

# IMPLEMENTASI KONTROL PID PADA SUHU INKUBATOR PENETAS TELUR MENGGUNAKAN SISTEM TENAGA *HYBRID*

Riska Nur Wakidah, Budhy Setiawan, Agus Pracoyo

**Abstrak** – Inkubator penetas telur *hybrid* menggunakan dua energi sebagai pemanas di dalamnya, yaitu energi matahari dan *heater* (lampu DC). Energi matahari digunakan untuk penghematan listrik yang bahan bakunya telah menurun sejak 2008 dan diperkirakan akan habis pada tahun 2020. Selain itu, posisigeografis Indonesiapada wilayahkoordinat

opis yangmemilikienergimataharicukup tinggiyaitu 5 Kwh/m<sup>2</sup>/hari rata-rata per tahun. Sangat bijak apabila energi matahari yang cukup tinggi tersebut dapat dimanfaatkan.

Energi panas matahari yang akan dimanfaatkan disimpan pada akumulator dan disalurkan pada inkubator menggunakan pipa dengan bantuan *blower* sebagai penghembus panas. *Heater* digunakan sebagai cadangan energi panas pada inkubator apabila suhu pada akumulator kurang dari 45°C.

Faktor utama penentu keberhasilan dalam proses penetasan telur adalah kesetabilan suhu yang ada pada inkubator. Suhu inkubator diatur untuk tetap stabil pada suhu 37-41°C. Apabila suhu pada inkubator terlalu panas maka embrio pada telur akan mati, dan apabila kurang panas maka embrio tidak akan berkembang. Oleh sebab itu, digunakan kontrol PID untuk menjaga suhu dalam inkubator tetap pada set point yang diinginkan.

Dari hasil pengujian pada inkubator penetas telur, untuk menjaga suhu agar tetap stabil pada *setpoint* suhu yang telah ditentukan didapat nilai parameter PID dengan metode tuning Ziegler Nichlos sebesar  $K_p=12.48$ ,  $K_i = 0.1$  dan  $K_d = 831.6$ . Dengan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  tersebut didapatkan nilai suhu yang stabil pada  $\pm 1^\circ\text{C}$  dari nilai *set point* yang telah ditentukan.

**Kata Kunci** – Penetastelur, Tenaga*Hybrid* (Energimataharidanlistrik), Kontrol PID

Riska Nur Wakidah adalah Mahasiswa D4 Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, email: riskanurwakidah@gmail.com.

Budhy setiawan adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang

Agus Pracoyo adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang

## I. PENDAHULUAN

Penetes telur *hybrid* memanfaatkan energi matahari sebagai sumber panas utamanya. Selain untuk menghemat biaya listrik, energi matahari digunakan untuk menghemat listrik yang bahan bakunya sudah mulai menurun sejak tahun 2008 dan diperkirakan akan habis pada tahun 2020 [1]. Pemanfaatan sinar matahari juga dilakukan karena letak geografis Indonesia pada wilayah koordinat yang memiliki energi matahari yang cukup tinggi yaitu 5 Kwh/m<sup>2</sup>/hari rata-rata per tahun [2].

Selain itu, penetas telur *hybrid* yang sudah bekerja secara otomatis adalah suatu terobosan terbaru dalam usaha peternakan sebagai pengganti metode penetasan konvensional. Selain menghambat produksi telur, metode konvensional memiliki tingkat keberhasilan penetasan yang kecil atau sekitar 50-60% [3].

Metode penetasan sudah dikembangkan mulai dari tahun 2000 oleh peternak di Bali dengan menggunakan sekam, namun metode ini memiliki kekurangan yaitu menyita waktu dan kurang praktis terutama dalam pembalihan telur. Karena pembalihan masih dilakukan secara manual dan tersentuh tangan secara langsung. Selanjutnya metode dikembangkan dengan mesin penetas, metode ini dirasa sudah cukup dengan kebutuhan penetasan, namun menurut peternak metode ini memiliki kekurangan dalam hal biaya listrik yang lebih besar [4].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teknik Penetasan Telur

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam penetasan telur unggas, diantaranya adalah :

#### 1) Suhu Udara didalam Inkubator

Suhu adalah faktor utama yang harus diperhatikan dalam penetasan telur. Embrio telur tidak akan berkembang pada suhu dibawah 26,6°C. Embrio akan berkembang secara cepat pada suhu diatas 32,2°C. Suhu yang bagus untuk perkembangan embrio berkisar antara suhu 37-40°C. Maka untuk memperbesar tingkat keberhasilan dalam penetasan, suhu pada inkubator harus dijaga sesuai dengan set point per minggunya.

