

RANCANG BANGUN INKUBATOR PENETAS TELUR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Ahmad Abdullah Ranu Sentono

16524030

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Yogyakarta

2020

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN INKUBATOR PENETAS TELUR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

TUGAS AKHIR

ISLAM

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

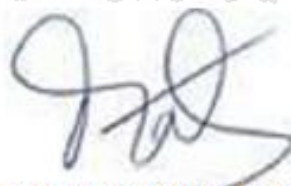
Disusun oleh:

Ahmad Abdullah Ranu Sentono
16524030

Yogyakarta, 24 September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I



Dzata Farahiyah, S.T, M.Sc
155220509

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

RANCANG BANGUN INKUBATOR PENETAS TELUR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Ahmad Abdullah Ranu Sentono

16524030

Telah dipertahankan di depan sidang penguji

Pada tanggal : 9 November 2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Dzata Farahiyah, S.T., M.Sc.,

Anggota Penguji 1: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.,

Anggota Penguji 2: R.M Sisdarmanto Adinandra S.T., M.Sc., Ph.D.,

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 3 Desember 2020

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.



Yogyakarta, 24 September 2020



Ahmad Abdullah Ranu Sentono

أحمد عبد الله رانو سنتونو

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan segala tugas dan urusan penulis selama menuntut ilmu di perguruan tinggi Universitas Islam Indonesia jurusan Teknik Elektro. Tidak lupa juga menghaturkan shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad *Shalallahu'alaihi Wassalam* yang telah membawa manusia dari zaman jahiliah ke zaman yang terang benderang.

Laporan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*” ini dibuat sebagai syarat kelulusan untuk menempuh gelar sarjana S1 di jenjang perguruan tinggi. Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih terdapat kekurangan. Dibalik kegiatan perjalanan selama kuliah hingga pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis masih diberi kemudahan berkat dukungan dari berbagai pihak. Karenanya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, motifasi, dan doanya selama ini.
2. Ibu Dzata Farahiyah, S.T, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah menuntun dan memberikan arahan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Para Dosen dan Karyawan program studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah mendedikasikan diri dalam mendukung upaya mencerdaskan kehidupan bangsa.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia khususnya angkatan 2016 atas waktu kebersamaannya.
5. Teman-teman Tim Mobil Listrik Ulil Albab Student Center (UASC) Universitas Islam Indonesia atas pengalaman yang tidak terlupakan.
6. Semua Pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dorongan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Yogyakarta, 24 September 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ahmad Abdullah Ranu Sentono'.

Ahmad Abdullah Ranu Sentono

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti Singkatan
IoT	<i>Internet of Things</i>
DHT	<i>Digital output Humidity Temperature</i>
VNC	<i>Virtual Network Computing</i>
PIR	<i>Passive Infrared</i>
RH	<i>Relative Humidity</i>
SSID	<i>Service set identifier</i>
WiFi	<i>Wireless Fidelity</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
I2C	<i>Inter Integrated Circuit</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>



ABSTRAK

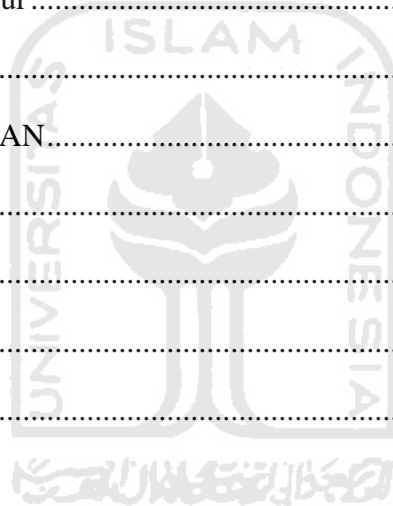
Penggunaan teknologi sangat membantu dalam kehidupan manusia terlebih bagi mereka yang memiliki mobilitas tinggi. Mulai dari transportasi hingga telekomunikasi dapat dengan mudah diakses untuk menunjang kehidupan kita sehari-hari. Tidak ketinggalan penerapan teknologi juga dapat diaplikasikan disektor peternakan dan salah satunya adalah penggunaan inkubator penetas telur. Beberapa parameter seperti suhu dan kelembaban akan dibuat sedemikian rupa sama seperti induk yang sedang mengerami telurnya sehingga telur tersebut nantinya dapat menetas. Alat ini digunakan untuk meningkatkan produktivitas anakan unggas sehingga dapat meraih hasil capaian yang diinginkan dan dapat memenuhi kebutuhan pasar. Misalnya dalam berternak ayam, telur fertil yang dihasilkan atau telur yang dibuahi oleh pejantan dapat dimasukkan ke dalam inkubator untuk ditetaskan. Waktu yang seharusnya digunakan induk ayam untuk mengerami telur dapat dialokasikan untuk bertelur kembali. Dengan kemajuan teknologi, inkubator penetas telur tersebut dapat dikembangkan dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Pada penelitian ini kondisi seperti keadaan suhu, kelembaban, dan gerakan dari hewan yang telah menetas di dalam inkubator akan diukur atau dideteksi serta ditampilkan pada *web interface*. Untuk itu digunakanlah Wemos D1 R1 sebagai mikrokontroler yang sudah memiliki modul ESP di dalamnya sehingga dapat dengan mudah dipakai dalam pembuatan projek ini. Dengan adanya alat ini maka diharapkan dapat mempermudah para peternak unggas terlebih yang memiliki mobilitas tinggi untuk memantau keadaan di dalam inkubator yang digunakan untuk menetas telur. Cukup melalui *smartphone* atau komputer yang tersambung dengan jaringan internet maka peternak dapat memantau keadaan telur di dalam inkubator dari mana saja dan kapan saja.

Kata Kunci : Teknologi, Inkubator penetas telur, *Internet of Things*, Wemos D1 R1.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 Inkubator Penetas Telur	4
2.2.2 Wemos D1 R1.....	5
2.2.3 LCD 20×4 Sebagai Penampil	6
2.2.4 Mengukur Suhu dan Kelembapan dengan DHT 22.....	6
2.2.5 Sensor PIR	7
2.2.6 <i>Database</i>	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	8
3.1 Alur Penelitian	8
3.2 Spesifikasi Alat.....	9

3.3 Desain Sistem	10
3.4 Alur Sistem Inkubator.....	11
3.5 Pembuatan Alat.....	12
3.6 Melakukan Uji Coba.....	13
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu dan Kelembaban	14
4.2 Pengujian Sensor Gerak.....	16
4.3 Pengujian Respons Terhadap Suhu.....	17
4.4 Pengujian Respons Terhadap Kelembaban.....	18
4.5 Pembacaan Sensor ke LCD dan <i>Web Interface</i>	19
4.6 Uji Coba Menetaskan Telur.....	20
4.7 Analisis Biaya	22
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	26



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Inkubator Penetas Telur (Sumber : dokumentasi pribadi, 2020).....	5
Gambar 2.2 Mikrokontroler Wemos D1 R1 (Sumber : dokumentasi pribadi, 2020).....	6
Gambar 2.3 LCD Ukuran 20×4 (Sumber : dokumentasi pribadi, 2020).....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Inkubator IoT	8
Gambar 3.2 Desain Sistem Kerja	10
Gambar 3.3 Alur Sistem Alat Inkubator IoT.....	11
Gambar 3.4 Pembuatan Kotak Inkubator	12
Gambar 3.5 Pembuatan Pintu Inkubator Penetas Telur	12
Gambar 4.1 Grafik Pembacaan Suhu dan Kelembaban	15
Gambar 4.2 Uji Coba Pengujian Akurasi Sensor DHT 22 dan UNI-T	15
Gambar 4.3 Uji Coba Deteksi Gerak dengan Anak Ayam	17
Gambar 4.4 Tampilan LCD dan <i>web interface</i>	20



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Wemos D1 R1	5
Tabel 2.2 Kelebihan dari Sensor DHT 22	7
Tabel 3.1 Spesifikasi Inkubator.....	9
Tabel 4.1 Pembacaan Sensor DHT 22 dan UNI-T.....	14
Tabel 4.2 Pembacaan Sensor Gerak PIR.....	16
Tabel 4.3 Respons Terhadap Suhu	17
Tabel 4.4 Respons Terhadap Kelembaban	18
Tabel 4.5 Pembacaan di LCD dan <i>Web Interface</i>	19
Tabel 4.6 Hasil Uji Coba Menetaskan Telur.....	21
Tabel 4.7 Rincian Bahan dan Biaya	22



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu penerapan teknologi dalam dunia peternakan adalah penggunaan mesin tetas telur atau biasa disebut dengan inkubator penetas telur. Pada dasarnya inkubasi telur merupakan cara yang digunakan untuk memproses perkembangan embrio di dalam telur fertil sampai telur tersebut menetas oleh indukannya [1] dan [2]. Kebutuhan masyarakat akan ketersediaan daging dan telur ayam akan menjadi suatu masalah jika para peternak tidak sanggup untuk memenuhi permintaan pasar. Dalam kasus ini induk ayam hanya dapat mengerami telurnya maksimal sekitar 10 sampai 12 butir saja. Oleh karenanya digunakanlah mesin tetas telur yang dapat membantu para peternak untuk meningkatkan produktifitas dan daya tetas telur sehingga penetasan menjadi efisien dan banyak [3]. Dengan penggunaan alat ini maka waktu yang seharusnya digunakan induk unggas untuk mengerami telurnya dapat dialihkan untuk bersiap bertelur kembali.

