

**OPTIMALISASI FUNGSI INKUBATOR TELUR AYAM
DENGAN SISTEM KONTROL PID
BERBASIS ARDUINO**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Jauhar Khotami NIRM : 0031544

Khoirul Bariansyah NIRM : 0031546

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMALISASI FUNGSI INKUBATOR TELUR AYAM DENGAN SISTEM KONTROL PID BERBASIS ARDUINO

Oleh :

Jauhar Khotami / 0031544

Khoirul Bariansyah / 0031546

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

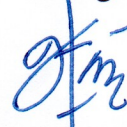
Menyetujui,

Pembimbing 1



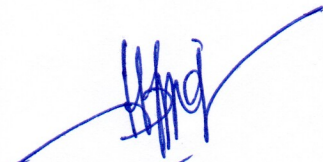
Aan Febriansyah, M.T.

Pembimbing 2



I Made Andik S, M.Eng, PhD

Penguji 1



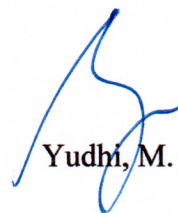
M. Iqbal Nugraha, M. Eng

Penguji 2



Ocsirendi, M. T

Penguji 3



Yudhi, M. T

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMALISASI FUNGSI INKUBATOR TELUR AYAM DENGAN SISTEM KONTROL PID BERBASIS ARDUINO

Oleh :

Jauhar Khotami / 0031544

Khoirul Bariansyah / 0031546

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Aan Febriansyah, M.T.

I Made Andik S., M.Eng, PhD

Penguji 1

Penguji 2

Penguji 3

M. Iqbal Nugraha, M. Eng

Ocsirendi, M. T

Yudhi, M. T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Jauhar Khotami NIRM : 0031544
Nama Mahasiswa 2 : Khoirul Bariansyah NIRM : 0031546

Dengan Judul : Optimalisasi Fungsi Inkubator Telur Ayam dengan Sistem
Kontrol PID Berbasis Arduino

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 13 Agustus 2018

Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1. Jauhar Khotami	1.
2. Khoirul Bariansyah	2.

ABSTRAK

Telur Ayam dierami induknya hingga menetas dalam jangka waktu 21-22 hari. Proses pengeramannya dilakukan dengan cara alami atau buatan. Proses alami adalah proses pengeraman telur dengan dierami induknya sampai menetas tanpa adanya campur tangan manusia, sedangkan proses buatan adalah proses pengeraman yang mengandalkan peralatan manusia yakni inkubator telur ayam. Menggunakan inkubator dapat meningkatkan jumlah telur yang ditetaskan. Ketidakstabilan suhu dan kelembapan serta embrio telur melekat pada membran cangkang telur pada proses pengeraman telur ayam yang mengakibatkan jumlah penetasan telur berkurang. Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah menciptakan inkubator telur ayam otomatis yang dapat menjaga suhu dan kelembapan tetap stabil serta dapat melakukan pergerakan wadah telur secara otomatis agar dapat memenuhi permintaan para peternak. Untuk mencapai tujuan maka dilakukan optimalisasi inkubator telur ayam dengan menggunakan sistem kontrol suhu, pengaturan kelembapan yang sesuai serta perancangan konstruksi penggerak wadah telur secara otomatis. Berdasarkan hasil uji coba, proses pencapaian suhu yang diinginkan inkubator otomatis memiliki settling time 3 menit.

Kata kunci: *Telur Ayam, Inkubator, Peternak, Otomatis.*

ABSTRACT

Chicken Egg incubated in 21-22 days period. The Incubation process can be done by natural way or the synthetic one. The natural process is incubation that done by the hen without any human intervention, while the synthetic one is a process that done rely on human equipment in this case is Chicken Egg Incubator. Using the chicken egg incubator could increase the quantity of the incubated egg at a time. Instability of temperature and humidity also the embryo of the egg sticking into the shell causing amount of hatched egg decreasing. As for the purpose of this Final Project is creating Chicken Egg Incubator that could keep the temperature and humidity stay stable and also could do the egg turning automatically to fulfill the breeder needs. To achieve the purpose then optimization of chicken egg incubator using temperature control, humidity control, and designing the construction for automatic egg turner carried out. Based on trial results, to achieve the desired temperature automatic incubator have 3 minutes settling time.

Keyword: *Chicken Egg, Incubator, Breeders, Automatic.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah proyek akhir ini.

Karya Tulis Proyek Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama 3 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penulis dapatkan selama program Praktek Kerja Lapangan pada pembuatan alat dan makalah proyek akhir ini.

Makalah ini dapat diselesaikan dengan adanya usaha dan kerja tim yang baik serta bantuan, saran-saran, dan informasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak tersebut, antara lain :

1. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, do'a, serta dukungan moril maupun materil.
2. Bapak Aan Febriansyah, M.T selaku pembimbing I dan selaku Ka. Jurusan Teknik Elektro yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan makalah Proyek Akhir ini.
3. Bapak I Made Andik S, M.Eng, Ph.D selaku pembimbing II yang telah memberikan saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang penulis hadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat serta penyusunan makalah Proyek Akhir ini.
4. Bapak Sugeng Ariyono, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Parulian Silalahi, M.Pd selaku Wali Kelas III EB Teknik Elektro Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Seluruh staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama pengerjaan Proyek Akhir.
8. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik, dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih semoga proyek akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan dan wacana khususnya bagi penulis dan rekan-rekan mahasiswa pada umumnya.

Sungailiat, 13 Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Proses Penetasan Telur Ayam	4
2.1.1. Karakteristik Telur Penetasan	4
2.1.2. Inkubator Telur Ayam	5
2.1.3. Temperatur dan Kelembapan	5
2.1.3.1. Temperatur	5
2.1.3.2. Kelembapan	6
2.1.4. Penggerak Wadah Telur Otomatis	6
2.2. Sistem Kontrol PID	6
2.3. Arduino Uno R3	7
2.4. <i>Module Dimmer</i>	8
2.5. Heater Resistif	9
2.6. <i>LCD Keypad Shield</i>	10
2.7. Sensor	10

2.7.1. Sensor LM35DZ	10
2.7.2. Sensor DHT11	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1. Pengumpulan Data	13
3.1.1. Pengumpulan Data Secara Tidak Langsung	13
3.1.2. Pengumpulan Data Secara Langsung	14
3.2. Pengolahan Data.....	14
3.3. Desain Alat	14
3.4. Pembuatan Hardware	14
3.5. Pembuatan Software.....	15
3.6. Uji Coba.....	15
3.7. Analisis Data.....	16
BAB IV PEMBAHASAN	17
4.1. Pembuatan <i>Hardware</i>	17
4.2.1. Pembuatan <i>Box</i> Inkubator Telur Ayam	18
4.2.1.1. Konstruksi Inkubator.....	18
4.2.1.2. Meja Penggerak Wadah Telur	18
4.2.1.3. Wadah Telur	19
4.2.2. Perancangan Elektrikal.....	19
4.2.2.1. <i>Power Supply</i>	19
4.2.2.2. Rangkaian Kontrol Motor Kipas.....	20
4.2.2.3. Rangkaian Kontrol Pemanas.....	21
4.2. Pembuatan <i>Software</i>	21
4.3. Pengontrolan P-I-D	21
4.3.1. FOPDT Model	22
4.3.2. Test FOPDT Model.....	23
4.3.3. Nilai Tuning Awal.....	23
4.3.4. Perhitungan	24
4.4. Uji Coba Alat.....	24
4.4.1. Sensor Suhu LM35DZ.....	25
4.4.2. Uji Coba Peningkatan Suhu dengan Pemanas	27

4.4.3. <i>Fine Tuning</i> PID.....	28
BAB V PENUTUP	30
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Komponen Rangkaian <i>Power Supply</i>	20
4.2. Hasil percobaan menggunakan FODPT Model.....	23
4.3. Hasil Percobaan Pengukuran Suhu Sensor LM35DZ	25
4.4. Hasil Pengukuran Percobaan Pemanas.....	27
4.5. Respon dari parameter PID terhadap keluaran kontrol	29
4.6. Percobaan <i>Fine Tuning</i>	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tampak Visual Telur Ideal yang dapat ditetaskan.....	5
2.2. Blok Diagram Kontroler PID.....	7
2.3. Arduino Uno R3.....	8
2.4. <i>Module Dimmer</i>	9
2.5. <i>Heater Resistif Model Tiup</i>	9
2.6. <i>LCD Keypad Shield</i>	10
2.7. Bentuk Fisik Sensor LM35DZ.....	11
2.8. Bentuk Fisik Sensor DHT11.....	11
3.1. <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	12
3.2. <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	13
4.1. Dimensi Inkubator Telur Ayam.....	18
4.2. Meja Penggerak Wadah Telur	18
4.3. Skematik Rangkaian Kontrol Motor Kipas	20
4.4. Rangkaian Kontrol Pemanas.....	21
4.5. Blok Diagram <i>PID Controller</i>	22
4.6. Grafik Percobaan FODPT Model	23
4.7. Grafik Hasil Percobaan Pengukuran Suhu Sensor LM35DZ	26
4.8. Skema Rangkaian Aplikasi Sensor Suhu LM35DZ.....	27
4.9. Grafik Hasil Pengukuran Percobaan Pemanas.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Daftar Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Ayam merupakan hewan unggas yang dalam proses reproduksinya dilakukan dengan cara bertelur. Telur ayam dierami selama 21 hari hingga akhirnya menetas menjadi anak ayam. Lalu setelah mencapai usia yang cukup, barulah ayam tersebut dapat dijadikan ayam potong dan siap dipasarkan. Hal ini menjadikan proses produksi daging ayam membutuhkan perhatian yang lebih karena dalam setiap prosesnya perlu peralatan yang mendukung serta ketelitian dari peternaknya [3]. Terlebih pada proses pengeraman telur, karena proses ini menentukan berhasil atau tidaknya telur ayam yang menjadi awal dari proses.