**Tabel 1** Set Point Suhu Terhadap Hari Dalam Menetas Telur [5]

HARI	SUHU (°C)		
	AYAM	BEBEK	PUYUH
1	37	37,5	37
2	37	37,5	37
3	37	37,5	37
4	37	37	38
5	37	37	38
6	38	37	38
7	38	37	38
8	38	37	38
9	38	38	38,5
10	38	38	38,5
11	38,5	38	38,5
12	38,5	38	38,5
13	38,5	38	38,5
14	38,5	38	38,5
15	38,5	38	39
16	38,5	38,5	39,5
17	39	38,5	40
18	39	38,5	
19	39,7	38,5	
20	40	38,5	
21	40,5	38,5	
22		39	
23		39	
24		39	
25		39	
26		39,7	
27		39,7	
28		40	

2) Kelembapan Relatif

Kelembapan juga sebagai salah satu penentu keberhasilan dalam penetasan telur. Kelembapan ditujukan untuk menjaga air yang ada dalam telur agar tidak banyak keluar dari pori-pori telur. Kelembapan yang bagus untuk penetasan telur berkisar antara 60-70%.

3) Pengaturan Sirkulasi Udara

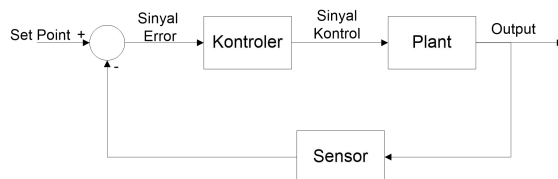
Dalam masa penetasan inkubator sebaiknya dijaga agar kandungan CO<sub>2</sub> didalamnya tidak lebih dari 0.5%. kandungan CO<sub>2</sub> yang melebihi 2% akan menurunkan tingkat keberhasilan penetasan. Dan kandungan CO<sub>2</sub> mencapai 5% akan membuat anak ayam atau itik yang sedang ditetaskan mati.

4) Kebutuhan Energi Panas Telur Untuk Menetas

Supply panas pada inkubator harus selalu terpenuhi. Karena dalam penetasan, telur membutuhkan energi panas. Dalam sebuah perhitungan didapat bahwa sebutir telur ayam ras membutuhkan daya penetasan rata-rata 202 mWatt [6].

2.2 PID (*Proportional Integral Derivative*)

PID merupakan sistem kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem dengan adanya umpan balik pada sistem tersebut. Secara umum sistem umpan balik dapat digambarkan sebagai berikut:

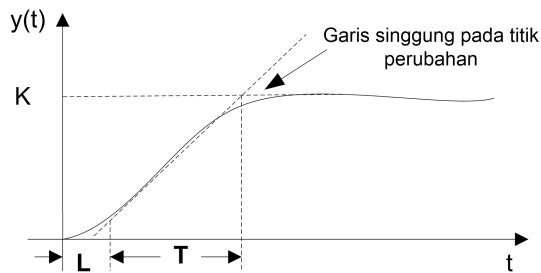


Gambar 1 Sistem Umpan Balik [7]

Fungsi utama dari PID adalah sebagai kontrol suatu plant untuk mencapai kestabilan pada set point tertentu. Dalam metode ini, sinyal kontrol dihasilkan dengan cara memperkuat sinyal error (*proportional*), mengintegrasikan sinyal error (*integral*) dan membuatnya sebanding dengan laju perubahan sinyal error (*derivative*).

2.1.1 Metode PID Ziegler Nichols 1

Metode ini digunakan untuk mencari nilai PID dengan memberi masukan berupa unit step.