Inkubator penetas telur dijual dengan harga dan kapasitas telur yang beragam. Mekanisme dari inkubator ini adalah dengan menghangatkan telur sedemikian rupa seperti pada saat dierami oleh induknya sehingga telur dapat menetas. Untuk menghangatkan telur di dalam alat inkubator secara otomatis biasanya digunakanlah bantuan termostat yang akan menjaga suhu tetap pada batas yang ditentukan. Terdapat dua buah jenis termostat yang dapat kita jumpai yaitu berjenis kapsul dan digital. Mekanisme dari termostat yang menggunakan kapsul adalah ia akan mengembang saat terpapar suhu yang panas hingga pada akhirnya kapsul akan mengenai saklar untuk mematikan penghangat yang biasanya berupa lampu bohlam. Pada saat suhunya menurun maka kapsul akan mengempis dan akan membuka saklar yang menyebabkan pemanas akan menyala kembali. Sedangkan pada termostat digital pembacaan suhu dilakukan dengan menggunakan sensor yang kemudian diolah untuk menyalakan atau mematikan pemanas pada inkubator sesuai dengan *setpoint* suhu yang telah diberikan.

Kebutuhan untuk memantau keadaan atau kondisi suatu lingkungan mendorong manusia untuk menciptakan alat yang bisa mengukur atau menampilkan situasi kondisi lingkungan tersebut. Pada penelitian ini dibuatlah alat yang dapat mengirimkan informasi berupa suhu, kelembaban, dan deteksi gerak dari hewan yang telah menetas di dalam inkubator penetas telur dengan menggunakan jaringan internet atau dengan istilah *Internet of Things* (IoT). Selain itu, pembuatan alat ini juga didasari pengalaman pribadi peneliti melihat masalah yang dialami oleh Ayah peneliti yang mana ingin beternak unggas berjenis burung sebagai hobi dan pekerjaan sampingan. Karena kesibukan serta memiliki mobilitas tinggi menyebabkan terbatasnya waktu

untuk mengurus hewan yang ingin ditenaknya dan memantau keadaannya. Karena itu, diharapkan dengan adanya penelitian alat penetas telur berbasis IoT ini dapat membantu para peternak unggas terlebih pada mereka yang memiliki mobilitas tinggi untuk memantau keadaan di dalam inkubator dari mana saja dan kapan saja selama terhubung ke jaringan internet.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat alat inkubator penetas telur berbasis IoT dengan menggunakan sensor suhu, kelembaban, dan gerak?
2. Bagaimana keakuratan dari sensor suhu dan kelembaban yang digunakan?
3. Bagaimana hasil dari pengujian sensor gerak untuk mendeteksi adanya gerakan di dalam inkubator yang diasumsikan sebagai telur yang telah menetas?
4. Bagaimana keberhasilan dari alat yang dibuat dalam pemantauan kondisi di dalam inkubator melalui IoT?

1.3 Batasan Masalah

1. Pada penelitian ini membahas mengenai sistem alat inkubator telur semi otomatis dengan sistem IoT.
2. Tidak melakukan pengambilan data parameter penetasan secara langsung tetapi terfokus dalam pembuatan alat inkubator IoT.
3. Pengujian deteksi gerak dilakukan dengan menggunakan anak ayam berumur beberapa hari yang dimasukkan ke dalam mesin inkubator.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Membuat inkubator penetas telur dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban serta sensor gerak yang disambungkan dengan mikrokontroler berjenis Wemos D1 R1 sehingga dapat dihubungkan dengan jaringan internet.
2. Membandingkan pembacaan sensor suhu dan kelembaban dengan alat ukur lain.
3. Mengetahui hasil penggunaan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan di dalam inkubator.
4. Membuat inkubator IoT yang nantinya dapat membantu para peternak unggas memantau kondisi di dalam inkubator dari mana saja.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kemudahan pada peternak memantau keadaan di dalam inkubator tanpa melihatnya secara langsung.
2. Merupakan salah satu inovasi dalam menghadapi industri 4.0 bagi para peternak khususnya peternak unggas.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Pada sistem penetasan telur secara tradisional dengan menggunakan induknya dinilai kurang efektif karena induk tersebut terbatas dalam hal jumlah telur yang dapat dieraminya. Untuk itu dibuatlah alat atau mesin inkubator penetas telur dengan harapan hasil yang lebih banyak, hemat waktu, proses penetasan menjadi lebih mudah, dan praktis [4]. Untuk membuat alat tersebut para peneliti mencoba mengembangkannya dengan menggunakan bantuan mikrokontroler seperti penelitian yang dilakukan oleh [5]. Mereka mencoba untuk membuat inkubator penetas telur menggunakan mikrokontroler atmega8 dan SHT 11 sebagai sensornya. Berdasarkan hasil pengamatan mereka selisih pembacaan rata-rata sensor SHT 11 dengan kalibrator sebesar $0,23^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $0,19\%$ *Relative Humidity* (RH) untuk kelembaban. Tingkat keberhasilan dalam penetasan dapat mencapai $89,1\%$ sedangkan dengan cara konvensional 81% saja.

Penelitian [6] mencoba untuk mengembangkan inkubator telur pintar yang digunakan untuk menetas telur puyuh. Sistem yang mereka buat menggunakan sensor *Digital output Humidity Temperature* (DHT) dan mikrokontroler Arduino yang dapat digunakan untuk mengatur suhu, kelembaban, serta motor pemutar telur. Sebanyak $87,55\%$ telur puyuh berhasil mereka tetaskan, $0,41\%$ rusak, $1,84\%$ menetas namun mati, dan sebanyak $10,2\%$ tidak menetas. 4 buah lampu berukuran 5 watt digunakan untuk menaikkan suhu sedangkan untuk meningkatkan kelembabannya digunakanlah pemanas pada wadah yang berisi air. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem IoT sehingga peternak dapat memantau kondisi di dalam inkubator dari jauh. Untuk memantaunya *interface* IoT dibuat dengan menggunakan *Python* dan *Virtual Network Computing* (VNC). Hasil uji coba penelitian mereka sukses dalam pemantauan inkubator dari jauh menggunakan sistem IoT.

Penelitian [7] berhasil membuat otomatisasi mesin tetas telur dengan sistem rak pemutar telur berbasis mikrokontroler atmega328. Motor AC yang digunakan dapat bekerja dengan baik untuk memutar telur dengan kemiringan 45° per jamnya. Sistem termostat yang dibuat juga dapat bekerja dengan baik. Untuk memperoleh suhunya mereka menggunakan sensor LM35 yang nantinya diproses untuk menghidupkan lampu pada saat suhu lebih rendah dari *setpoint* dan mematikan lampu pada saat suhu yang terbaca terlalu tinggi. Sedangkan penelitian oleh Finsa dan Alit [8] mencoba membuat inkubator dengan menggunakan Arduino. Untuk mendeteksi gerak dari telur yang telah menetas digunakanlah sensor *Passive Infrared* (PIR) yang nantinya pada saat

sensor mendeteksi gerakan akan diteruskan untuk membunyikan alarm *buzzer*. Hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan.