Peternak ayam di Bangka Belitung mengandalkan dua jenis proses dalam melakukan penetasan telur ayam, yaitu secara alami dan buatan. Pada dasarnya telur ayam dierami oleh induk ayam agar dapat menjadi anak ayam, proses ini disebut penetasan secara alami karena tidak terdapat campur tangan manusia dalam prosesnya. Namun dikarenakan kemungkinan keberhasilan atau daya tetas dari telur yang dierami induknya sangatlah bergantung pada faktor alam dan juga keterbatasan jumlah telur yang mampu dierami induk ayam, sehingga proses ini menjadi tidak dapat diandalkan oleh peternak.

Proses penetasan secara buatan dilakukan dengan mengandalkan peralatan buatan manusia, yakni inkubator atau mesin tetas telur ayam. Mesin tetas yang digunakan untuk menetas telur pada dasarnya merupakan sebuah peti atau lemari dengan konstruksi yang dibuat sedemikian rupa sehingga panas di dalamnya tidak terbuang. Suhu di dalam ruangan mesin tetas dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan yaitu berkisar berkisar antara 35,30C - 40,50C [1]. Dengan menggunakan inkubator, peternak mampu menetas telur ayam dengan jumlah yang cukup banyak dibandingkan dengan cara yang alami.

Beberapa keunggulan tersebut menjadikan proses pengeraman menggunakan inkubator dapat diandalkan oleh sebagian besar peternak. Akan tetapi di Bangka Belitung sebagian besar peternak ayam masih menggunakan inkubator konvensional. Inkubator konvensional yang dimaksud adalah inkubator yang masih menggunakan pemanas lampu pijar untuk mencapai suhu yang diinginkan dengan pengontrol *thermostat* bimetal, tanpa pemantau kelembapan serta perubahan posisi telur ayam yang dierami masih dengan cara manual. Faktor tersebut sering menyebabkan telur gagal menetas dikarenakan suhu dan kelembapan yang tidak stabil [3]. Dan juga banyak waktu yang terbuang untuk melakukan perubahan posisi telur secara manual.

Untuk itu dibutuhkan optimalisasi inkubator telur ayam yang dapat mengatur suhu dan kelembapan dengan sistem kontrol PID berbasis Arduino serta dapat melakukan perubahan posisi telur ayam secara otomatis hingga mampu meningkatkan daya tetas mencapai 80%. Inkubator ini diharapkan dapat mengontrol suhu dan kelembapan agar stabil.

Pada inkubator ini menggunakan komponen yang mempermudah pengguna untuk melihat tampilan suhu dan kelembapan yang terdeteksi dan nilai keluaran kontrol serta sebagai antarmuka pengguna untuk mengatur nilai yang diinginkan. Berdasarkan hal tersebut tergeraklah keinginan penulis untuk membuat Optimalisasi Fungsi Inkubator Telur Ayam Menggunakan Sistem Kontrol PID Berbasis Arduino sehingga peternak kelas menengah bawah dapat meningkatkan produksinya.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan yang dibuat pada proyek akhir ini antara lain :

1. Bagaimana cara agar embrio pada telur tidak melekat pada membran cangkang telur ?
2. Bagaimana cara mendapatkan nilai gain P-I-D agar dapat menjaga suhu sebagai sistem kontrol suhu dan kelembapan inkubator?
3. Bagaimana cara agar peternak dapat memantau keadaan inkubator telur ayam dengan mudah?

1.3. Batasan Masalah

Proyek akhir ini dibatasi oleh beberapa ruang lingkup permasalahan dengan peralatan yang disediakan adalah :

1. Inkubator dan seluruh kontrol di dalamnya ditujukan untuk pengeraman telur ayam.
2. Inkubator menggunakan pemanas yang dirancang khusus untuk inkubator serta mendapat sumber tegangan listrik AC satu fasa.
3. Proyek Akhir tidak membahas mekanis penggerak wadah telur.

1.4. Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan penulisan dalam penyusunan proyek akhir ini diantaranya adalah :

1. Membuat Inkubator dengan sistem kontrol P-I-D berbasis Arduino yang dapat mengontrol suhu dan kelembapan di dalam inkubator serta dapat melakukan pergerakan wadah telur secara otomatis.
2. Mempermudah peternak dalam peningkatan produksi daging ayam dengan meningkatkan daya tetas telur dan efektivitas waktu dengan penggerak wadah telur secara otomatis.
3. Sebagai kontribusi perkembangan teknologi terhadap peternak ayam serta masyarakat Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

BAB II

DASAR TEORI

Pada Bab ini akan dibahas tentang landasan teori yang diperlukan dalam penyelesaian Proyek Akhir, yang meliputi :

1. Proses Penetasan Telur Ayam
2. Sistem Kontrol P-I-D
3. Arduino Uno R3
4. *Module Dimmer*
5. *Heater Resistif*
6. *LCD Keypad Shield*
7. Sensor (LM35DZ & DHT11)

2.1. Proses Penetasan Telur Ayam

Penetasan telur ayam dapat dilakukan secara alamiah yaitu dengan dierami oleh induknya dan dapat pula dilakukan dengan inkubator. Jika penetasan telur dilakukan pada induknya, jumlah telur yang dapat ditetaskan terbatas, yaitu paling banyak 7-15 butir. Tetapi, penetasan telur dengan inkubator dapat mencapai ratusan hingga ribuan butir telur dalam sekali penetasan.

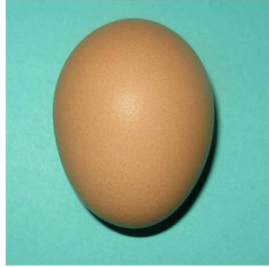
2.1.1. Karakteristik Telur Penetasan

Telur-telur yang dihasilkan oleh induk ayam tidak seluruhnya berkualitas baik. Untuk itu ada beberapa kriteria sehingga dikatakan telur itu dapat ditetaskan, diantaranya :

- Memiliki dimensi panjang dan lebar dengan 1,4 : 1,0.
- Memiliki berat dan ukuran rata-rata sama dengan telur-telur dalam satu peternakan.
- Ditempatkan di tempat yang kering, bersih dan terhindar dari debu.
- Berasal dari Induk yang bebas penyakit.
- Bebas dari kotoran ayam dan kotoran kandang.

- Memiliki warna yang seragam dengan telur lainnya dan bertekstur halus.
- Memiliki cangkang yang padat, tidak rusak, tidak retak ataupun berbintik-bintik.

Karakteristik seperti yang disebutkan diatas dapat dilihat pada gambar 2.1. berikut ini :



Gambar 2.1. Tampak visual telur ideal yang dapat ditetaskan [2].

2.1.2. Inkubator Telur Ayam

Inkubator telur adalah ruangan tertutup yang dipanasi dengan elemen pemanas listrik ataupun pemanas buatan lainnya yang dipakai untuk mengerami dan menetas telur. Phillip [3] menyatakan bahwa empat faktor penting dalam menetas telur secara buatan atau menggunakan inkubator adalah : temperatur, kelembapan, ventilasi, dan perubahan posisi telur. Dari faktor tersebut, yang terpenting adalah temperatur dan kelembapan karena dapat menyebabkan banyak masalah penetasan.

2.1.3. Temperatur dan Kelembapan

Dalam proses penetasan telur menggunakan inkubator, temperatur dan kelembapan merupakan hal penting yang menentukan keberhasilan penetasan.

2.1.3.1. Temperatur

Temperatur Inkubator harus dipertahankan diantara 37,2 C – 37,8 C. Jarak yang dapat diterima ialah 36,1 C – 38,9 C. Kematian dapat terlihat jika dalam beberapa jam temperatur turun dibawah 35,5 C atau meningkat lebih dari 39,4 C. Jika cuaca tetap ekstrem dalam beberapa hari, telur kemungkinan tidak akan menetas. *Overheating* lebih kritis dibandingkan dengan *Underheating* [3].