Gambar 2 kurva Tuning PID ziegler Nichols 1

Dapat dilihat dari kurva diatas L adalah delay time dan T adalah konstanta waktu tunda. Setelah kedua nilai tersebut didapatkan, maka langkah

selanjutnya adalah melakukan perhitungan dengan cara yang ditunjukkan tabel berikut:

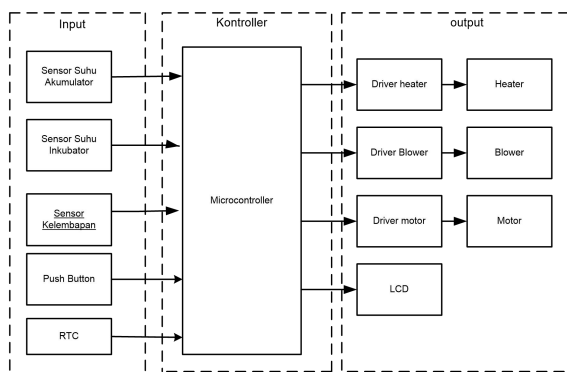
**Tabel 2** Tuning PID ziegler Nichols 1

Tipe Kontrol	Kp	Ti	Td
P	T/L	~	0
PI	0.9 T/L	L/0/3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Namun metode tersebut hanya bisa digunakan untuk plant yang memiliki respon seperti kurva diatas. Apabila osilasi dari *plant* terlalu besar, metode tersebut tidak berlaku. Maka cara yang digunakan apabila *plant* memiliki osilasi yang besar adalah dengan metode tuning PID Ziegler Nichols 2.

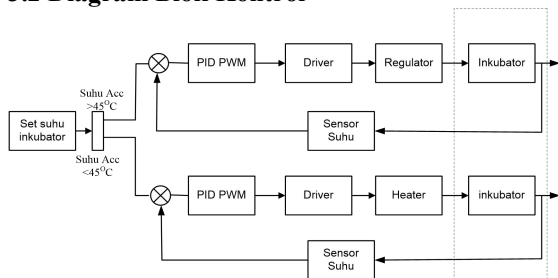
### III. METODOLOGI

#### 3.1 Diagram Blok Perancangan Alat



**Gambar 7** Diagram Blok Perancangan Alat

#### 3.2 Diagram Blok Kontrol



**Gambar 8** Diagram Blok Kontrol

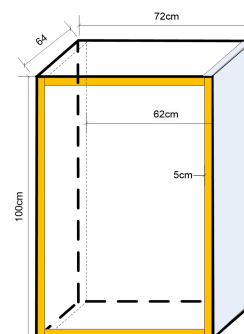
#### 3.3 Spesifikasi Alat

Berikut adalah spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian :

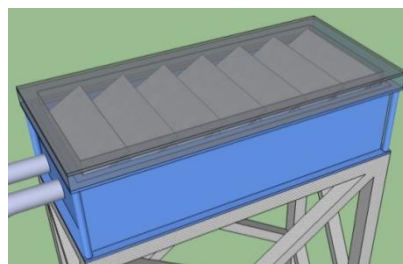
- Kapasitas inkubator :
  - Ayam / bebek = 300 butir
  - Puyuh = 350 butir
- Dimensi akumulator
  - Panjang : 160 cm
  - Lebar : 81.5 cm
  - Tinggi : 39 cm
- Dimensi inkubator
  - Panjang : 64 cm
  - Lebar : 72 cm
  - Tinggi : 100 cm

- Suhu Inkubator : 37°C – 41°C
- Waktu pemutaran telur
  - 07.00 WIB
  - 12.00 WIB
  - 17.00 WIB
- Penggunaan Akumulator : >= 45°C
- Penyimpanan panas akumulator : Paving blok
- Suhu maksimal akumulator : 60-65°C
- Daya heater : 90 Watt
- Daya Blower : 5.52 Watt

#### 3.4 Desain Mekanik



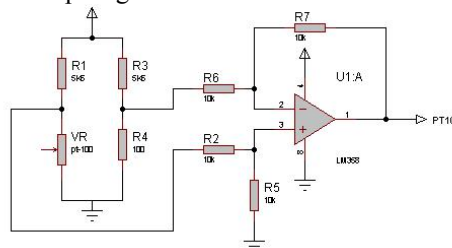
**Gambar 4** Desain Box Inkubator [8]



**Gambar 5** Desain Akumulator

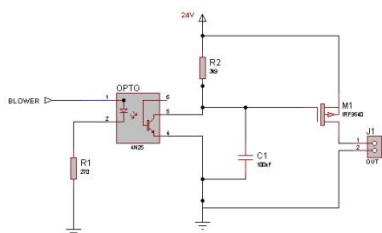
#### 3.5 Desain Pengkondisi Sinyal PT-100

