



Buku Tugas Akhir

# **Perancangan Alat Ukur Penetas Telur Unggas Berbasis PID Sebagai Pengontrol Elemen Pemanas Lampu Pijar**

**Robert Nathaniel Khomala**

2016630002

Pembimbing:

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D.

Dr. Christian Fredy Naa

Diajukan untuk memenuhi salah satu  
syarat mendapatkan gelar Sarjana  
Teknik

**September 2021**

# Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:


## Perancangan Alat Ukur Penetas Telur Unggas Berbasis PID Sebagai Pengontrol Elemen Pemanas Lampu Pijar

oleh:


Robert Nathaniel Khomala  
NPM : 2016630002

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri,  
Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

**TANDA PERSETUJUAN SELESAI,**  
Bandung, 2 September 2021

  
Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika  
UNPAR  
Dr. Ir. Ali Sadiyoko

Pembimbing Pertama,



Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D.

Pembimbing Kedua,



Dr. Christian Fredy Naa

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU  
MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT**

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

**ROBERT NATHANIEL KHOMALA**

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"PERANCANGAN ALAT UKUR PENETAS TELUR UNGGAS BERBASIS PID  
SEBAGAI PENGONTROL ELEMEN PEMANAS LAMPU PIJAR"

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain  
telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak  
sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan  
dikenakan kepada Saya.

Jakarta, 8 September 2021



**Robert Nathaniel Khomala**

NPM: 2016630002

## Abstrak

Telur dan daging unggas terutama ayam merupakan salah satu bahan pangan pokok yang paling sering dikonsumsi dalam kehidupan manusia sehari-hari. Setiap tahun permintaan akan daging dan telur ayam terus meningkat. Peningkatan permintaan pada sektor peternakan menimbulkan adanya keperluan untuk menetas telur secara efisien. Parameter penting yang memengaruhi keefisienan penetasan telur adalah suhu, kelembaban, dan pemutaran telur. Pada tugas akhir ini telah dibuat sebuah alat percobaan untuk menetas telur unggas yang dapat digunakan untuk mencari nilai parameter yang optimal. Alat penetas yang dibuat berupa inkubator dengan kapasitas 7 buah telur yang dapat mengontrol suhu, kelembaban, dan interval pemutaran telur sesuai dengan parameter yang diberikan oleh pengguna. Alat ini menggunakan Arduino Mega 2560 dan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor DHT-22 sebagai sensor suhu dan kelembaban di dalam ruang inkubasi, thermocouple untuk mengukur suhu telur, lampu pijar sebagai elemen pemanas yang dikontrol menggunakan PID, sebuah *atomizer* ultrasonik dan kipas untuk memberikan kelembaban, dan motor servo sebagai pemutar rak telur. Dari pengujian yang dilakukan, alat ini mampu menjaga suhu di dalam ruang inkubasi dengan perubahan  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  dari *setpoint* dengan menggunakan pengontrol PI yang mempunyai nilai gain  $P=30$  dan nilai gain  $I=0.02$ .

---

**Kata kunci:**

*suhu, kelembaban, pemutaran telur, PID*



---

## Abstract

Poultry egg and meat especially chicken are some of the most consumed products in human life. Every year the demand for poultry egg and meat is increasing. This makes a more efficient egg hatching is necessary to keep up with the demand. The important parameters for an efficient egg hatching are temperature, humidity, and egg turning. In this final project, an egg hatching device that can be used to determine the value of the aforementioned parameters has been made. This egg hatching device is an incubator with a capacity of 7 eggs where the temperature, humidity, and interval of egg turning can be controlled by the user. This device uses an Arduino Mega 2560 and Arduino Uno as the microcontroller, DHT-22 as the temperature and humidity sensor inside the incubation chamber, thermocouple for measuring the temperature of the egg, incandescent light bulb as a heating element which is controlled with PID controller, an ultrasonic water atomizer and fan for humidity regulation, and servo motor for egg turning. The experiment results show that the device can keep the temperature inside the incubation chamber at  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  from setpoint using a PI controller with gain parameters of  $P=30$  and  $I=0.02$ .