2.1.3.2. Kelembapan

Kelembapan adalah tingkat kebasahan udara (jumlah air yang terkandung di udara) yang dinyatakan dengan persentase nisbi/relatif terhadap titik jenuhnya. Udara jenuh dengan kelembapan 100% jika di dalam 1 M³ udara pada temperatur 30°C mengandung 30 gram uap air, sedangkan pada suhu 20°C mengandung 17 gram uap air.

Satuan kelembapan umumnya yang digunakan adalah RH (Relatif Humidity). RH adalah satuan pengukuran yang merepresentasikan jumlah titik-titik air di udara pada suhu tertentu yang dibandingkan dengan jumlah maksimum titik-titik air yang dikandung di udara pada suhu tertentu. RH dinyatakan dalam nilai prosentase. Semakin tinggi nilai RH maka semakin tinggi terjadinya pengembunan. Tingkat kelembapan yang ideal adalah 50-55% RH. RH menunjukkan bahwa udara terisi setengah dari kapasitas maksimum air yang bisa ditampung di udara [4].

Kelembapan Relatif pada udara di inkubator harusnya sekitar 60 persen. Terlalu kecilnya kelembapan menghasilkan penguapan yang berlebihan menyebabkan bakal ayam menempel pada cangkang telur dan terkadang cacat. Kelembapan relatif pada inkubator dapat divariasikan dengan merubah ukuran wadah air atau dengan menempatkan spons di wadah untuk meningkatkan permukaan penguapan [3].

2.1.4 Penggerak Wadah Telur Otomatis

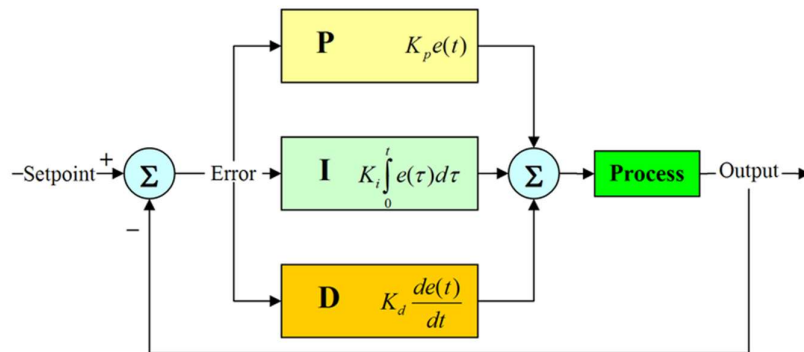
Telur posisinya harus diubah minimal satu atau dua kali dengan waktu tiga kali sehari. Kumpulan telur dengan ruang udara harus dimiringkan kearah berlawanan minimal tiga kali sehari. Ini untuk menjaga embrio tetap berada di tengah dan mencegahnya untuk melekat pada membran cangkang.

2.2. Sistem Kontrol P-I-D

Sistem Kontrol *Proporsional – Integral – Derivatif* adalah sistem kontrol yang paling luas penggunaannya dalam industri karena kesederhanaannya, kekokohnya dan kesuksesan aplikasi praktik. Sebagai tambahan, kontroler tipe

ini memiliki biaya servis rendah dan performa yang hebat dalam beberapa sistem kontrol. Aplikasi kontroler PID dimanfaatkan pada contohnya *self-tuning PID Controller*, *fuzzy logic control* dan lain-lain.

Dalam mendapatkan nilai parameter PID yang optimal, telah banyak metode *tuning* yang diajukan dari tahun 1942 hingga sekarang untuk mendapatkan respon sistem kontrol yang lebih diterima dan lebih baik berdasarkan tujuan sistem kontrol yang kita inginkan, seperti persentase *overshoot*, *integral* dari *absolute value of error* (IAE), *settling time*, *manipulated variable behavior* [5]. Blok Diagram dari sistem kontrol PID dapat dilihat di gambar 2.2. berikut:



Gambar 2.2. Blok Diagram Kontroler PID [5]

2.3. Arduino Uno R3

Arduino adalah platform elektronik *open-source* berbasis *hardware* dan *software*. Dari tahun ke tahun Arduino telah menjadi otak dari ribuan proyek, dari objek sehari-hari hingga instrumen sains yang kompleks.

Arduino Uno R3 adalah *board* sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega328P jenis AVR. Arduino Uno R3 memiliki 14 digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan untuk PWM output), 6 analog input, 16 MHz *osilator kristal*, USB *connection*, *power jack*, ICSP *header* dan tombol *reset* [7].

Karakteristik Arduino Uno R3 dapat dilihat sebagai berikut :

- Operating voltage 5VDC.
- Rekomendasi input voltage 7-12VDC
- Batas input voltage 6-20VDC.
- Memiliki 14 buah input/output digital.
- Memiliki 6 buah input analog.
- DC Current setiap I/O Pin sebesar 40mA.
- DC Current untuk 3.3V Pin sebesar 50mA.
- Flash memory 32 KB.
- SRAM sebesar 2 KB.
- EEPROM sebesar 1 KB.
- 11 Clock Speed 16 MHz.

Bentuk fisik Arduino Uno R3 dapat dilihat di gambar 2.3. berikut ini :



Gambar 2.3. Ardunio Uno R3 [7]

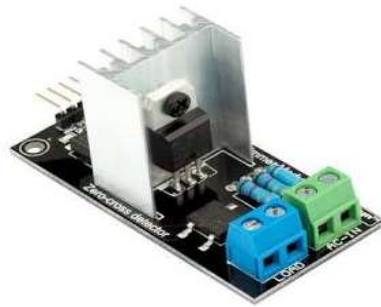
2.4. *Module Dimmer*

Module Dimmer adalah sebuah sirkuit yang mampu mengontrol jumlah tegangan AC yang diterima oleh peralatan. Papan sirkuit ini memanfaatkan pemotongan siklus yang dilakukan dengan komponen *triac* dan dikontrol menggunakan *PWM (Pulse Width Modulation)* ataupun *PSM (Pulse Skip Modulation)*.

Modul ini juga memiliki rangkaian *Zero Cross Detector* yang digunakan sebagai acuan timing terbaik untuk mengirimkan sinyal ke *Opto-triac*.

Apabila rangkaian pemotongan siklus tidak disertai dengan *Zero Cross*, dapat menyebabkan tidak tepatnya posisi pemotongan sehingga sinyal keluaran akan menjadi tidak teratur [8].

Bentuk fisik dari *Module Dimmer* dapat dilihat di gambar 2.4. berikut :



Gambar 2.4. *Module Dimmer* [8]

2.3. *Heater Resistif*

Pada Pemanas ini disebabkan karena panas pada logam yang terkena induksi medan magnet, pada dasarnya hal ini disebabkan karena pada logam tersebut timbul *Eddy* atau arus pusar yang arahnya melingkari sehingga melingkupi medan magnet terjadinya arus pusar akibat dari *induksi* magnet yang menimbulkan *fluk magnetik* yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam. Induksi magnet adalah kuat medan magnet karena adanya arus listrik yang mengalir dalam *konduktor* [9]. Seperti pada gambar 2.5. bentuk dari elemen resistif yang membutuhkan aliran udara agar pemanasan optimal.

Gambar pada Elemen pemanas seperti berikut ini :



Gambar 2.5. *Heater Resistif* model tiup [9]

2.4. LCD Keypad Shield

Arduino LCD Keypad Shield dikembangkan untuk papan kompatibel Arduino, untuk menyediakan antarmuka yang mudah bagi pengguna, memudahkan pengguna untuk mengakses *menu*, membuat pilihan, dan lain-lain. LCD ini terdiri dari 1602 karakter putih dan cahaya belakang biru. Keypad terdiri dari 5 tombol yakni *select*, *up*, *right*, *down*, dan *left*. Untuk menghemat pin IO digital, antarmuka keypad hanya menggunakan 1 kanal ADC. Nilai dari keypad dibaca dengan pembagian tegangan 5 tingkatan [10].

Gambar fisik dari LCD Keypad Shield sebagai berikut :



Gambar 2.6. LCD Keypad Shield [10]

2.5. Sensor

Secara umum sensor didefinisikan sebagai piranti yang mengubah besaran-besaran fisis (seperti magnetik, radiasi, mekanik, dan termal) atau kimia menjadi besaran listrik [11]. Pada sub-bab ini akan dibahas mengenai sensor yang digunakan sebagai pengindraan pada proyek akhir yaitu, sensor suhu LM35DZ dan sensor suhu & kelembapan DHT11.

2.7.1. Sensor LM35DZ

LM35 adalah Sensor suhu presisi semikonduktor yang memberikan keluaran daya 10mV per derajat Celsius. Tidak seperti perangkat dengan keluaran proporsional dengan temperatur absolut (dalam derajat Kelvin), tidak ada-

tegangan offset yang pada sebagian besar pengaplikasian harus dihilangkan [12].