Dengan berkembangnya teknologi yang pesat dapat membantu manusia dalam segala aspek kehidupan. Saat ini isu yang sedang hangat diperbincangkan adalah mengenai revolusi industri 4.0 yang salah satunya merupakan IoT. Dengan menggunakan IoT maka akan memungkinkan suatu objek untuk dimonitor atau dikendalikan bahkan dari jarak jauh melalui jaringan internet yang ada [9] seperti penelitian yang dilakukan oleh Kartika Yuli dkk [10]. Mereka melakukan penelitian mengenai monitoring suhu mesin tetas berbasis IoT dengan *platform Blynk*. Hasil dari penelitian ini mampu menunjukkan data suhu dan status lampu pemanas dapat dibaca secara *realtime* dengan sistem IoT melalui *smartphone*. Dalam perancangannya mereka membutuhkan beberapa komponen seperti Wemos D1 mini, modul *relay*, LM35, lampu bohlam, dan *smartphone* untuk menjalankan aplikasinya.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Inkubator Penetas Telur

Inkubator adalah alat yang mensimulasikan kondisi telur fertil yang sedang dierami oleh induknya dengan menyesuaikan beberapa hal seperti mengatur suhu, kelembaban, dan ventilasi, serta pemutaran telur sedemikian rupa untuk perkembangan embrio dari telur unggas tersebut [11]. Ada berbagai jenis inkubator seperti inkubator manual, semi otomatis, maupun otomatis penuh [2]. Inkubator ini digunakan untuk membantu manusia dalam menetaskan atau menernakan hewan unggas seperti ayam, kalkun, burung, dan bebek dalam jumlah yang besar. Telur unggas yang fertil atau memiliki embrio di dalamnya dipindah dari sarang induk ke dalam alat ini untuk ditetaskan.

Pada mesin penetas ini memiliki tempat penyimpanan telur dengan berbagai kapasitas daya tampung yang dapat membalikan atau memutar telur baik secara otomatis ataupun manual. Alat bantu tetas ini juga dilengkapi pengatur suhu berupa termostat untuk menjaga suhu di dalamnya tetap stabil dengan *setpoint* suhu yang diinginkan. Jika suhu terlalu rendah dari suhu yang sudah ditetapkan maka lampu akan menyala untuk menghangatkan telur sedangkan jika suhu terlalu tinggi maka lampu akan padam dan kipas akan menyala untuk membantu menurunkan suhu [12]. Untuk menetaskan telur ayam dibutuhkanlah suhu sekitar 35,3°C sampai 40,5°C dan dengan kelembaban 60% sampai 70% [13]. Dengan menggunakan alat bantu tetas ini diharapkan agar telur yang dihasilkan akan menjadi lebih banyak karena indukan hewan tersebut dapat disiapkan untuk bertelur kembali. Pada hewan ayam kurang lebih selama 45 hari disiapkan untuk bertelur kembali dan tidak perlu mengerami telurnya selama kurang lebih 21 hari [4]. Dengan cara itu maka

dalam waktu yang lebih singkat peternak dapat memperoleh atau mengembangbiakan unggas dalam jumlah yang banyak.



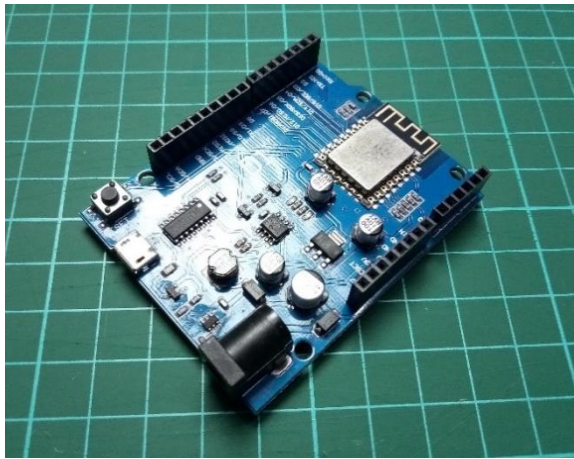
Gambar 2.1 Inkubator Penetas Telur (Sumber : dokumentasi pribadi, 2020)

2.2.2 Wemos D1 R1

Dalam pembuatan alat penetas telur ini digunakanlah sebuah mikrokontroler berupa Wemos D1 R1. Dengan ukuran yang sama dengan Arduino Uno, Wemos memiliki kelebihan yaitu sudah memiliki modul ESP atau modul *Wireless Fidelity* (WiFi) pada papan mikrokontrolernya sehingga dapat dengan mudah terhubung ke *access point* atau menjadi *station*. Dengan begitu, Wemos merupakan salah satu mikrokontroler praktis yang dapat digunakan untuk projek IoT. Dalam projek ini Wemos akan diatur dalam mode *station* yang dihubungkan dengan *access point* di dekat alat ini dengan memasukkan *Service set identifier* (SSID) beserta kata sandinya pada programnya. Berikut adalah spesifikasi dari Wemos D1 R1 yang dapat dilihat dari Tabel 2.1 di bawah.

Tabel 2.1 Spesifikasi Wemos D1 R1

No	Spesifikasi
1	<i>Supply voltage</i> (Vin) : 5-15 Volt
2	<i>Logic Voltage</i> : 3.3Volt
3	11 <i>Digital I/O</i> , 1 <i>Analog input</i>
4	<i>Flash memory</i> 4MB , 8KB RAM, 32KB SRAM, dan EEPROM
5	CPU 80 MHz / 160 MHz <i>Clock speed</i>



Gambar 2.2 Mikrokontroler Wemos D1 R1 (Sumber : dokumentasi pribadi, 2020)

2.2.3 LCD 20×4 Sebagai Penampil

Sebuah layar *Liquid Crystal Display* (LCD) digunakan dalam fitur inkubator sebagai penampil dari informasi yang terkandung di dalam inkubator penetas telur seperti keadaan suhu, kelembapan, dan pilihan menu untuk mengatur *setpoint* dari suhu dan kelembapan yang diinginkan dengan bantuan beberapa tombol navigasi yang nantinya disematkan juga. LCD 20×4 memiliki kapasitas 20 baris karakter dan 4 kolom karakter dirasa cukup untuk menampilkan *display* dari inkubator ini. LCD ini memiliki tambahan berupa modul *Inter Integrated Circuit* (I2C) untuk mempermudah memprogram dan menghemat penggunaan pin menjadi 4 buah pin yang akan disambungkan ke mikrokontroler.



Gambar 2.3 LCD Ukuran 20×4 (Sumber : dokumentasi pribadi, 2020)

2.2.4 Mengukur Suhu dan Kelembapan dengan DHT 22

Untuk bisa menetas telur fertil terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan seperti suhu dan kelembapan. Parameter tersebut haruslah sesuai dengan keadaan sesungguhnya pada saat telur dierami oleh induknya sehingga telur dapat berkembang hingga waktunya menetas nanti. Untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembapan tersebut dapat digunakan sensor DHT 22

yang memiliki keluaran berupa sinyal digital hasil dari perubahan sinyal analog yang diperoleh dari alam sekitarnya [14]. Pemilihan sensor DHT 22 untuk memonitor pada alat inkubator ini memiliki fitur yang cukup baik dan dapat dilihat dari Tabel 2.2 di bawah.

Tabel 2.2 Kelebihan dari Sensor DHT 22

No	Kelebihan
1	Rentang pengukuran suhu -40°C sampai 125°C dengan toleransi $\pm 0,5\%$
2	Rentang pengukuran kelembapan 0 hingga 100% RH dengan toleransi sekitar $\pm 2\%$
3	Tegangan kerja yang rendah yaitu 3 sampai 5 Volt
4	Dapat membaca nilai suhu dan kelembapan hanya dalam satu alat saja
5	Sinyal <i>output</i> dalam bentuk digital
6	Ukurannya yang kecil sekitar $15,1\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times 7,7\text{ mm}$

2.2.5 Sensor PIR

Sensor *passive infrared* (PIR) digunakan sebagai inovasi dalam pembuatan alat inkubator ini dan untuk mendeteksi adanya gerakan dari telur yang menetas. Sensor ini bekerja dengan cara menangkap pancaran *infrared* dari makhluk hidup yang bergerak sehingga mengakibatkan material *pyroelectric* (bahan yang mampu menghasilkan polaritas listrik saat bahan dipanaskan atau didinginkan) bereaksi menghasilkan sinyal listrik karena energi panas yang diperoleh dari *infrared* pasif tersebut. Sinyal listrik tadi dikuatkan lalu dimasukkan dalam rangkaian komparator sehingga menghasilkan keluaran sinyal digital.