---

**Keywords:**

*temperature, humidity, egg turning, PID*



## Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena dengan rahmat-Nya lah penyusunan Buku Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku Tugas Akhir yang berjudul "Perancangan Alat Ukur Penetas Telur Unggas Berbasis PID Sebagai Pengontrol Elemen Pemanas Lampu Pijar" disusun, sebagai syarat untuk mengikuti Sidang Proposal pada mata kuliah Tugas Akhir II (IME 184500) pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan. Dalam melakukan penelitian ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, diantaranya:

- Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D. dan Dr. Christian Fredy Naa selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan.
- Bapak Valiandra dan Ibu Hanny Thamrin, sebagai orangtua penulis. Terima kasih atas semua kasih sayang, perhatian dan dorongan kepada penulis.
- Nicholas Andrew Gumulya dan Rafael Olsen Bunardy yang telah memberikan dorongan, perhatian serta diskusi yang sangat bermanfaat saat mengerjakan Tugas Akhir ini.

Buku Tugas Akhir ini akan membahas tentang konsumsi produk unggas sebagai bahan pangan manusia yang meningkat setiap tahunnya. Peningkatan ini menyebabkan adanya permintaan produk unggas yang bertambah dalam sektor peternakan. Untuk memenuhi permintaan ini, penulis memberikan solusi yang akan dibahas dalam Buku Tugas Akhir ini.

Semoga solusi yang diberikan dalam Buku Tugas Akhir ini dapat bermanfaat di dalam masyarakat terutama dalam sektor pangan. Saya sebagai penulis memohon maaf bila adanya kekurangan dalam Buku Tugas Akhir ini.





# Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xix
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah. . . . .	2
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi . . . . .	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir . . . . .	2
1.5 Manfaat Tugas Akhir . . . . .	2
1.6 Metodologi Tugas Akhir . . . . .	3
1.7 Sistematika Penulisan . . . . .	3
<b>2 Tinjauan Pustaka</b>	<b>5</b>
2.1 Parameter Penetasan Telur . . . . .	5
2.1.1 Suhu . . . . .	5
2.1.2 Kelembaban . . . . .	10
2.1.3 Pemutaran rak telur . . . . .	10
2.2 Elemen Pemanas . . . . .	11
2.3 Pengatur Intensitas Cahaya Lampu . . . . .	11
2.4 Pengatur Kelembaban . . . . .	12
2.5 Pemutaran Rak . . . . .	13
2.6 Sensor Suhu dan Kelembaban . . . . .	14

2.7	Kontroler PID . . . . .	14
2.8	Arduino . . . . .	15
2.9	Thermocouple tipe K . . . . .	15
2.10	Material . . . . .	16
2.11	PLX-DAQ . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Perancangan Sistem</b>	<b>19</b>
3.1	Spesifikasi Sistem/Disain . . . . .	19
3.1.1	Bahan . . . . .	19
3.1.2	Perancangan Hardware . . . . .	20
3.1.3	Cara Kerja Sistem . . . . .	21
3.2	Rincian Disain . . . . .	27
3.2.1	Komponen Utama . . . . .	27
3.2.2	Komponen lebih rinci . . . . .	28
3.2.3	Rangkaian Elektrik . . . . .	30
3.3	Rencana Pengujian Sistem . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Analisa Sistem</b>	<b>32</b>
4.1	Tampilan Alat . . . . .	32
4.2	Pengujian Sistem . . . . .	35
4.2.1	Kalibrasi Sensor DHT-22 . . . . .	35
4.2.2	Parameter PID dan Kestabilan Suhu . . . . .	38
4.2.3	Kestabilan Kelembaban . . . . .	53
4.2.4	Pengukuran Suhu Thermocouple . . . . .	55
4.2.5	Perbandingan kontrol lampu menggunakan PID dan <i>on/off</i> . . . . .	58
4.2.6	Pengujian pemutaran rak . . . . .	59
<b>5</b>	<b>Simpulan dan Saran</b>	<b>61</b>
5.1	Simpulan . . . . .	61
5.2	Saran . . . . .	62
	<b>Daftar Pustaka</b>	<b>65</b>
	<b>Lampiran A Listing Program</b>	<b>67</b>
A.1	Listing Program Arduino Mega . . . . .	67
A.2	Listing Program Arduino Uno . . . . .	79
	<b>Lampiran B Skematik Rangkaian Elektrik Sistem</b>	<b>82</b>
	<b>Lampiran C Diagram Alir Algoritma Sistem</b>	<b>86</b>

# Daftar Tabel

2.1	Tinjauan Pustaka . . . . .	7
3.1	Rencana Pengujian Sistem . . . . .	31
4.1	Tabel perbandingan konsumsi daya . . . . .	58



