5°C. Penurunan suhu di bawah *set point* tersebut kemudian direspons oleh sinyal pengendali *PWM* dengan naik secara gradual dari 40% lalu meningkat 60%, 80% hingga 100%. Dengan penerapan kendali *PWM* tersebut mengakibatkan tanggapan sistem beresilasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

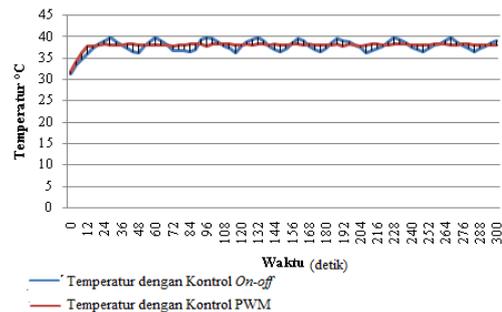


Gambar 9. Grafik data eksperimental pada temperatur menggunakan kontrol *PWM*

Tanggapan sistem yang diperoleh pada Gambar 9 dengan menggunakan penerapan kontrol *PWM* adalah *overdamped response*, yaitu respons yang dapat mencapai nilai input dengan cepat dan tidak melewati batas *set point*.

3.1.3. Perbandingan performansi kontrol *on-off* dan kontrol PWM pada alat inkubator penetas telur

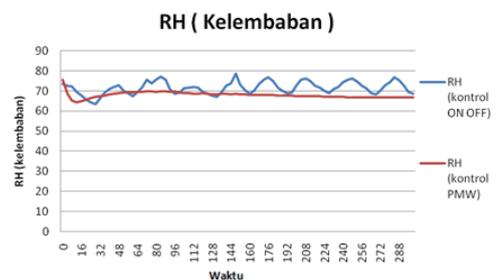
Perbandingan kedua sistem kontrol ini ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik perbandingan performansi sistem dengan kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

Gambar 10 menunjukkan performansi sistem yang baik untuk digunakan pada alat inkubator penetas telur adalah menggunakan sistem kontrol *PWM* karena grafik atau tanggapan yang dihasilkan sistem tersebut stabil dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* tersebut terbilang cepat tercapai.

Hasil kelembaban (RH) pada alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 11, performansi RH yang dihasilkan dari kontrol *PWM* lebih bagus dibandingkan dengan menggunakan kontrol *on-off* namun dalam hal ini karena di dalam inkubator, RH yang dihasilkan semakin lama akan semakin turun atau kering, maka dibutuhkan penambahan air sedikit demi sedikit untuk mengatur kelembaban di dalam alat inkubator tersebut.

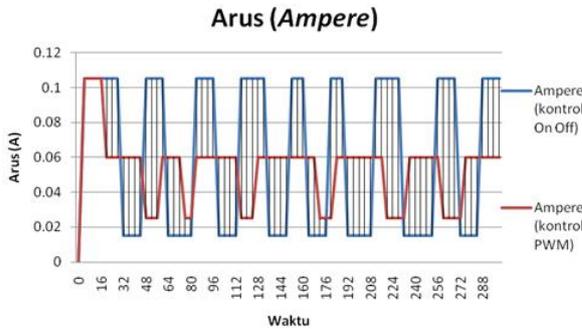


Gambar 11. Grafik RH perbandingan performansi sistem kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

3.2. Perbandingan konsumsi daya listrik sistem kontrol *on-off* dan kontrol PWM

Pada Gambar 12 ditunjukkan perbandingan konsumsi daya listrik yang dibutuhkan oleh alat inkubator penetas telur. Dari Gambar 12 diketahui hasil

dari setiap sistem kontrol dengan tegangan 220 Volt selama 17 hari per 5 jam sehari sesuai dengan Tabel 8. Perbandingan konsumsi daya yang digunakan pada alat inkubator tersebut ditunjukkan pada grafik arus menggunakan kontrol *PWM* dan kontrol *on-off*. Hal ini menyebabkan konsumsi daya dan biaya per Kwh yang dibutuhkan sangat kecil sehingga baik untuk digunakan dalam lingkup ternak rumahan.