Sensor ini berkerja dengan fitur :

- Output proporsional dengan °C
- Skala pembacaan besar 0°C hingga 100°C (DZ)
- Akurat hingga $\frac{1}{4}$ °C pada tipikal temperatur ruangan
- Pengurangan arus kecil ($60\mu\text{A}$ tipikal)
- Daya suplai +35V DC hingga -0,2V DC [12]

Seperti yang terlihat bentuk dari sensor LM35DZ di bawah ini :

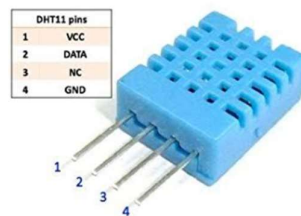


Gambar 2.7. Sensor LM35DZ [12]

2.7.2. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk *men-sensing* objek suhu dan kelembapan memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Kelebihan dari module sensor ini dibanding module sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data *sensing* yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal *sensing* objek suhu dan kelembapan, dan data yang terbaca tidak mudah terinterverensi [13].

Gambar berikut menunjukkan bentuk fisik dari Sensor DHT11 :

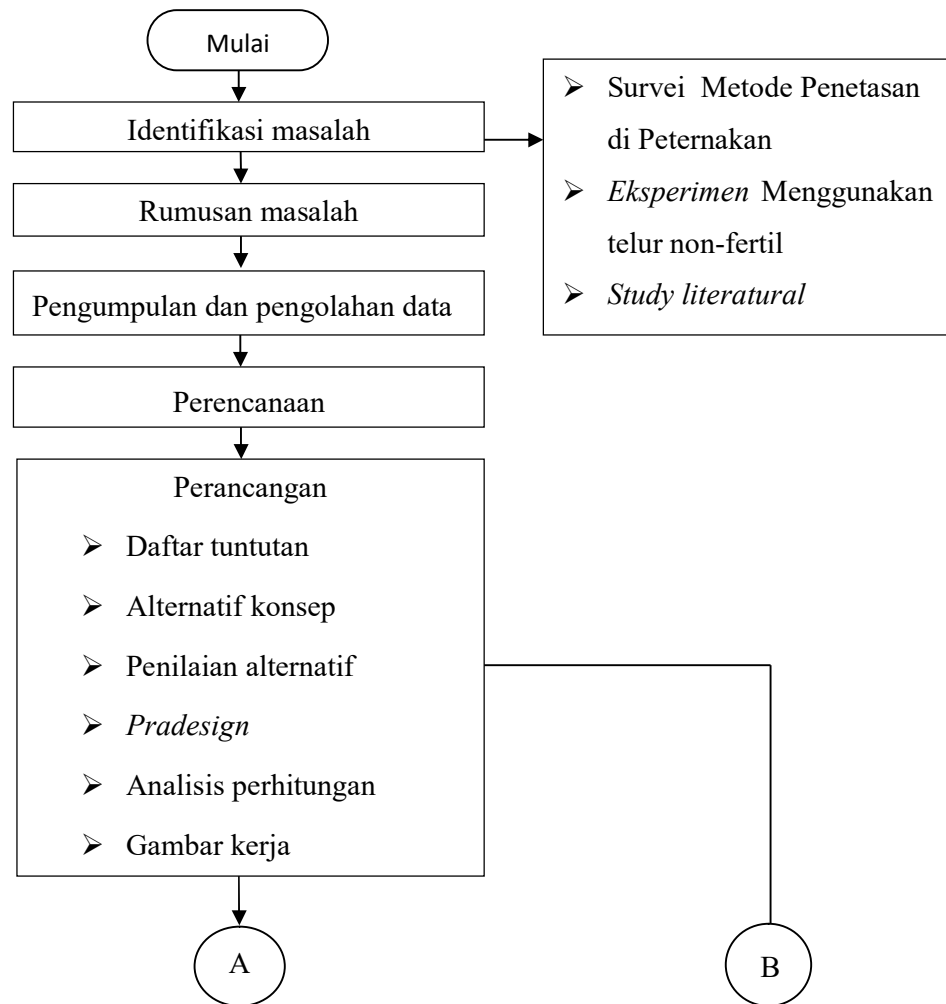


Gambar 2.8. Sensor DHT11 [13]

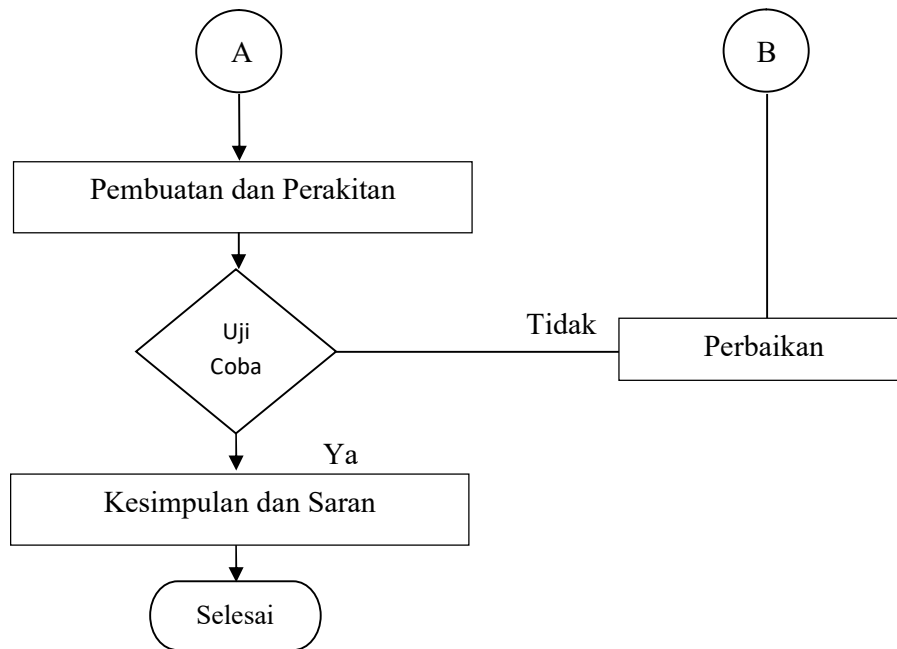
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan dalam proyek akhir ini adalah dengan menyusun kegiatan-kegiatan dalam bentuk *flow chart*, dengan tujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol sehingga target-target yang diharapkan dapat tercapai. Diagram alir pada kegiatan proyek akhir ini ditunjukkan pada gambar 3.1. berikut ini.



Gambar 3.1. *Flow Chart* Metode Penelitian



Gambar 3.2. *Flow chart* Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Maksud dari data primer adalah data yang didapatkan langsung dari hasil pertemuan atau bimbingan maupun konsultasi dengan para dosen serta rekan-rekan yang membantu dalam proses penyelesaian proyek akhir ini, sedangkan yang dimaksud dari data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung atau didapat dari internet, buku-buku, dan lain-lain.

3.1.1 Pengumpulan Data Secara Tidak Langsung

Dalam metode pengumpulan data secara tidak langsung, maksud dari pengumpulan tidak langsung adalah pengumpulan data yang diperoleh dari *searching* di google serta sumber referensi-referensi dari buku yang masih berhubungan dengan proyek akhir penulis itu sendiri. Selain itu penulis juga menggunakan makalah-makalah sebelumnya yang masih berhubungan atau masih ada sangkut pautnya dengan proyek akhir penulis.

3.1.2 Pengumpulan Data Secara Langsung

Pada metode pengumpulan data ini, penulis memperoleh data dari konsultasi bersama dosen pembimbing yang telah ditunjukkan sebelumnya. Serta teman-teman yang mengetahui dan memiliki pengetahuan tentang proyek akhir penulis.

3.2 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data, data-data yang telah didapatkan akan dipilih dan dikumpulkan untuk menjadi referensi dan acuan dalam pembuatan proyek akhir.

3.3 Desain Alat

Sebelum masuk ke proses pembuatan *hardware* dan *programming software*, penulis harus merancang konstruksi dari inkubator telur ayam, memilih *actuator* dari kontrol serta rangkaian-rangkaian yang akan digunakan.

Berikut rencana rancangan *hardware* inkubator telur ayam:

1. Perancangan ukuran dan bentuk detail inkubator.
2. Material konstruksi yang akan digunakan.
3. Perancangan posisi *Control Panel*, *Actuator* dan sensor.

Berikut rencana rancangan *software* inkubator telur ayam:

1. *Programming* Arduino Uno
2. *Tuning* PID
3. *Programming* antarmuka pengguna pada LCD Keypad Shield

3.4 Pembuatan Hardware

Perencanaan *hardware* menentukan kapasitas telur ayam yang dapat ditampung, serta mengkondisikan dimana dapat melakukan pergerakan wadah telur secara otomatis. *Hardware* juga harus didesain menggunakan material tertentu yang dapat mempertahankan suhu di dalam inkubator agar tetap stabil dan mampu bertahan dalam jangka panjang.