2.2.6 Database

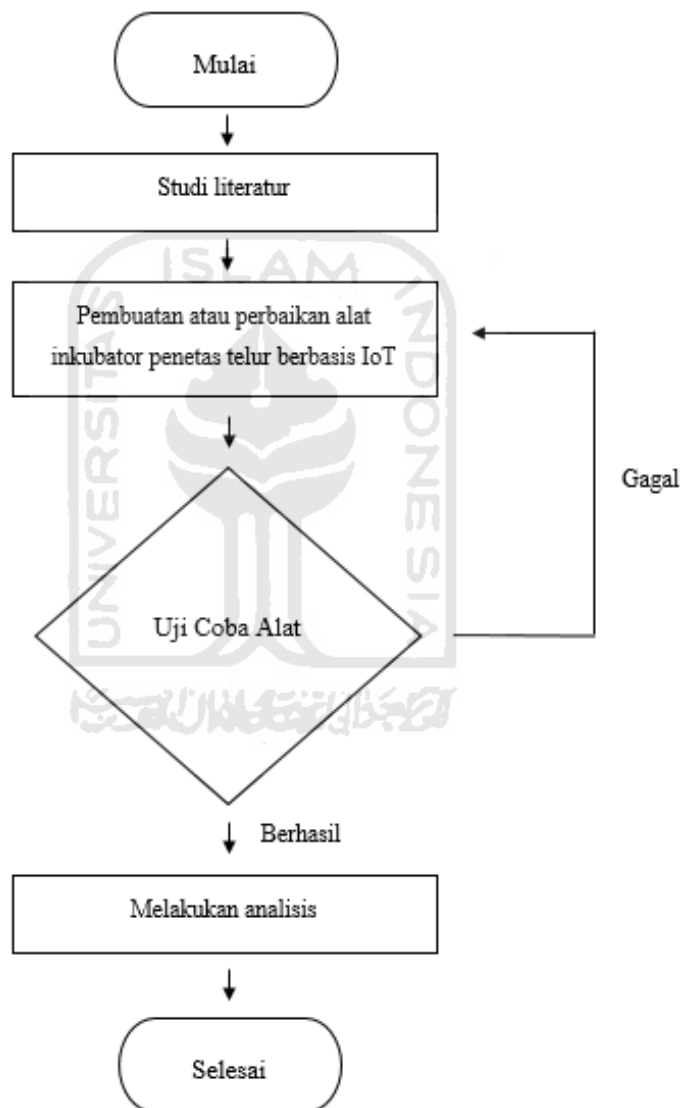
Database merupakan kumpulan dari data yang disimpan secara sistematis dalam berbagai kategori sehingga dapat dengan mudah untuk mengaksesnya termasuk menyimpan data dan mengedit / menghapus data. Selain itu, dengan mengelompokkan data dalam *database* maka kita akan mempermudah mengidentifikasi data tersebut. Dalam pembuatan alat IoT ini *database* yang digunakan adalah *database firebase*. *Firestore* merupakan layanan yang disediakan oleh *google* untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasinya. *Platform* ini memiliki sejumlah fitur seperti *realtime database*, *authentication*, *storage*, *hosting*, dan lain-lain.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Perancangan dan prosedur pada pembuatan alat inkubator penetas telur berbasis IoT ini dilalui dalam beberapa tahapan. Hal tersebut ditampilkan seperti pada diagram alir sebagaimana Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Inkubator IoT

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terlebih dahulu. Studi literatur berarti mencari, mengumpulkan, dan membaca bacaan dari berbagai sumber bahan penelitian yang berhubungan dengan permasalahan penelitian yang ada. Pada tahap awal ini studi literatur akan

mempermudah penelitian karena dapat berguna sebagai referensi terkait dengan permasalahan dalam pembuatan inkubator penetas telur berbasis IoT ini.

Setelah membaca beragam literatur maka langkah selanjutnya adalah pembuatan alat. Beberapa komponen yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu mikrokontroler, sensor suhu dan kelembaban, sensor gerak, layar LCD, tombol navigasi, *relay*, hingga lampu pemanas. Untuk menggabungkan komponen-komponen tersebut maka dibutuhkanlah *Printed Circuit Board (PCB)* dan kabel *jumper* sebagai penghubung. Saat alat sudah jadi maka masuk dalam uji coba dengan melihat kerja keberhasilan alat tersebut. Bila alat tidak sesuai atau gagal maka akan dilakukan perbaikan namun bila berhasil maka akan masuk ke dalam tahap selanjutnya.

Ditahap terakhir segala hasil dari uji coba akan dianalisa apakah sudah dapat berfungsi dengan baik lalu diberi kesimpulan atas segala penelitian ini dan juga saran supaya kedepannya bisa diperbaiki atau dikembangkan menjadi lebih baik. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu para peternak unggas dalam memantau keadaan di dalam inkubator dari mana saja.

3.2 Spesifikasi Alat

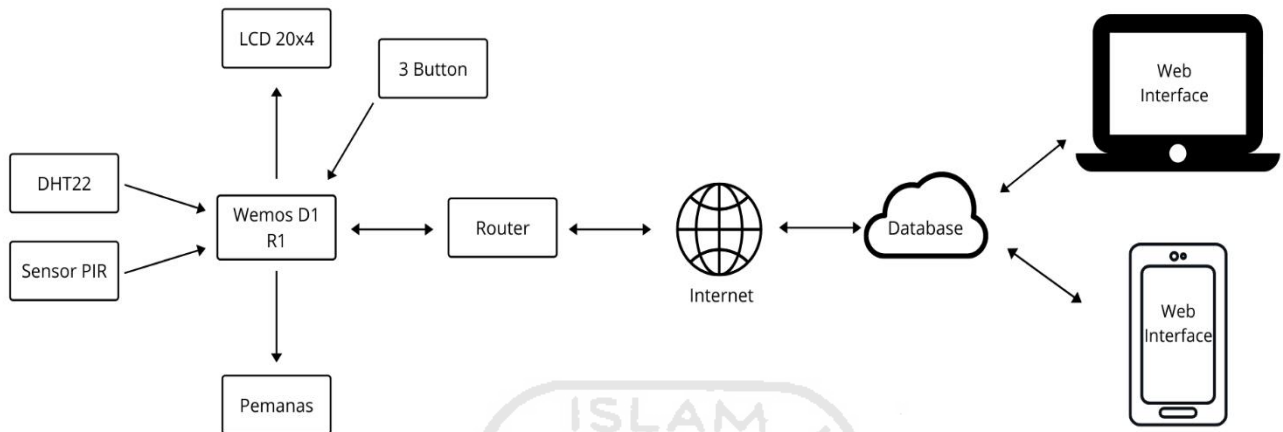
Spesifikasi dari inkubator penetas telur IoT yang dibuat dapat dilihat seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi Inkubator

Jenis Komponen	Keterangan
Kapasitas Telur	28 Butir
Ukuran Inkubator	55 × 35 × 50 Cm
Daya listrik	25 Watt
Jumlah Fiting	2 Buah
Jenis Pemanas	Lampu Bohlam
Bahan Inkubator	Multipleks 12 mm
Mikrokontroler	Wemos D1 R1
Sensor Gerak	Sensor PIR
Sensor Suhu & Kelembaban	DHT 22

3.3 Desain Sistem

Desain sistem diperlukan untuk memudahkan dalam pembuatan alat ini. Dalam sistemnya memuat bagian-bagian komponen yang memiliki perannya masing-masing. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.