# Daftar Gambar

2.1	Ilustrasi Pemutaran Rak Tampak Samping . . . . .	10
2.2	Modul dimmer Robotdyn . . . . .	12
2.3	Disk Piezoelektrik . . . . .	13
2.4	Tampilan perangkat lunak PLX-DAQ . . . . .	17
2.5	Tampilan perangkat lunak PLX-DAQ setelah koneksi dengan alat . . . . .	18
3.1	Diagram blok sistem . . . . .	21
3.2	Bagian Inisialisasi . . . . .	22
3.3	Bagian Input Setpoint . . . . .	23
3.4	Bagian Kontrol Suhu . . . . .	24
3.5	Bagian Kontrol Kelembaban dan Pemutaran Rak . . . . .	26
3.6	Desain Alat . . . . .	28
3.7	Rak Penempatan Telur . . . . .	29
3.8	Penyambung Rak . . . . .	29
4.1	Tampak depan . . . . .	32
4.2	Tampak depan dengan pintu terbuka . . . . .	33
4.3	Tampak samping . . . . .	33
4.4	Tampak samping dengan pintu terbuka . . . . .	34
4.5	<i>User Interface</i> . . . . .	34
4.6	Peletakkan sensor DHT-22(kanan) dengan alat ukur (kiri) . . . . .	36
4.7	Grafik perbandingan DHT-22 dengan alat ukur . . . . .	37
4.8	Grafik karakteristik suhu dengan parameter $P=10$ . . . . .	39
4.9	Grafik karakteristik suhu dengan parameter $P=500$ . . . . .	40
4.10	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter $P$ dengan $P=30$ . . . . .	41
4.11	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter $P$ dengan $P=50$ . . . . .	42
4.12	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter $P$ dengan $P=100$ . . . . .	43
4.13	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter $I$ dengan nilai $I=0.1$ . . . . .	44

4.14	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter I dengan nilai $I=0.05$ . . . . .	45
4.15	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter I dengan nilai $I=0.02$ . . . . .	46
4.16	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter I dengan nilai $I=0.01$ . . . . .	47
4.17	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter D dengan nilai $D=0.01$ . . . . .	48
4.18	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter D dengan nilai $D=0.1$ . . . . .	49
4.19	Grafik perubahan karakteristik suhu terhadap parameter D dengan nilai $D=1$ . . . . .	50
4.20	Karakteristik respon step . . . . .	51
4.21	Grafik suhu dengan <i>setpoint</i> $37^{\circ}\text{C}$ . . . . .	51
4.22	Grafik suhu dengan <i>setpoint</i> $38^{\circ}\text{C}$ . . . . .	52
4.23	Grafik suhu dengan <i>setpoint</i> $39^{\circ}\text{C}$ . . . . .	52
4.24	Alat pengatur kelembaban . . . . .	54
4.25	Grafik karakteristik kelembaban . . . . .	55
4.26	Grafik perbandingan DHT-22 dengan thermocouple . . . . .	56
4.27	Grafik pengukuran suhu telur . . . . .	57
4.28	Grafik karakteristik suhu dengan kontrol on/off . . . . .	59
4.29	Grafik perubahan sudut motor servo terhadap waktu . . . . .	60

# Bab 1

## Pendahuluan

Pada bab ini akan dituliskan mengapa penulis memilih "Perancangan Alat Ukur Penetas Telur Unggas Berbasis PID Sebagai Pengontrol Elemen Pemanas Lampu Pijar" sebagai judul Tugas Akhir.

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Unggas sangat berperan dalam kehidupan manusia, terutama unggas yang ditenakkan seperti ayam sebagai bahan pangan bagi manusia. Telur dan daging ayam merupakan salah satu bahan pangan yang paling umum dikonsumsi sehari-hari. Berdasarkan hasil Survei Konsumsi Bahan Pokok (VKBP) Tahun 2017 dan Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susesnas) Tahun 2019, konsumsi telur ayam ras di Indonesia mencapai 18,16 kg/kapita/tahun dan daging ayam ras mencapai 12,79 kg/kapita/tahun untuk daging ayam ras. Konsumsi telur dan daging ayam ini terus meningkat setiap tahunnya. Tidak hanya ayam, unggas lain seperti bebek dan burung puyuh juga banyak dikonsumsi daging dan telurnya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, penetasan telur unggas harus efisien. Supaya penetasan telur dapat efisien, sebuah kondisi yang optimal dibutuhkan untuk menetas telur. Untuk mencapai kondisi optimal tersebut, terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan seperti suhu, kelembaban, ventilasi udara, dan pemutaran telur [1]. Alat penetas telur konvensional hanya menggunakan elemen pemanas yang dikontrol dengan *on/off* tanpa pengontrol kelembaban dan pemutaran telur yang manual [2]. Hal ini menyebabkan tidak tercapainya kondisi optimal karena tidak dapat mengatur suhu dan kelembaban di dalam alat penetas tersebut dan pemutaran telur secara manual dapat mengganggu proses inkubasi.