Jenis pemanas yang digunakan sebagai *Actuator* juga menentukan kecepatan inkubator ini dalam mencapai suhu yang diinginkan. Begitu pula dengan pemosisian sensor sangatlah berpengaruh terhadap ketelitian suhu yang dapat dibaca. Pemosisian *Control Panel* juga harus diposisikan di tempat yang mudah terlihat serta mudah dijangkau agar tidak mempersulit dalam pengaturan inkubator.

3.5 Pembuatan *Software*

Perencanaan pembuatan *software* merupakan tahap paling penting dalam membuat proyek akhir ini. Hasil dari analisis ini akan menentukan *software* yang akan digunakan. *Software* yang digunakan menggunakan *software* ARDUINO IDE. Setelah menentukan program selanjutnya program di *download* ke ARDUINO. Tahap terakhir dari proses pembuatan ini adalah menggabungkan *hardware* dengan *software* sehingga menjadi satu sistem yang siap dioperasikan.

Tahap pembuatan *Software* merupakan inti dari pada pembuatan proyek akhir ini, karena menentukan keberhasilan proyek akhir ini. Pengumpulan data yang dilakukan diaplikasikan disini, karena *Programming Software* dilakukan dengan menggunakan program yang telah dikembangkan oleh berbagai pihak referensi dan diakumulasikan dalam satu program proyek akhir. Tahap pemograman *Software* termasuk juga dengan *Tuning* PID agar mendapat nilai mendekati ideal bagi inkubator telur ayam. Setelah dilakukan *Tuning* PID, dapat dilakukan proses penyatuan *Software* dan *Hardware* menjadi satu kesatuan utuh. Dan tahap akhirnya adalah *Programming* LCD Keypad Shield agar dapat menjadi antarmuka yang lengkap dan mudah digunakan.

3.6 Uji Coba

Setelah melakukan pembuatan *hardware* dan *software*, hal yang terakhir dilakukan adalah melakukan uji coba. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui berhasil atau tidaknya proses pembuatan proyek akhir dengan cara melakukan uji

coba proyek akhir sesuai dengan syarat-syarat yang telah ditentukan dan data dikumpulkan dengan metode *Participant Observation*.

Uji coba yang dilakukan antara lain :

1. Uji coba elemen pemanas dan *exhaust* inkubator
2. Uji coba motor servo penggerak wadah telur secara otomatis
3. Uji coba sensitivitas dan kepresisian sensor suhu dengan membandingkan hasil ukur sensor dengan hasil ukur pada termometer air raksa
4. Uji coba kemampuan inkubator dengan sistem kontrol PID
5. Uji coba daya tetas telur dengan memasukkan telur hingga kapasitas maksimum inkubator tercapai dan mengganti telur yang tidak layak atau dapat dierami selama proses uji coba berlangsung

3.7 Analisis Data

Setelah melakukan semua proses diatas, proses selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap data-data yang telah didapat dengan metode komparasi dengan hasil yang diinginkan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil optimal dalam pembuatan tugas akhir.

BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pembuatan “Inkubator Telur Ayam dengan Sistem Kontrol PID Berbasis Arduino“ sehingga akhirnya dapat bekerja dengan baik dan siap untuk digunakan. Dalam proses ini terdapat beberapa tahap pembuatan alat yaitu :

1. Pembuatan *hardware*.
2. Pembuatan *software*.
3. Pengontrolan P-I-D (*Proportional - Integral - Derivative*).
4. Pengujian alat.

4.1. Pembuatan *hardware*

Pembuatan konstruksi inkubator ini menggunakan bahan kayu sebagai ruang pengeraman telur. Selain itu didalam inkubator ini juga ditempatkan tempat meja telur yang terbuat dari besi. Mengenai perkabelan listrik dan elektroknik di dalam inkubator, digunakan perkabelan dengan prokteksi kotak kabel. Agar menghasilkan alat yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dalam pembuatan proyek akhir ini, maka dibutuhkan perencanaan peralatan yang akan dibuat meliputi :

a. Mekanikal

Perencanaan mekanikal meliputi pembuatan *box* inkubator yaitu dengan ukuran panjang 70 cm, lebar 50 cm, tinggi 50 cm, meja penggerak wadah telur dan wadah telur.

b. Elektrikal

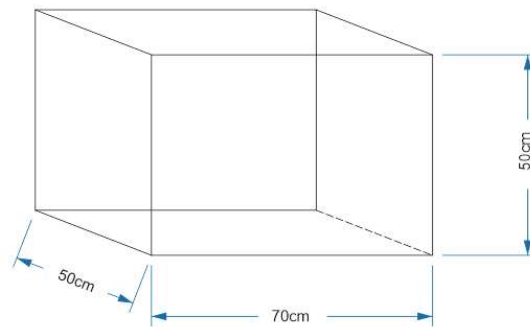
Perancangan elektrikal meliputi keseluruhan pengkabelan dan rangkaian di dalam inkubator, sehingga komponen pada seluruh rangkaian bisa bekerja sesuai harapan.

4.2.1. Pembuatan *Box* Inkubator Telur Ayam

Perencanaan Mekanikal meliputi perancangan kotak inkubator telur ayam, perancangan meja penggerak wadah telur dan wadah telur.

4.2.1.1. Kontruksi Inkubator

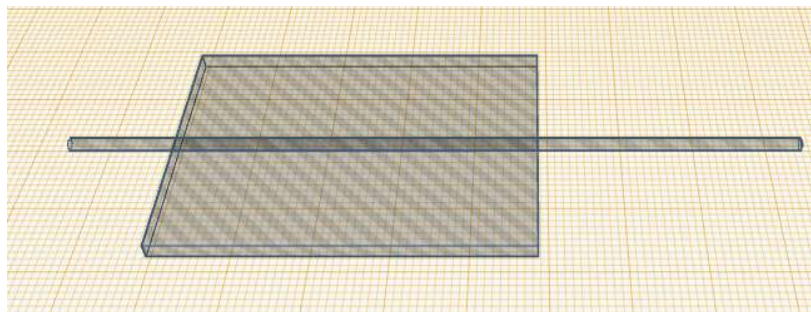
Konstruksi inkubator merupakan kotak berbahan kayu dengan dimensi panjang: 70cm, lebar: 50cm dan tinggi: 50cm, seperti terlihat di gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Dimensi Inkubator Telur Ayam

4.2.1.2. Meja Penggerak Wadah Telur

Meja penggerak wadah telur adalah dudukan untuk meletakkan wadah telur, agar dapat bergerak miring dengan sudut dan waktu tertentu. Dimensi meja penggerak wadah telur dapat dilihat di gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Meja Penggerak Wadah Telur

4.2.1.3. Wadah Telur

Wadah telur pada inkubator adalah tempat untuk meletakkan telur selama proses pengeraman berlangsung. Wadah telur cukup berpengaruh terhadap proses pengeraman dikarenakan apabila wadah tidak kokoh maka besar kemungkinan telur akan terjatuh pada saat proses pergerakan terjadi. Wadah telur memiliki ukuran yang sama dengan penggerak, untuk menyamakan agar mudah digunakan.

Dimensi wadah telur dengan panjang 54cm (diberi kelonggaran dengan penggerak 1cm), lebar 34cm berbentuk persegi panjang dengan bahan rangka kayu dan wadah sendiri terbuat dari PVC atau plastik dengan bentuk khusus untuk meletakkan telur.

4.2.2. Perancangan Elektrikal

Perancangan elektrikal inkubator terdiri dari beberapa item yang akan digunakan sebagai acuan progres pengerjaan. Rangkaian Komponen yang digunakan di dalam inkubator ini terdiri dari beberapa bagian yakni :

- Rangkaian *Power Supply*
- Rangkaian kontrol motor kipas
- Rangkaian kontrol pemanas

4.2.2.1. *Power Supply*

Rangkaian *power supply* digunakan untuk memberikan suplai daya ke DC 12V ke Arduino, rangkaian kontrol motor kipas, rangkaian sensor. Komponen yang digunakan pada rangkaian *power supply* ini menggunakan IC LM324, dan IC L7805 sebagai penstabil dan penurun tegangan dari *power rectifier* yang dihubungkan langsung ke listrik 220 Volt AC. Beberapa komponen lainnya seperti kapasitor elektrolit berguna sebagai komponen aktif yang menstabilkan tegangan masuk ke rangkaian suplai daya.