PT-100 digunakan untuk membaca suhu yang ada di akumulator. PT-100 adalah sebuah sensor suhu dengan keluaran berupa resistansi dengan nilai 111.67 ohm pada suhu 30°C dan 146.07 ohm pada suhu 120°C. Untuk membuat PT-100 terhubung dan dapat diproses oleh mikrokontroler ATmega16A diperlukan rangkaian pembagi tegangan serta penguatan yang berfungsi untuk mendapatkan nilai tegangan tebak pada PT-100. Rangkaian pengkondisi sinyal PT-100 dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut ini :



**Gambar 8** Rangkaian Pengkondisi Sinyal Penguatantegangan yang digunakan adalah penguat differensiator. Pada prinsipnya penguat differensiator adalah menguatkan bedategangan yang masuk pada kedua pin masukan op-amp (inverting dan non-inverting). Pada rangkaian ini, op-amp menguatkan bedategangan VR dan R4. VR adalah PT-100 yang nilainya akan berubah seiring dengan perubahan suhu, sehingga bedategangan VR dan R4 pun akan berubah. Dengan perubahan yang terjadi, maka tegangan *output* yang dikeluarkan oleh Op-amp juga akan berubah. *Output* dari op-amp itulah yang akan dibaca oleh mikrokontroler. Input dari mikrokontroler adalah tegangan 0V-5V. Maka pengkondisi sinyal dikondisikan agar tegangan keluaran tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar serta jarak tegangan per derajatnya mampu terbaca oleh ADC mikrokontroler ATmega16A.

**3.7 Rangkaian Driver Heater (Lampu DC) dan Blower**



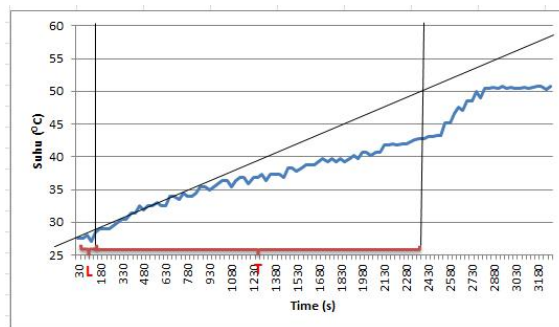
**Gambar 9** Rangkaian Driver Heater dan Blower

Heater dan Blower akan mengatur tingkat kebutuhan suhu dalam inkubator secara bergantian. Apabila suhu dalam inkubator kurang maka heater maupun blower akan bekerja lebih untuk memberikan energi panas pada inkubator, begitupun sebaliknya. Untuk membuat heater dan blower bekerja sesuai yang diinginkan maka dibutuhkan rangkaian driver yang berfungsi mengatur tegangan yang masuk pada heater dan blower.

Pada rangkaian driver terdapat opto couple yang berfungsi sebagai saklar dan mengatur tegangan yang masuk pada heater dengan menggunakan PWM yang telah terprogram pada mikrokontroler.

**3.9 Perancangan PID (Proportional Integral Derivative)**

Perancangan nilai PID bertujuan untuk mendapatkan nilai Kp, Ki dan Kd yang akan digunakan sebagai pengontrol suhu pada inkubator. Nilai Kp, Ki dan kd dihitung dengan persamaan sebagai berikut :



**Gambar 10** Respon Suhu Lampu DC Terhadap Waktu

Menurut respon suhu diatas, didapatkan nilai L = 90s dan T=2310s. Maka nilai Kp, Ti dan Td adalah :

$$Kp = 1.2 \times T/L \tag{9}$$

$$= 1.2 \times 2310/90$$

$$= 18.48$$

$$Ti = 2 \times L \tag{10}$$

$$= 2 \times 90$$

$$= 180$$

$$Td = 0.5 \times L \tag{11}$$

$$= 0.5 \times 90$$

$$= 45$$

Dari nilai Kp, Ti dan Td diatas maka fungsialih kontrol PID plant sebagai berikut :

$$Kp = 18.48$$

$$Ki = Kp/Ti \tag{12}$$

$$= 18.48/180$$

$$= 0.1$$

$$Kd = Kp \times Td \tag{13}$$

$$= 18.48 \times 45$$

$$= 831.6$$

Dari perhitungan diatas maka didapatkan nilai Kp = 18.48, Ki = 0.1 dan Kd = 831.6.