## 1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Untuk menetasakan telur dibutuhkan parameter suhu dan kelembaban yang sesuai [3]. Suhu dan kelembaban harus dijaga secara konstan atau dalam sebuah batasan tertentu untuk menjaga agar proses inkubasi dapat berjalan dengan baik. Namun selama ini alat yang ada belum mampu menjaga kelembaban yang konstan karena tidak memiliki alat pengatur kelembaban sehingga sangat bergantung pada kelembaban di luar ruang inkubasi. Beberapa masalah yang teridentifikasi :

1. Bagaimana cara mengatur suhu di dalam ruang inkubasi agar stabil?
2. Bagaimana cara mengatur kelembaban di dalam ruang inkubasi ?
3. Bagaimana cara memutar telur tanpa mengganggu proses inkubasi?

## 1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Pada tugas akhir ini akan diberikan batasan sebagai berikut :

1. Telur yang digunakan memiliki diameter maksimal 5 cm dan range tinggi antara 5 - 7,5 cm.
2. Tugas Akhir hanya menghasilkan alat yang dapat digunakan oleh peternak telur untuk mencari parameter yang optimal.

Asumsi yang akan digunakan untuk penulisan adalah suhu dari luar ruangan tidak berpengaruh terhadap suhu di dalam ruang inkubasi. Suhu di dalam ruang inkubasi hanya dipengaruhi oleh elemen pemanas di dalam ruang inkubator.

## 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah merancang alat penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler arduino dengan sistem kontrol PID sebagai pengontrol suhu yang dapat menjaga suhu dan kelembaban dalam alat sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan oleh pengguna.

## 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Alat yang dibuat oleh penulis dapat digunakan sebagai alat penelitian untuk melihat pengaruh suhu, kelembaban, dan interval pemutaran rak pada kecepatan proses inkubasi telur. Dengan diketahuinya pengaruh tersebut, dapat ditemukan suhu, kelembaban, dan interval pemutaran rak yang optimal untuk proses inkubasi telur.

## 1.6 Metodologi Tugas Akhir

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir, langkah - langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan topik dan judul.
2. Mencari beberapa referensi.
3. Membandingkan referensi - referensi yang telah didapatkan dari segi sistem yang digunakan seperti metode pengontrolan yang digunakan , dan persentase keberhasilannya.
4. Menentukan sistem yang akan digunakan berdasarkan referensi.
5. Membuat rancangan sistem.
6. Membuat alat.
7. Menuliskan laporan.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Buku Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan Buku Tugas Akhir.
2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis. Teori-teori dasar ini diperoleh melalui proses telaah pustaka yang intensif pada sejumlah pustaka yang direkomendasikan oleh dosen pembimbing, seperti misalnya: teori rangkaian listrik, teori sistem digital yang sesuai, teori tentang pengendali arduino, teori pengukuran dan akuisisi data, cara kerja sensor yang digunakan dan aktuator yang dibutuhkan dalam rancangan sistem mekatronika.
3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Dalam bab ini disajikan beberapa hal berikut :
  - (a) Kriteria/spesifikasi produk/sistem yang dibuat.
  - (b) Desain untuk menyelesaikan masalah yang telah dipaparkan di bab sebelumnya (Bab 1). Pada bagian ini, usulan disain dituliskan hingga detail.
  - (c) Proses/prosedur pembuatan disain produk/sistem.
  - (d) Rencana pengujian produk/sistem.

4. **Bab 4 Analisa Sistem.** Dalam bab ini terdapat hasil pembuatan alat yang dilakukan oleh penulis, dimulai dari gambar alat yang telah dibuat, pengujian-pengujian yang dilakukan dan analisa dari alat yang telah dibuat.
5. **Bab 5 Kesimpulan dan Saran.** Dalam bab ini akan diambil sebuah kesimpulan dari alat yang telah dibuat oleh penulis. Penulis juga akan menuliskan saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan alat tersebut.