Dibutuhkannya rangkaian *power supply* ini dikarenakan komponen-komponen elektronik yang digunakan sangatlah rentan terhadap tegangan masukan yang tidak stabil. Apabila tidak digunakan *power supply* yang baik maka kemungkinan besar komponen yang ada pada inkubator tidak akan bertahan lama

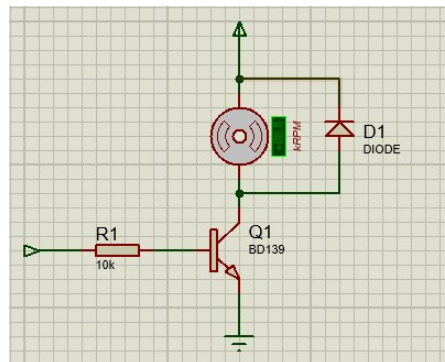
dengan jangka waktu yang sangat singkat. Terlebih pada komponen utama seperti Arduino Uno R3 yang menjadi otak dari inkubator, Arduino Uno R3 yang kami pergunakan pada masa percobaan telah mengalami kegagalan dikarenakan tidak menggunakan *power supply* yang baik, dan merusak beberapa komponen-komponen lainnya. Dalam pembuatan *power supply* ini komponen yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen Rangkaian *Power Supply*

Nama	Nilai	Jumlah
IC LM324N		1
IC LM7805	5V	1
Kapasitor Elektrolit	0,1 μ F	1
Kapasitor Elektrolit	10 μ F	1
Kapasitor	100 NF	1
Trafo 18,3 : 1	3 Ampere	1

4.2.2.2. Rangkaian Kontrol Motor Kipas

Rangkaian kontrol motor kipas digunakan untuk mengontrol kecepatan kipas agar sesuai dengan nilai yang diinginkan. Rangkaian ini menggunakan jalur PCB purwarupa yang tidak perlu di *layout* terlebih dahulu dan dapat langsung dipasangkan komponen di atasnya menggunakan timah solder panas. Kekurangan dari penggunaan jalur PCB ini ialah ukuran dari rangkaian yang sulit diatur, karena adanya kemungkinan timah antar jalur *short circuit* karena penyolderan yang tidak baik. Skematik daripada rangkaian kontrol motor kipas dapat dilihat di gambar 4.3 berikut ini :

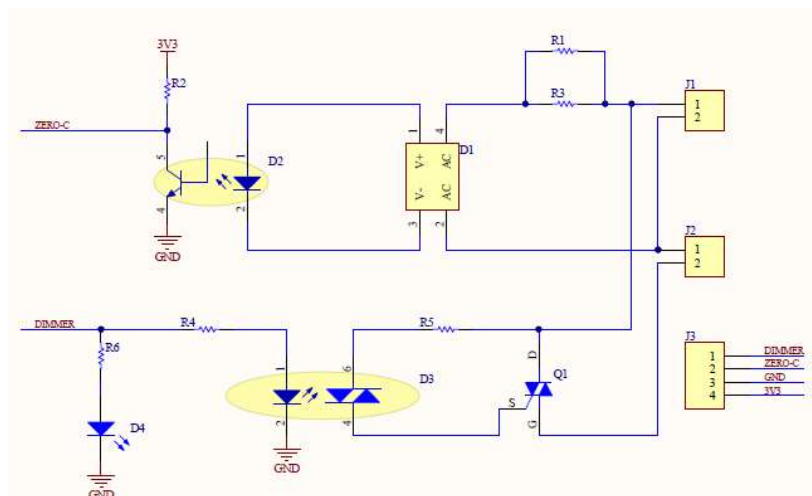


Gambar 4.3 Skematik Rangkaian Kontrol Motor Kipas

4.2.2.3. Rangkaian Kontrol Pemanas

Rangkaian Kontrol Pemanas di inkubator ini menggunakan *Module Dimmer* yang memberi sinyal masukan berupa *Zero Cross* dari gelombang sinusoidal listrik AC satu fasa diberikan sinyal PWM untuk mengendalikan Triac sebagai pemotong tegangan. Skematik rangkaian pengontrol pemanas dapat dilihat di gambar 4.4 berikut ini. Pada gambar tersebut *inputan* 3v3 diberikan oleh sumber dari Arduino yang berfungsi untuk mengaktifkan pengontrol. Lalu pada *pin ZC* diberikan ke arduino untuk mendeteksi perubahan polaritas listrik AC dan memberikan gelombang PWM ke port PWM pada kontrol.

Berikut ini adalah skematik rangkaian pengontrol pemanas :



Gambar 4.4 Rangkaian Kontrol Pemanas [8]

4.2. Pembuatan Software

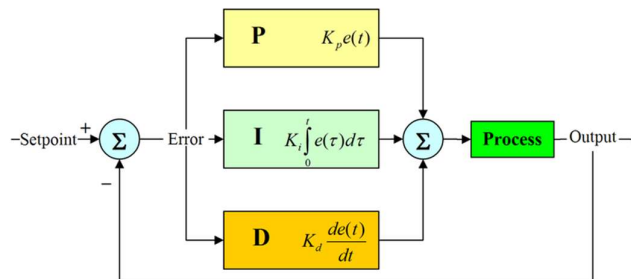
Dalam pembuatan *software* yang dilakukan adalah pemrograman Arduino. Hal ini dikarenakan *software* yang digunakan ialah Arduino dan komponen dari Arduino pula. Tahap Pembuatan *Software* akan dijabarkan lebih jelas pada lampiran.

4.3. Pengontrolan P-I-D (*Proportional - Integral - Derivative*)

Kontrol PID merupakan kontroler untuk untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik (*feedback*) pada sistem tersebut. Komponen PID terdiri dari 3 jenis, yaitu *Proportional*, *Integratif*,

dan *Derivatif*. Ketiga dapat dipakai secara bersamaan maupun sendiri-sendiri, tergantung dari respon dari respon yang kita inginkan terhadap suatu *plant*.

Pada penggunaannya kontroler tipe ini memiliki biaya servis rendah dan performa yang hebat dalam beberapa sistem kontrol. Aplikasi kontroler PID dimanfaatkan pada contohnya *self-tuning PID Controller*, *fuzzy logic control* dan lain-lain. Untuk sistem kontrol PID sendiri terdiri dari tiga parameter yaitu K_p , K_i , dan K_d . Blok diagram dari sistem kontrol PID dapat dilihat di gambar 4.5. berikut ini:



Gambar 4.5 Blok Diagram PID Controller [5]

Struktur sistem kontrol PID terdiri dari tiga parameter yakni K_p , K_i , K_d . Benar bahwa parameter PID yang sesuai memiliki akurasi yang lebih pada sistem kontrol. Tiga Parameter PID memiliki transfer fungsi yang dapat ditulis :

$$G(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \dots \dots \dots (1)$$

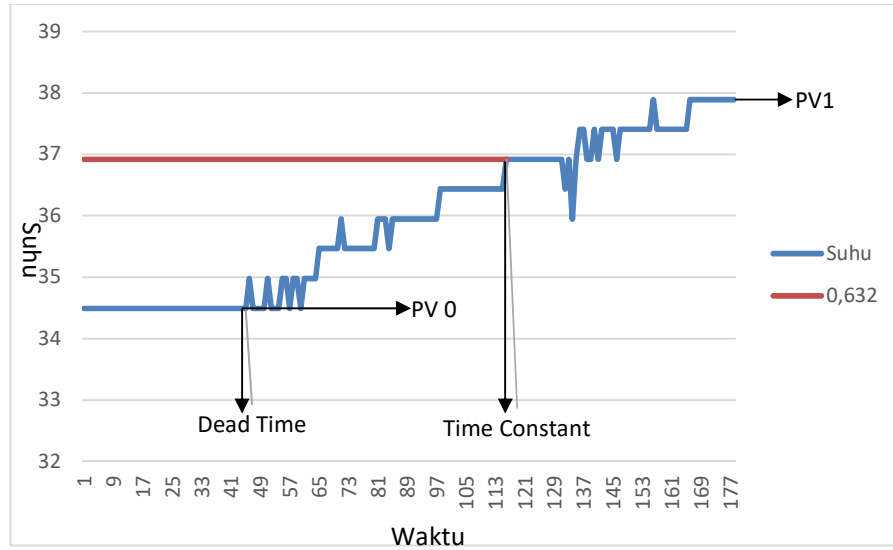
dimana K_p adalah *gain proporsional*, K_i adalah *gain integral*, dan K_d adalah *gain derivatif*, T_i adalah konstanta waktu *integral* dan T_d adalah konstanta waktu *derivatif*.

4.3.1. FOPDT Model

Model First Order Plus Dead Time (FOPDT) digunakan untuk mendapatkan *konstanta tuning* pengendalian awal pada PID. *Widget* FOPDT *iPython* interaktif mendemonstrasikan efek dari tiga parameter yang disesuaikan dalam persamaan FODPT berdasarkan perubahan pada *gain* K_p , *konstanta* waktu τ_p , dan waktu mati θ_p [6].

4.3.2. Test FOPDT Model

Hasil yang dilakukan pada percobaan pengendalian awal pada PID menggunakan FODPT Model dapat dilihat seperti yang tertera pada gambar 2.3.



Gambar 4.6 Grafik hasil melakukan percobaan menggunakan FODPT Model.