Gambar 12. Grafik perbandingan konsumsi daya listrik sistem kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

Dari Gambar 12 diketahui hasil dari setiap sistem kontrol dengan tegangan 220 Volt selama 17 hari per 5 jam sehari sesuai dengan Tabel 8. Berdasarkan hasil perbandingan konsumsi daya tersebut diketahui bahwa kendali *PWM* memerlukan konsumsi daya dan biaya per Kwh yang lebih kecil daripada kendali *on-off*. Hal ini menunjukkan bahwa kendali *PWM* baik untuk digunakan dalam lingkup ternak rumahan.

Tabel 8. Perbandingan daya listrik

Kendali	Rerata Arus (A)	Daya (Watt)	Daya (KW)	KWh	Biaya TDL Rp. 1352
<i>On-Off</i>	0,0618	13,60	0,013	1,1	Rp. 1493
<i>PWM</i>	0,0535	11,77	0,011	0,93	Rp. 1264

3.3. Hasil penetasan telur dengan menggunakan sistem kontrol *PWM*

Hasil penetasan telur yang didapatkan dengan menggunakan sistem kontrol *PWM* ini ialah sebanyak 31 butir telur atau setara dengan 86% dari 36 butir telur yang ditetaskan. Perbandingan kontrol *on-off* dan *PWM* ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan hasil penetasan telur

Kendali	Jumlah	Telur Menetas	% Menetas
<i>On-Off</i>	36 butir	28 butir	77
<i>PWM</i>	36 butir	31 butir	86

IV. KESIMPULAN

Performansi atau tanggapan sistem yang bagus dalam sistem kontrol ini adalah menggunakan sistem kontrol *PWM* dengan grafik yang stabil dan

temperaturnya cepat tercapai sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Perbandingan konsumsi daya yang dihasilkan oleh sistem kontrol *PWM* lebih kecil jika dibandingkan kontrol *on-off* yaitu sebesar 11,77 watt atau sama dengan 0,011 KW, sedangkan dengan kontrol *on-off* sebesar 0,013 KW. Hal ini diakibatkan oleh pengaturan sinyal *PWM* yang secara gradual naik-turun sehingga mengakibatkan arus yang mengalir pada sistem lebih kecil dibandingkan dengan kontrol *on-off*. Biaya yang dikeluarkan dari pemakaian alat tersebut sebesar Rp 1.493 untuk penggunaan kontrol *on-off*, sedangkan penggunaan kontrol *PWM* lebih kecil yaitu Rp 1.264. Penetasan telur yang dihasilkan dari sistem kontrol *PWM* yaitu sebanyak 31 butir telur atau 86% dari jumlah telur keseluruhan 36 butir, lebih baik daripada sistem kontrol *on-off* sebesar 77%, atau sebanyak 28 butir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Indramayu serta Ketua Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara yang telah memberikan dukungan penelitian. Demikian juga kami ucapkan kepada Kemenristek Dikti yang telah memberikan dukungan dana pada penelitian ini serta kepada editor dan reviewer Jurnal Matrix atas penyempurnaan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahim, R.H., Rumagit, A.M. & Lumenta, A.S.M. (2015). Rancang bangun alat penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler, *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 1-7.
- [2] Dwiono, W. & Tamam, M.T. (2007). Pengaturan suhu penetas telur ayam menggunakan pengendali fuzzy-integrator intervention, *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2007*, 23-28.
- [3] Tamam, M. T., Taufiq, A.J. & Gunawan, P.B. (2010). Rancang bangun alat penetas telur ayam berbasis mikrokontroler. *Techno*, 11(2), 81-83.
- [4] Irfan, M., Maleakhi, A., Mulyana, R. & Susanto, R. (2011). Perancangan sistem pengeram telur ayam otomatis, *Teknik Komputer*, 19(2), 148-158.
- [5] Herlan & Prabowo, B.A. (2009). Rangkaian dimmer pengatur iluminasi lampu pijar berbasis internally triggered TRIAC. *INKOM*, 3(1), 14-21.