**IV. PENGUJIAN DAN ANALISA**

**4.1 Pengujian Sensor Suhu PT-100**

Pengujian PT-100 dilakukan dengan membandingkan nilai suhu yang terbaca pada thermometer dengan nilai suhu yang terbaca pada LCD.

**Tabel 5** Pengujian Sensor Suhu PT-100

Suhu Thermometer (°C)	PT100 (°C)	Error (%)
30	30.5	1.6
35	35.9	2.5
40	40	0
45	45.1	0.2
50	50	0
55	55	0
60	60.3	0.5

Dari hasil pengujian didapat nilai error rata-rata 0.68%. Nilai error masih dianggap kecil, sehingga sensor masih dapat digunakan untuk penelitian ini.

**4.2 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan SHT10**

Pengujian SHT10 dilakukan dengan membandingkan nilai suhu yang terbaca pada thermometer dengan nilai suhu yang terbaca pada LCD.

**Tabel 6** Pengujian sensor SHT10

Suhu Thermometer (°C)	SHT10(°C)	Error (%)
31	31.49	1.58
31.3	31.80	1.59
31.80	32.04	0.75
32	32.27	0.84
32.50	32.90	1.2

Dari hasil pengujian didapat nilai error rata-rata 1.19%. Nilai error masih dianggap kecil, sehingga sensor masih dapat digunakan untuk penelitian ini.

**4.3 Pengujian Driver**

Pengujian driver bertujuan untuk mengetahui apakah driver dapat bekerja atau tidak. Pengujian driver dilakukan dengan memberi masukan berupa tegangan kotak dengan *duty cycle* yang diatur pada optocouple. Hal itu bertujuan untuk mengetahui apakah tegangan yang masuk pada *heater* dapat diatur sesuai yang diinginkan.

**Tabel 7** Hasil Pengujian Driver Tanpa Beban

Duty Cycle (%)	Tegangan (V)	Gambar Sinyal
1	5	
10	10	
20	12.5	
30	15	
40	17.5	

50	19.5	
60	21	
70	22.5	
80	23	
90	23	
99.99	23	

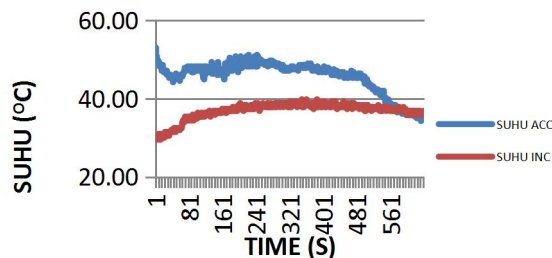
**Tabel 8** Hasil pengujian Driver Dengan Beban

Duty Cycle (%)	Tegangan (V)
1	4
10	6.5
20	9
30	11
40	13
50	15.5
60	17.5
70	20
80	22
90	22
99.99	22

Dari pengujian diatas dapat dilihat bahwa keluaran tegangan pada driver dapat bervariasi. Sehingga dapat dipastikan bahwa driver bekerja dengan baik dan dapat digunakan pada penelitian ini.

**4.7 Pengujian Akumulator**

Pengujian pada akumulator berfungsi untuk melihat apakah akumulator dapat menyimpan panas sesuai dengan yang diinginkan dan dapat memenuhi kebutuhan energi panas yang dibutuhkan inkubator atau tidak. Berikut adalah hasil pengujian pada akumulator :



**Gambar**

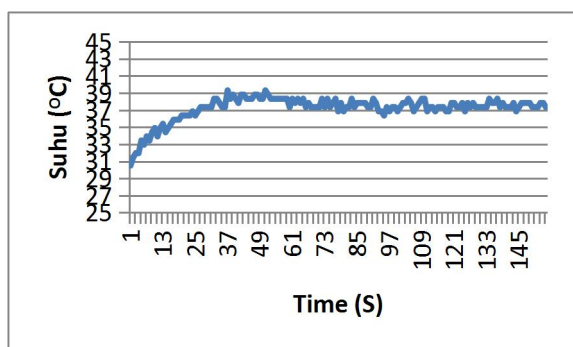
**13** Grafik Kemampuan Akumulator dalam Menyalurkan Panas pada Inkubator

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kemampuan akumulasi dalam menyalurkan energi panas sebesar 60%.