Setelah melakukan percobaan di atas dimana suhu mulai naik pada waktu 1,23 dapat dibaca pada tabel 4.2. berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Percobaan Menggunakan FODPT Model

Tau	Dead Time	K	ΔPV	2,42	ΔCO	255
0,9	1,23	0,009490196	PV1	37,89	CO1	255
			PV0	35,47	CO0	0

$$\Delta CO = CO1 - CO0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta PV = PV1 - PV0 \dots\dots\dots (3)$$

4.3.3. Nilai Tuning Awal

Nilai *tuning* awal didapat berdasarkan hasil dari FOPDT. Aturan *tuning* Cohen-Coon bekerja dengan baik pada proses di mana waktu mati kurang dari dua kali lamanya waktu konstan. Aturan Cohen-Coon bertujuan untuk respon redaman seperempat *amplitudo*. Meskipun seperempat *amplitudo* redaman jenis *tuning* memberikan penolakan gangguan sangat cepat, cenderung sangat berosilasi dan

sering berinteraksi dengan *loop* yang sama disetel. *Tuning* peredaman jenis peredaman kuadrat juga membuat *loop* rentan menjadi tidak stabil jika perolehan proses atau waktu mati mengandalkan nilainya.

Namun, perbaikan yang mudah untuk kedua masalah adalah untuk mengurangi *gain* pengontrol hingga setengahnya. Misalnya jika aturan menggunakan *gain* pengontrol 1,8, gunakan hanya 0,9. Ini akan mencegah *loop* bersosialisasi di sekitar titik setel dan akan memberikan *margin* stabilitas yang dapat diterima. Jenis-jenis algoritma pengendali PID menurut Cohen-Coon ada 3 yaitu : *Interaktif, Noninteraktif, Pararel*. Namun, Aturan Cohen-Coon dirancang untuk pengendali algoritma pengontrol *noninteraktif* [5].

4.3.4. Perhitungan

Untuk melakukan perhitungan berdasarkan grafik di atas dapat dihitung menggunakan rumus :

$$K_c = 0,67/k \times (\tau/td+0,185) \dots\dots\dots (4)$$

$$T_i = 2,5 \ td \times ((\tau+0,185td)/(\tau+0,611td)) \dots\dots\dots (5)$$

$$T_d = 0,37 \times (\tau/(\tau+0,185td)) \dots\dots\dots (6)$$

$$K = \Delta \text{ PV} / \Delta \text{ CO} \dots\dots\dots (7)$$

Didapatkan nilai :

$$K_c = 64,57916294$$

$$T_i = 2,103642967$$

$$T_d = 0,295169153$$

4.4. Uji Coba Alat

Uji coba dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Proses yang dilakukan pada saat uji coba yaitu untuk mengetahui hasil pengukuran secara langsung menggunakan *multitester*. Berikut adalah beberapa tahap yang dilakukan:

1. Uji coba Sensor Suhu LM35DZ
2. Uji coba peningkatan suhu dengan Pemanas
3. *Fine Tuning* PID

4.4.1. Sensor Suhu LM35DZ

Untuk mengetahui akurasi pengindraan dari sensor suhu LM35DZ, dilakukan percobaan pengukuran pada kotak inkubator dengan pembanding atau tolak ukur menggunakan termometer air raksa.

Pada percobaan ini, sensor suhu diberi tegangan input 5,06V DC yang pada *datasheet* sensor nilai tegangan input bernilai -0,2V hingga 35V. Sensor diletakkan berdekatan dengan termometer agar udara yang diindra oleh sensor dan termometer relatif sama. Percobaan dilakukan di dalam ruangan pada pagi hari dengan suhu ruang terukur di termometer adalah 29°C.

Hasil percobaan dengan pembanding termometer air raksa ditunjukkan pada tabel 4.3, sedangkan grafik percobaan ditunjukkan pada gambar 4.7. :

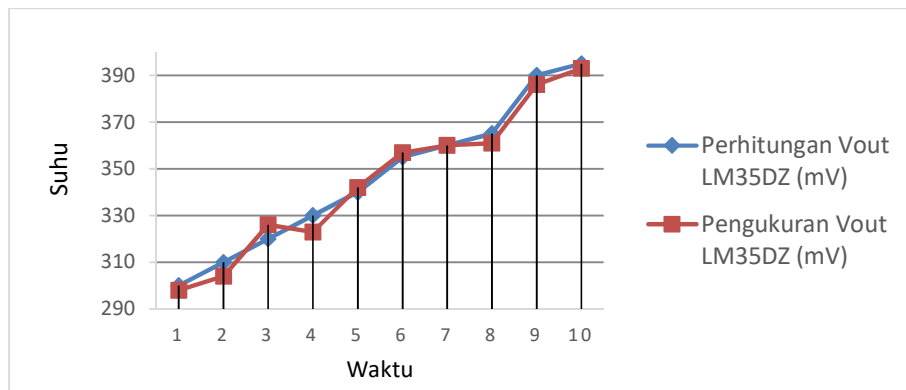
Tabel 4.3 Hasil Percobaan pengukuran Suhu menggunakan Sensor LM35DZ

No	Hasil Pengukuran Termometer (°C)	Perhitungan Vout LM35DZ (mV)	Pengukuran Vout LM35DZ (mV)	Error (mV)	Persentase Error (%)
1	30	300	298	2	0,006
2	31	310	304	6	0,019
3	32	320	326	6	0,018
4	33	330	323	7	0,021
5	34	340	342	2	0,005
6	35.5	355	357	2	0,005
7	36	360	360	0	0
8	36.5	365	361	4	0,010
9	39	390	386	4	0,010
10	39.5	395	393	2	0,005

Dari data tersebut “Hasil Pengukuran Termometer” didapatkan dengan pembacaan secara manual skala penunjukkan suhu yang ada pada termometer air raksa. Sedangkan nilai dari perhitungan Vout LM35DZ didapatkan dari spesifikasi sensor LM35DZ sesuai dengan *datasheet* yang dijadikan acuan penggunaan sensor. Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa Sensor memiliki nilai *error* yang masih dapat ditoleransi penggunaannya. *Error* dari keluaran sensor disebabkan adanya perbedaan spesifikasi dari setiap sensor yang diproduksi, dapat disebut juga cacat produksi yang tidak dapat dihilangkan dari sensor.

Dalam proses percobaan pengukuran pembacaan suhu dapat dilihat dari multimeter yang mengeluarkan angka keluaran dari sensor suhu LM35DZ. Hasil dari percobaan pengukuran pada tabel di atas dilakukan untuk membuktikan akurasi antara sensor suhu LM35DZ dengan termometer air raksa agar diketahui juga spesifikasi dari penggunaan sensor LM35DZ. Setelah didapatkan hasil percobaan pengukuran menggunakan sensor LM35DZ kemudian dari data di atas dapat pula dilihat grafik yang pembacaan suhunya berdasarkan data-data yang telah dilakukan percobaannya.

Berikut grafik hasil pengukuran suhu menggunakan sensor LM35DZ dapat dilihat di gambar 4.7.:



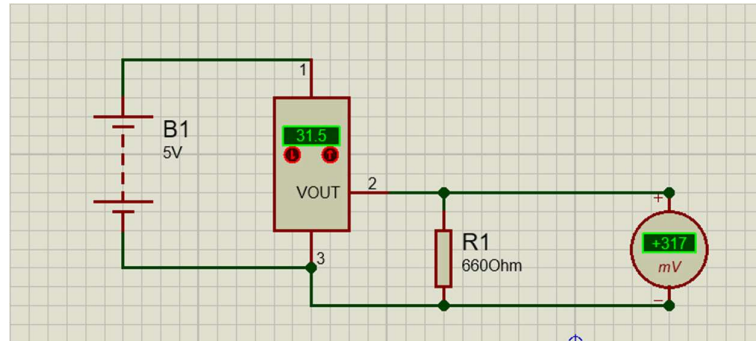
Gambar 4.7 Grafik hasil percobaan pengukuran suhu menggunakan sensor LM35DZ

Keluaran daripada sensor LM35DZ yang disebutkan di *datasheet* adalah 10mV per *Centigrade* atau 10mV per derajat Celsius, berdasarkan data tersebut didapatkan nilai perhitungan V_{out} LM35DZ yakni :

$$V_{OUT} = \frac{Temp \times 10 \text{ mV}}{1^{\circ}\text{C}} \dots\dots\dots (8)$$

dengan nilai Temp adalah nilai dari pembacaan temometer air raksa. Pada kolom pengukuran V_{OUT} didapatkan dengan mengukur tegangan keluaran dari *pin Output* ke *pin Ground* dari sensor LM35DZ yang dihubungkan ke suplai tegangan 5V DC. Pembacaan pun dilakukan dengan multimeter yang diatur pada posisi pengukuran tegangan DC dengan skala pembacaan 1000mV maksimum.

Sensor LM35DZ memiliki berbagai macam rangkaian untuk mendapatkan hasil pengindraan sensornya. Kami menggunakan rangkaian ini karena pembacaan hasil sensor nantinya akan dilakukan oleh pin *Analog To Digital* yang dimiliki oleh Arduino Uno R3. Skema rangkaian sensor dapat dilihat pada gambar 4.8. berikut ini :



Gambar 4.8 Skema Rangkaian aplikasi Sensor Suhu LM35DZ

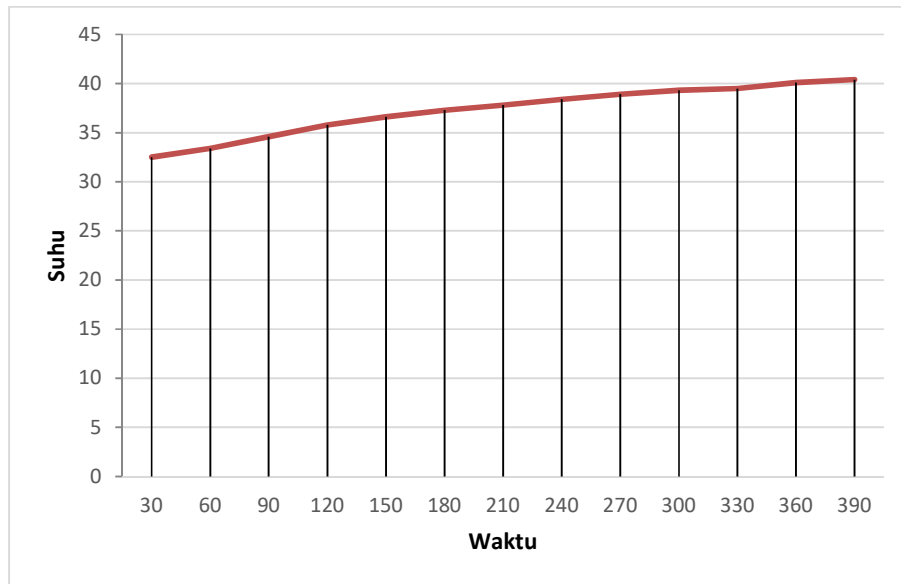
4.4.2. Uji Coba Peningkatan Suhu Dengan Pemanas

Pada uji coba pemanas ini, digunakan pemanas tipe resistif dengan kisi-kisi penyebar panas yang dibantu oleh kipas DC dalam menyebarkan panas di dalam ruang inkubator. Uji coba ini dilakukan dengan jangka waktu 10 menit dan dengan nilai suplai pemanas maksimum. Hasil dari percobaan ini dapat dilihat di Tabel 4.4 berikut, dan grafik keluaran dari pemanas dapat dilihat di gambar 4.9.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Percobaan Pemanas

Waktu(s)	Vout(mV)	Suhu(°C)
30	325	32,5
60	334	33,4
90	346	34,6
120	358	35,8
150	366	36,6
180	373	37,3
210	378	37,8
240	384	38,4

Nilai dari tabel diatas pada kolom suhu didapatkan dengan cara perhitungan secara manual berdasarkan *datasheet* dari LM35DZ. Nilai keluaran sensor linier 10mV per Centigrade yang berarti setiap kenaikan 10mV terdapat perubahan suhu 1 derajat Celsius. Setelah percobaan diatas dilakukan dapat pula dilihat grafik hasil dari percobaan tersebut pada gambar 4.9. berikut ini :



Gambar 4.9 Grafik hasil pengukuran Percobaan Pemanas

4.4.3. *Fine Tuning PID*

Fine tuning adalah proses mencari setelan di mana parameter suatu model harus disesuaikan sangat tepat agar sesuai dengan keinginan. Teori yang membutuhkan *fine tuning* dianggap bermasalah dengan tidak adanya mekanisme yang dikenal untuk menjelaskan mengapa parameter terjadi untuk memiliki tepat nilai-nilai yang diamati yang dikembalikan . Hal ini menjadikan *fine tuning* bersifat intuitif, atau bisa disebut hal ini dilakukan dengan mengandalkan intuisi dari orang yang melakukan tuning parameter agar mendapatkan respon yang diinginkan.

Berdasarkan perhitungan dari proses *tuning* awal dapat dilakukan percobaan dengan menggunakan nilai-nilai tersebut, apabila nilai tersebut tidak dapat memenuhi kriteria maka akan dilakukan perubahan nilai untuk mendapat hasil yang diinginkan. Perubahan yang dilakukan ialah dengan melakukan kelipatan dari

nilai *tuning* awal, hal ini dilakukan agar nilai *tuning* tidak terlalu jauh berbeda dengan nilai awalnya dan diharap memberi respon keluaran yang sesuai dengan keinginan pengguna.

Tabel 4.5. Respon dari parameter PID terhadap keluaran kontrol

RESPONSE	RISE TIME	OVERSHOOT	SETTLING TIME	STEADY STATE
Proportional	Menurunkan	Meningkatkan	Perubahan Kecil	Menurunkan/Mengurangi
Integral	Menurunkan	Meningkatkan	Meningkatkan	Mengeliminasi
Derivative	Perubahan Kecil	Menurunkan	Menurunkan	Perubahan Kecil

Mengacu pada tabel 4.5. dalam melakukan *fine tuning* kemudian didapatkan juga data dari hasil percobaan *fine tuning* sebagaimana yang telah dilakukan dalam percobaan yang telah dilakukan tersebut yang dapat dilihat di tabel 4.6. berikut:

Tabel 4.6. Percobaan *Fine Tuning*

No.	Kc	Ti	Td
1	64.5	0	0
2	64.5	0	0.295
3	64.5	2.103	0.295
4	80.825	0	0
5	80.825	0	0.295
6	80.825	0	1.18
7	80.825	0	2.95
8	80.825	0	29.5
9	64.5	0	0.59
10	64.5	0	2.95
11	64.5	0	0.885
12	16.39	2.103	0.59
13	48.375	0	0
14	32.758	0	0
15	32.785	2.103	0.295
16	32.785	2.103	0.59

Dari percobaan yang dilakukan diketahui nilai terbaik yang digunakan sebagai parameter PID terdapat pada baris ke 16 pada tabel percobaan 4.6. yang memberikan respon keluaran PID sesuai dengan yang diinginkan. Beberapa percobaan validasi dilakukan untuk memastikan nilai sesuai, seperti perubahan *setpoint* serta perubahan kondisi awal pengontrolan. Dan nilai yang digunakan tetap memberikan respon yang sesuai.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Inkubator yang menggunakan sistem kontrol PID mampu mencapai suhu yang diinginkan dengan cepat dan lebih efisien energi karena hanya memberikan suplai pemanas dengan nilai yang dibutuhkan.
2. Waktu yang dicapai dalam target suhu dengan menggunakan inkubator relatif cepat dan tidak ada lonjakan suhu yang tidak diinginkan.

5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran, guna meningkatkan kinerja inkubator dan hasil yang lebih baik.

- Lakukan pemeriksaan kondisi telur terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam inkubator, pastikan telur bersih agar inkubator tidak berbau tidak sedap.
- Untuk hasil yang lebih maksimal tempatkan inkubator jauh dari jangkauan anak dibawah umur dan pastikan inkubator selalu mendapatkan daya listrik apabila diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dhanny Jufril, Darwinson, Budi Rahmadya, Derisma, “Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metoda Fuzzy Logic Control”, Universitas Negeri Jakarta, 2015.
- [2]. Hubbard, *Incubation Guide* [Online], diakses pada 4 Mei 2018, Available: <https://www.hubbardbreeders.com>.
- [3]. Phillip J. Clauer, *Incubating Eggs*, *Virginia Polytechnic Institute and State University*, 2009.
- [4]. Best Air Dehumidifier, Apa Itu Kelembapan[Online], diakses pada 13 Mei 2018, Available: <https://www.bestairdehumd.com/>.
- [5]. Damir Vrancic, Mikulas Huba, and Paulo Mauro Oliveira, “*PID controller tuning for integrating processes*”, *International Federation for Automatic Control*, pp. 586-591, 2018.
- [6]. Dynamic and Control, Time Delay in Dynamic System[Online], diakses pada 5 April 2018, Available: <https://apmonitor.com/>.
- [7]. Arduino, Arduino Uno [Online], diakses pada 2 Mei 2018, Available: <https://www.arduino.cc/>.
- [8]. RobotDyn, AC Light Dimmer Module [Online], diakses pada 2 Mei 2018, Available: <https://robotdyn.com/>.
- [9]. Pypto, *Advantages of using a Fan heater* [Online], diakses pada tanggal 13 Mei 2018, Available: <http://www.pypto.com/>.
- [10]. DFRobot, Arduino LCD *Keypad Shield* [Online], diakses pada 2 Mei 2018, Available: <http://www.dfrobot.com/>.
- [11]. Mitra Djamal, Edi Sanjaya, Rahadi Wirawan, Ambran Hartono, “Sensor Teknologi dan Aplikasinya”, Institut Teknologi Bandung, pp. 24-216, 2011.
- [12]. Texas Instruments, LM35 *Precision Centigrade Temperature Sensors* [Online], diakses pada 3 Mei 2018, Available: <http://www.ti.com/>.
- [13]. Adafruit, DHT11 *Basic Temperature + Humidity Sensor* [Online], diakses pada 24 Maret 2018, Available: <https://www.adafruit.com/>.