**4.8 Pengujian PID**

Dari nilai perhitungan PID yang dilakukan pada BAB III diketahui nilai  $K_p = 18.48$ ,  $K_i = 0.1$  dan  $K_d = 831.6$ .

Setelah dilakukan pengujian dengan nilai tersebut nilai overshoot sistem terlalu tinggi yaitu sebesar 5,4 %. Sehingga dilakukan metode *Hand tuning* untuk mendapatkan respon yang lebih baik dengan nilai overshoot kecil dan osilasi yang mulus. Dari hasil *hand tuning* didapatkan nilai  $K_p=12.48$ ,  $K_i = 0.1$  dan  $K_d = 831.6$  dan respon *plant* sebagai berikut :



**Gambar 14** Grafik Respon PID

Dengan nilai PID tersebut didapatkan nilai overshoot sebesar 2.7 %. Nilai tersebut dirasa masih kecil dan respon tidak menghasilkan osilasi. Sehingga nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  tersebut dapat digunakan pada *plant*.

**V. PENUTUP**

**5.1 Kesimpulan**

Dari pembahasan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk menjaga suhu pada inkubator tetap stabil digunakan kontrol PID metode Ziegler Nichols 1 dengan nilai  $K_p = 7.28$ ,  $K_i = 4.64$ ,  $K_d = 32.1$  dengan kestabilan suhu  $\pm 1^\circ\text{C}$  dari nilai set point yang telah ditentukan.
2. Untuk memenuhi kebutuhan suhu yang ada pada inkubator digunakan energi matahari yang tersimpan pada akumulator dan heater (lampu DC) 90 Watt sebagai pemanas cadangannya. Pemutar antelur secara berkala dilakukan untuk menjaga embrio agar tidak menempel pada cangkang telur dengan menggunakan timer.
3. Untuk menurunkan suhu yang ada pada akumulator saat masuk ke inkubator digunakan pipa sebagai media penyalur panas, dan

blower digunakan untuk menghembuskan panas yang ada pada akumulator ke inkubator.

4. Akumulator digunakan untuk pemanasan pada inkubator apabila suhu didalamnya lebih dari  $45^\circ\text{C}$ . Dan apabila suhu pada akumulator kurang dari  $45^\circ\text{C}$  maka energi panas yang digunakan inkubator adalah heater (lampu DC).
5. Suhu akumulator yang dapat digunakan untuk inkubator sekitar 60%. Kurang maksimalnya penyaluran panas dikarenakan panjangnya media yang digunakan untuk menyalurkan panas dan tidak dibangid dengan kemampuan blower yang ada.

**5.2 Saran**

Rancangan yang telah dibuat ini masih perlu adanya perbaikan agar dapat bekerja secara optimal. Ada beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut diantaranya:

1. Penggunaan metode lain dalam pengontrolan suhu untuk mengurangi nilai overshoot dan kestabilan yang lebih bagus pada *plant*
2. Media yang digunakan untuk penyalur panas sebaiknya tidak terlalu panjang serta penambahan blower untuk menghembuskan panas dari akumulator.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] EBTKE. "Cadangan Minyak RI Habis 10 Tahun Lagi". Artikel Dirjen Energi Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE)
- [2] Wiryanata, Romi dkk. 2013. "Studi Pemanfaatan Energi Matahari di Pulau Panjang Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif". Jurnal Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon
- [3] Wakhid, Abdul. 2014. "Membuat Sendiri Mesin Tetas Praktis. Jakarta": AgroMedia
- [4] Rohaeni, Eni Siti dkk. 2005. "Usaha Penetasan Itik Albino Sistem Sekam Yang Dimodifikasi Di Sentra Pembibitan Kabupaten Hulu Sungai Utara". Jurnal Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan
- [5] <http://sentralternak.com/>, diakses pada tanggal 10 November 2015
- [6] Setiawan, Budhy. 2015. "Studi Kapasitas Energi Akumulator Panas Matahari Untuk Mesin Tetas Hybrid". Jurnal Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang
- [7] Aydan, Habib. 2015. "Implementasi Kontrol PID pada Motor DC Sebagai Penggerak Robot Beroda 4wd *Omni Wheels* dengan Metode *Wall Following*". Skripsi Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang
- [8] Kurniawan, Ade dan Akhmad Furqoni. 2013. "Rancang Bangun Prototipe Mesin Penetas Telur Unggas Hybrid Terprogram". Laporan Akhir Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang