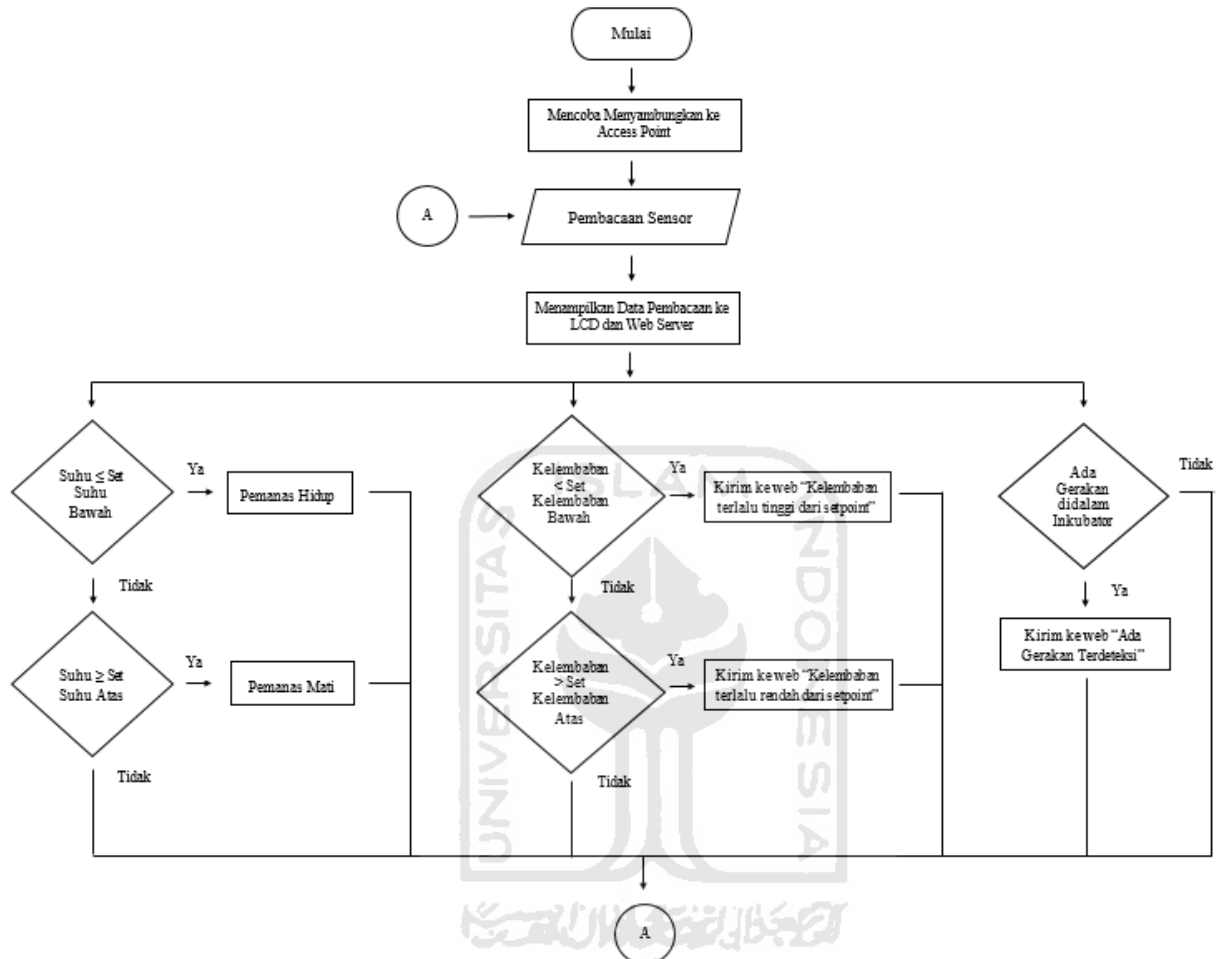


Gambar 3.2 Desain Sistem Kerja

Sensor DHT 22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban di dalam inkubator sedangkan sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerak telur menetas. Pembacaan dari kedua sensor tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler berjenis Wemos D1 R1. Dari mikrokontroler tersebut nilai suhu dan kelembaban akan diteruskan ke LCD 20×4 untuk ditampilkan. Tiga buah tombol yang ada di dekat LCD adalah tombol navigasi *up* dan *down* serta tombol menu / oke. Dengan ketiga tombol tersebut kita dapat mengubah *setpoint* dari suhu dan kelembaban sesuai dengan jenis telur yang akan diletakkan. Wemos diatur dalam mode *station* terlebih dahulu kemudian dihubungkan dengan router atau *access point*. Agar dapat terhubung maka harus diberikan SSID dan kata sandi dari *access point* pada program mikrokontrolernya. *Access point* yang terhubung dengan jaringan internet tersebut akan meneruskan nilai pembacaan tadi ke *database* kemudian akan ditampilkan ke *web interface* melalui komputer atau *smartphone* yang terhubung juga dengan internet. Selain suhu dan kelembaban, melalui *web interface* kita juga bisa mendapatkan pemberitahuan mengenai informasi deteksi adanya gerakan telur yang telah menetas dan peringatan kondisi kelembaban yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dari *setpoint* sehingga kita bisa menambahkan air yang ada di dalam inkubator sebagai penjaga kelembaban supaya tetap ideal. Sedangkan untuk menjaga suhu tetap ideal inkubator akan menghidupkan pemanas berupa lampu bohlam saat suhu di dalam inkubator kurang dari atau sama dengan *setpoint* suhu bawah.

Pada saat suhu berada di atas atau sama dengan *setpoint* suhu atas maka lampu pemanas akan mati dan suhu di dalam inkubator akan perlahan turun.

3.4 Alur Sistem Inkubator



Gambar 3.3 Alur Sistem Alat Inkubator IoT

Pada perancangan alat inkubator penetas telur berbasis IoT ini, alur sistem yang bekerja akan seperti gambar di atas. Saat pertama kali alat dihidupkan maka inkubator ini akan mencoba untuk menyambungkan dengan *access point* terdaftar yang ada di dekatnya. Data-data yang didapatkan dari sensor DHT 22 dan sensor gerak akan ditampilkan melalui LCD dan *web interface*. Jika suhu yang terbaca lebih tinggi atau sama dengan *setpoint* suhu atas maka pemanas akan mati sedangkan jika suhu terbaca di bawah atau sama dengan *setpoint* suhu bawah maka pemanas akan kembali menyala. Begitu juga dengan pembacaan kelembaban namun keluarannya berupa notifikasi yang dikirimkan ke *web interface* jika kelembaban inkubator yang terbaca tidak sesuai dengan *setpoint* kelembaban yang telah diberikan (bisa terlalu rendah atau terlalu tinggi). Notifikasi lainnya yang

dapat diperoleh adalah notifikasi adanya gerakan di dalam inkubator yang diasumsikan sebagai gerakan dari telur yang telah menetas.

3.5 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan dengan merisetnya terlebih dahulu dengan menghubungkan mikrokontroler dan komponen-komponen lainnya menggunakan kabel *jumper*. Mikrokontroler diprogram dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE dan diberi *library* sesuai dengan komponen-komponen yang digunakan seperti LCD, sensor DHT, modul ESP, dan *database* yang digunakan. Setelah dirasa sudah benar maka komponen-komponen tadi dipindah ke papan PCB yang sebelumnya sudah dibuatkan *layout*-nya dengan menggunakan komputer. Langkah selanjutnya adalah membuat kotak inkubatornya menggunakan papan multipleks (Gambar 3.4 dan Gambar 3.5) lalu digabungkan dengan komponen PCB tadi.



Gambar 3.4 Pembuatan Kotak Inkubator



Gambar 3.5 Pembuatan Pintu Inkubator Penetas Telur

3.6 Melakukan Uji Coba

Setelah proses dalam pembuatan alat inkubator penetas telur berbasis IoT ini telah selesai kemudian dilakukanlah serangkaian uji coba untuk melihat apakah alat sudah berfungsi dengan baik atau belum. Beberapa pengujian tersebut yaitu :

1. Pengujian akurasi pembacaan suhu & kelembaban

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan antara sensor DHT 22 yang digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban di dalam inkubator dengan alat ukur suhu dan kelembaban dari UNI-T dengan seri UT333.

2. Pengujian sensor gerak

Pengujian ini berguna untuk melihat respons dari sensor PIR dalam mendeteksi adanya gerakan di dalam inkubator. Dalam pengujian ini digunakanlah anak ayam yang masih berusia beberapa hari. Anak ayam tersebut diasumsikan sebagai telur yang telah menetas.

3. Pengujian respons terhadap suhu

Pengujian ini dilakukan untuk melihat sistem kontrol otomatis (termostat) pada inkubator penetas telur untuk menjaga suhu agar sesuai dengan *setpoint* suhu yang telah diberikan.

4. Pengujian respons terhadap kelembaban

Pengujian ini dilakukan untuk melihat respons alat saat kelembaban di dalam inkubator tidak berada dalam *setpoint* kelembaban yang telah diberikan. Keluarannya adalah pesan notifikasi bahwa kelembaban tidak sesuai dengan *setpoint* kelembaban.

5. Pengujian monitoring dari *web interface*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat keberhasilan alat inkubator penetas telur berbasis IoT dengan mencobanya melalui komputer atau *smartphone* yang telah tersambung pada jaringan internet.

6. Uji coba menetas telur

Pengujian ini dilakukan untuk melihat keberhasilan alat inkubator ini untuk menetas telur.

7. Analisis biaya

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besar biaya yang dikeluarkan untuk membuat inkubator IoT dan biaya listrik untuk menetas telur di dalam inkubator tersebut.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu dan Kelembaban

Pengujian akurasi pembacaan suhu dan kelembaban ini dilakukan secara terpisah dengan menggunakan alat ukur yang sama yaitu dari UNI-T seri UT333. Hasil pembacaan suhu dan kelembaban DHT 22 dan alat ukur UNI-T dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah.

Tabel 4.1 Pembacaan Sensor DHT 22 dan UNI-T

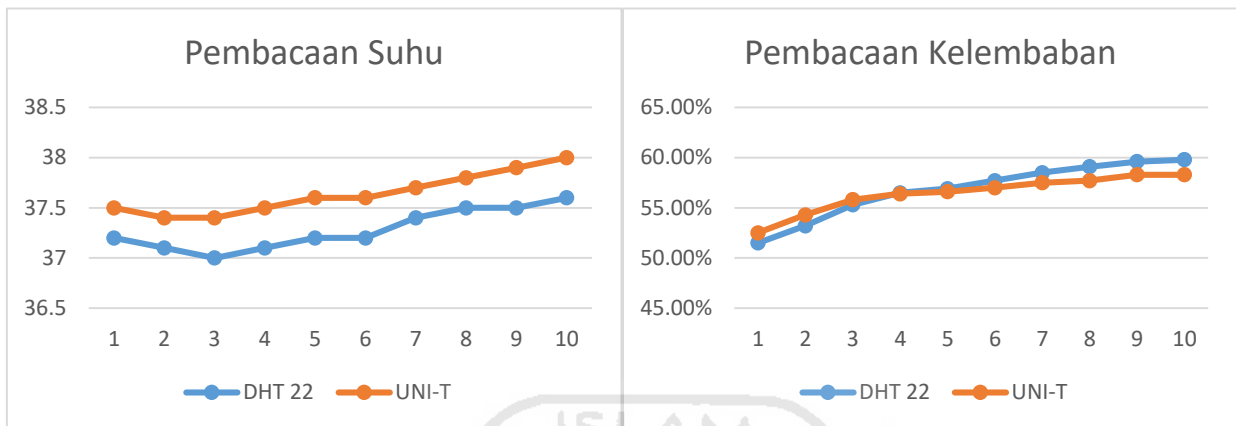
Data ke	Suhu				Kelembaban			
	DHT 22	Alat ukur UNI-T	<i>Error</i>	% <i>Error</i>	DHT 22	Alat ukur UNI-T	<i>Error</i>	% <i>Error</i>
1	37,2°C	37,5°C	0,3	0,80%	51,5%	52,5%	1	1,90%
2	37,1°C	37,4°C	0,3	0,80%	53,2%	54,3%	1,1	2,03%
3	37,0°C	37,4°C	0,4	1,07%	55,3%	55,8%	0,5	0,90%
4	37,1°C	37,5°C	0,4	1,07%	56,5%	56,4%	0,1	0,18%
5	37,2°C	37,6°C	0,4	1,06%	56,9%	56,6%	0,3	0,53%
6	37,2°C	37,6°C	0,4	1,06%	57,7%	57,0%	0,7	1,23%
7	37,4°C	37,7°C	0,3	0,80%	58,5%	57,5%	1	1,74%
8	37,5°C	37,8°C	0,3	0,79%	59,1%	57,7%	1,4	2,43%
9	37,5°C	37,9°C	0,4	1,06%	59,6%	58,3%	1,3	2,23%
10	37,6°C	38,0°C	0,4	1,05%	59,8%	58,3%	1,5	2,57%

Dari tabel di atas kita dapat membandingkan perbedaan pembacaan suhu dan kelembaban antara DHT 22 dan alat ukur UNI-T. Pengujian ini masing-masing dilakukan sebanyak 10 kali dengan meletakkan alat ukur di samping sensor DHT 22 pada inkubator penetas telur. Pada percobaan pertama yaitu pembacaan suhu selisih antara kedua alat ukur tersebut sebesar 0,3 sampai 0,4°C (rata-rata 0,36°C). Sedangkan pada percobaan untuk pembacaan kelembaban selisihnya bervariasi mulai dari yang paling kecil 0,1 sampai 1,5 % RH (rata-rata 0,89%).

Jika melihat tingkat akurasi masing-masing sensor alat ukur yang digunakan dalam *datasheet*, alat ukur DHT 22 memiliki akurasi $\pm 0,5\%$ untuk pembacaan suhu dan ± 2 sampai 5% untuk pembacaan kelembaban. Sedangkan pada alat ukur UNI-T tingkat akurasi pembacaan suhu sebesar $\pm 1\%$ dan kelembaban $\pm 5\%$. Persentase *error* yang diperoleh antara nilai terukur sensor

DHT 22 dengan alat ukur UNI-T dihitung dengan menggunakan rumus di bawah dan hasilnya dapat dilihat juga di Tabel 4.1 di atas. Untuk dapat melihat grafik perbedaan pembacaan suhu dan kelembaban dari DHT 22 dan UNI-T dapat dilihat juga dari Gambar 4.1 di bawah.

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai terukur}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$



Gambar 4.1 Grafik Pembacaan Suhu dan Kelembaban

Sebagai contoh, data pembacaan suhu ke 10 oleh DHT 22 yaitu 37,6°C. Dengan akurasi sensor sebesar ± 0,5% maka perbedaannya ± 0,188°C. Jadi suhu dapat berkisar 37,41 sampai 37,78°C. Sedangkan pembacaan dari UNI-T yaitu 38°C dan akurasinya sebesar ± 1% maka perbedaannya ± 0,38°C. Jadi suhu dapat berkisar 37,62 sampai 38,38°C. Dari perhitungan data tersebut pembacaan suhu oleh DHT 22 dan UNI-T masih beririsan.

Sebagai contoh lainnya, pembacaan kelembaban di data ke 10 oleh sensor DHT 22 sebesar 59,8% dengan akurasi sensor 2-5% maka perbedaannya ±1,196 sampai ±2,99 (dengan akurasi 5%). Untuk pembacaan kelembaban oleh UNI-T didata ke 10 yaitu 58,3% dengan akurasi ±5% maka perbedaannya ±2,915. Dari perhitungan tersebut pembacaan kelembaban oleh kedua sensor masih beririsan.



Gambar 4.2 Uji Coba Pengujian Akurasi Sensor DHT 22 dan UNI-T

4.2 Pengujian Sensor Gerak

Sensor gerak dipasang di dalam inkubator agar dapat mendeteksi gerak yang diasumsikan sebagai telur yang telah menetas. Agar sensor PIR tidak mendeteksi gerakan pada saat ada tangan masuk ke dalam inkubator maka pada bagian pintu inkubator diberi sebuah saklar. Saklar akan *toggle* saat pintu inkubator dibuka dan sensor PIR tidak akan membaca gerakan. Sensor PIR akan kembali hidup saat saklar kembali *toggle* (pintu ditutup). Dalam pengujian ini digunakanlah anak ayam yang masih berusia beberapa hari dengan memasukannya ke dalam inkubator. Penggunaan anak ayam diasumsikan sebagai telur yang telah menetas.

Tabel 4.2 Pembacaan Sensor Gerak PIR

Data ke	Keadaan Pintu	Anakan Bergerak	Hasil Pembacaan
1	Terbuka	Bergerak	Tidak terbaca
2	Terbuka	Bergerak	Tidak terbaca
3	Terbuka	Diam	Tidak terbaca
4	Terbuka	Bergerak	Tidak terbaca
5	Terbuka	Diam	Tidak terbaca
6	Tertutup	Bergerak	Terbaca
7	Tertutup	Diam	Tidak terbaca
8	Tertutup	Diam	Tidak terbaca
9	Tertutup	Bergerak	Terbaca
10	Tertutup	Bergerak	Terbaca

Setelah anak ayam dimasukan ke dalam inkubator pengamatan mulai dilakukan (Gambar 4.3) dan diambil datanya sebanyak 10 kali setiap satu menit sekali seperti pada Tabel 4.2 di atas. Dengan keadaan pintu inkubator yang tertutup hasil pembacaan dari sensor PIR menunjukkan bahwa tidak mendeteksi adanya gerakan di dalam inkubator walaupun anak ayam tersebut bergerak maupun diam. Kemudian pintu inkubator di tutup dan dilakukan pengamatan kembali. Pengamatan pertama dengan kondisi pintu tertutup menunjukkan adanya gerakan yang terbaca oleh sensor PIR sedangkan pengamatan selanjutnya sensor tidak membaca adanya gerakan dikarenakan memang anakan ayam tersebut sedang diam. Pada saat anakan bergerak sensor kembali membaca

adanya gerakan di dalam inkubator. Dengan demikian sensor PIR dapat digunakan untuk mendeteksi gerak seperti penelitian [8].



Gambar 4.3 Uji Coba Deteksi Gerak dengan Anak Ayam

4.3 Pengujian Respons Terhadap Suhu

Tabel 4.3 Respons Terhadap Suhu

Data ke	Suhu Terbaca	Keadaan Pemanas	Data ke	Suhu Terbaca	Keadaan Pemanas
1	34,9°C	Hidup	11	37,4°C	Mati
2	35,2°C	Hidup	12	37,0°C	Mati
3	35,5°C	Hidup	13	36,6°C	Mati
4	35,9°C	Hidup	14	36,3°C	Mati
5	36,3°C	Hidup	15	36,0°C	Hidup
6	36,7°C	Hidup	16	36,4°C	Hidup
7	37,2°C	Hidup	17	36,9°C	Hidup
8	37,6°C	Hidup	18	37,4°C	Hidup
9	38,0°C	Mati	19	38,0°C	Mati
10	37,7°C	Mati	20	37,6°C	Mati

Pada percobaan kali ini *setpoint* suhu diatur pada nilai 36 hingga 38°C. Data Tabel 4.3 di atas diambil setiap satu menit sekali sebanyak 20 kali. Saat inkubator dinyalakan suhu yang terbaca menunjukkan 34,9°C dan keadaan pemanas menyala. Dengan hidupnya pemanas tersebut maka suhu di dalam inkubator akan mengalami kenaikan. Pemanas kemudian mati saat suhu mencapai 38°C (seperti pada data ke 9) dan akan menyebabkan penurunan suhu secara perlahan hingga menyentuh *setpoint* bawah (data ke 15). Pemanas inkubator akan kembali menyala saat suhu

berada pada 36°C dan suhu akan mengalami peningkatan kembali. Dengan kata lain bila suhu di dalam inkubator rendah maka pemanas akan hidup hingga suhu yang terbaca mencapai *setpoint* atas dan kemudian pemanas akan mati hingga suhu mencapai *setpoint* bawah lalu pemanas hidup kembali, begitu seterusnya. Hal ini berarti dapat dikatakan bahwa sistem termostat pada alat inkubator ini yang menggunakan mikrokontroler berhasil bekerja atau berfungsi seperti penelitian [7] dan [6].

4.4 Pengujian Respons Terhadap Kelembaban

Tabel 4.4 Respons Terhadap Kelembaban

Data ke	Kelembaban yang Terbaca	Keadaan	Respons
1	64,5%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	Ada pemberitahuan kelembaban terlalu tinggi
2	63,2%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	Ada pemberitahuan kelembaban terlalu tinggi
3	58,6%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	-
4	56,7%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	-
5	55,2%	Pintu terbuka dan pemanas nyala	-
6	54,3%	Pintu terbuka dan pemanas nyala	Ada pemberitahuan kelembaban terlalu rendah
7	53,2%	Pintu terbuka dan pemanas nyala	Ada pemberitahuan kelembaban terlalu rendah
8	54,0%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	Ada pemberitahuan kelembaban terlalu rendah
9	54,6%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	Ada pemberitahuan kelembaban terlalu rendah
10	55,3%	Pintu tertutup dan pemanas nyala	-

Pengujian ini dilakukan untuk melihat respons dari pembacaan kelembaban di dalam inkubator dengan nilai *setpoint* seperti pada Tabel 4.4 di atas. *Setpoint* kelembaban kali ini diatur pada nilai 55% sampai 60% RH. Pada saat alat ini pertama kali dihidupkan kelembaban yang terbaca pada data ke 1 dan ke 2 berada di atas *setpoint* yaitu sebesar 64,5% dan muncul pemberitahuan bahwa kelembaban terlalu tinggi dari nilai *setpoint*. Dengan keadaan lampu pemanas yang menyala di dalam inkubator menyebabkan kelembaban mengalami penurunan secara perlahan. Pada data ke 3 sampai ke 5 nilai kelembaban yang terbaca oleh sensor berada di cakupan *setpoint* sehingga tidak ada atau tidak muncul pemberitahuan adanya ketidaksesuaian kelembaban. Untuk melihat respons pada saat kelembaban berada di bawah *setpoint* maka pintu

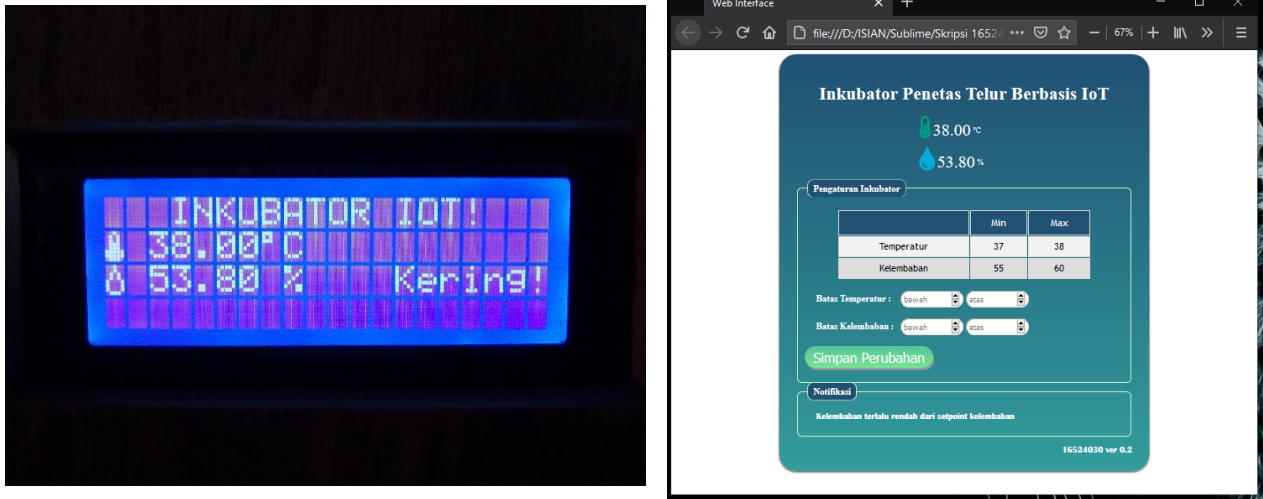
inkubator dibuka sehingga uap air di dalam inkubator akan keluar dan kelembaban akan berkurang. Ternyata dengan berkurangnya nilai kelembaban di bawah dari nilai *setpoint* menyebabkan muncul pemberitahuan bahwa kelembaban terlalu rendah. Hal itu ditunjukkan pada data ke 6 sampai ke 9. Namun pemberitahuan kembali hilang setelah kelembaban yang terbaca kembali berada di atas 55% karena pintu inkubator ditutup kembali. Peringatan mengenai pemberitahuan ketidaksesuaian kelembaban di dalam inkubator dengan nilai *setpoint* yang telah diberikan tersebut ditampilkan pada layar LCD maupun pada *web interface*.

4.5 Pembacaan Sensor ke LCD dan *Web Interface*

Tabel 4.5 Pembacaan di LCD dan *Web Interface*

Data ke	LCD Inkubator			<i>Web Interface</i>		
	Suhu	Kelembaban	Notifikasi	Suhu	Kelembaban	Notifikasi
1	35,2°C	56,9%	-	35,2°C	56,9%	-
2	35,8°C	56,6%	-	35,8°C	56,6%	-
3	36,5°C	55,9%	-	36,5°C	55,9%	-
4	37,0°C	55,2%	-	37,0°C	55,2%	-
5	37,7°C	54,4%	“Kering!”	37,7°C	54,4%	“Kelembaban terlalu rendah dari setpoint”
6	38,0°C	53,8%	“Kering!”	38,0°C	53,8%	“Kelembaban terlalu rendah dari setpoint”
7	37,8°C	53,5%	“Kering!”	37,8°C	53,5%	“Kelembaban terlalu rendah dari setpoint”
8	37,6°C	53,8%	“Kering!”	37,6°C	53,8%	“Kelembaban terlalu rendah dari setpoint”
9	37,3°C	54,3%	“Kering!”	37,3°C	54,3%	“Kelembaban terlalu rendah dari setpoint”
10	37,1°C	55,0%	-	37,1°C	55,0%	-

Data yang berhasil dihimpun oleh mikrokontroler akan ditampilkan melalui layar LCD berukuran 20×4 yang terpasang pada alat inkubator dan akan ditampilkan juga melalui *web interface*. Data-data tersebut mengenai keadaan di dalam inkubator yang meliputi suhu, kelembaban, dan pesan notifikasi. Uji coba ini dilakukan dengan selang waktu semenit dengan melihat layar LCD dan *web interface*. *Setpoint* suhu diatur pada 37 sampai 38°C dan 55 sampai 60% untuk kelembabannya. Dari percobaan ini diketahui bahwa layar LCD dan *web interface* memiliki informasi yang sama yang berarti pokok dari penelitian ini berhasil tercapai. Alat inkubator penetas telur dapat dimonitoring melalui jaringan internet bahkan dari mana saja seperti penelitian [6] dan [10].



Gambar 4.4 Tampilan LCD dan *web interface*

Dari data ke 6 pada Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa layar LCD menampilkan nilai suhu yaitu 38,00°C dan kelembabannya 53,80% serta terdapat tulisan “Kering!”. Hal tersebut juga ditampilkan pada *web interface* seperti pada Gambar 4.4 sebelah kanan. Pada *web interface* juga menampilkan nilai suhu 38,00°C dan kelembaban 53,80% serta tulisan “Kelembaban terlalu rendah dari *setpoint* kelembaban”. Dengan demikian pembacaan kedua penampil tersebut antara layar LCD dan *web interface* sama atau sinkron sehingga peternak nantinya dapat menggunakan *web interface* untuk mengetahui kondisi di dalam inkubator meski tidak sedang di dekat alat tetas tersebut. Karena dengan suhu dan kelembaban yang sesuai sedemikian rupa akan membuat embrio telur di dalam inkubator dapat berkembang dan menetas yang nantinya akan diinformasikan pada peternak melalui *web interface* juga.

4.6 Uji Coba Menetaskan Telur

Alat inkubator penetas telur yang telah dibuat ini diuji coba kegunaannya untuk menetas telur unggas. Telur yang akan ditetaskan adalah telur ayam sebanyak 9 butir dan mulai dimasukan ke dalam inkubator pada tanggal 27 Agustus 2020. Hasil dari percobaan menetas telur ayam dengan menggunakan inkubator IoT tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Uji Coba Menetaskan Telur

No	Kondisi Telur	Hasil
1	Fertil	Menetas
2	Infertil	Tidak menetas
3	Fertil	Mati di dalam telur
4	Fertil	Menetas
5	Fertil	Menetas
6	Fertil	Menetas
7	Infertil	Tidak menetas
8	Fertil	Menetas
9	Infertil	Tidak menetas

Setelah 21 hari telur dimasukkan ke dalam inkubator akhirnya beberapa dari telur-telur tersebut menetas. Rupanya dari 9 butir telur yang ada sebanyak 3 butir telur infertil dan menyisakan 6 butir telur lainnya yang fertil. Untuk mengetahui telur dalam kondisi fertil atau infertil adalah dengan meneropongnya dengan senter setelah kurang lebih telur diinkubasi selama 3 hari. Bila telur tersebut fertil maka akan nampak adanya perkembangan jaringan pembuluh darah sedangkan bila telur tersebut infertil maka tidak terjadi adanya perubahan pada telur sebelum dan sesudah diinkubasi. Dari 6 butir telur yang fertil tersebut semua embrio di dalamnya dapat berkembang hingga membentuk struktur tubuh ayam namun ada 1 butir telur yang gagal menetas. Ayam yang ada di dalam telur yang gagal menetas tersebut pada saat dibuka sudah mulai terbentuk struktur tubuhnya namun belum sempurna dan mati. Kematian ini dapat terjadi karena beberapa faktor seperti dari kualitas telur, suhu yang tidak sesuai, kelembaban yang tidak sesuai, atau pemutaran telur yang tidak sesuai.

$$\text{Tingkat keberhasilan \%} = \frac{\text{telur menetas}}{\text{total telur fertil}} \times 100\%$$

Dari hasil percobaan menetaskan beberapa butir telur tersebut dapat diketahui bahwa presentase keberhasilan telur fertil yang menetas sebesar 83,3% sedangkan presentase kegagalannya 16,7%. Besaran nilai dari presentase tersebut diperoleh dari rumus di atas. Dengan menetasnya telur di dalam alat tersebut dapat dikatakan bahwa inkubator dapat digunakan untuk menetaskan telur fertil dengan menyesuaikan kondisi telur seperti pada saat diinkubasi oleh induknya.

4.7 Analisis Biaya

Dalam penelitian ini pembuatan inkubator IoT membutuhkan beberapa bahan dan beberapa komponen elektronika. Rincian dari biaya dan bahan-bahan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.7 di bawah.

Tabel 4.7 Rincian Bahan dan Biaya

No	Nama Barang	Harga Satuan (Rp)	Jumlah	Jumlah (Rp)
1	Wemos D1 R1	55.000	1	55.000
2	LCD 20×4	45.000	1	45.000
3	Modul I2C	17.500	1	17.500
4	Sensor PIR	25.000	1	25.000
5	Sensor DHT 22	75.000	1	75.000
6	<i>Push Button</i>	4.000	3	12.000
7	<i>Micro Switch</i>	3.000	1	3.000
8	<i>Relay 5 volt</i>	7.000	1	7.000
9	<i>Power Supply 5 volt</i>	50.000	1	50.000
10	Kabel	3.000	2	6.000
11	PCB	32.500	1	32.500
12	Fiting Lampu	5.000	2	10.000
13	Lampu Bohlam 10 Watt	8.000	2	16.000
14	Kayu Multipleks	130.000	3/4	97.500
15	Kaca	9.000	1	9.000
16	Kawat Kasa	10.000	1	10.000
17	Engsel Pintu	5.000	2	10.000
18	Capit Udang	5.000	2	10.000
19	Knop Pintu	7.500	1	7.500
20	Paku Kayu	20.000	1/4	5.000
21	Steker Listrik	11.000	1	11.000
Total				Rp514.000

Terdapat kurang lebih 21 jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan inkubator IoT ini. Bahan-bahan tersebut mulai dari kayu multipleks untuk membuat kotak inkubator sampai komponen-komponen elektronika untuk membuat mesin inkubator IoT. Bila dijumlahkan seluruh biaya bahan dari pembuatan inkubator IoT ini maka dapat mencapai hingga Rp514.000.

Inkubator penetas telur yang dibuat dalam penelitian ini memiliki daya listrik kurang lebih sebesar 25 Watt yang berarti dalam sehari dapat menghabiskan 0,6 kWh. Karena alat ini digunakan untuk menetas telur ayam selama 21 hari, maka listrik yang dibutuhkan sampai telur ayam yang ada di dalam inkubator tersebut menetas kurang lebih sebesar 12,6 kWh. Jika harga listrik per kWh misalnya sebesar Rp1.467 maka biaya untuk menghidupkan inkubator selama 21 hari yaitu sebesar Rp18.484.

Kapasitas dari inkubator IoT ini dapat menampung sebanyak 28 butir telur ayam. Bila tingkat keberhasilan telur menetas sebesar 83,3%, maka sebanyak kurang lebih 23 butir telur dapat ditetaskan. Dari beberapa perhitungan tersebut, maka dapat diketahui bahwa untuk menetas 1 butir telur ayam di dalam inkubator yang telah dibuat ini memerlukan biaya sebesar Rp804 untuk membayar listriknya. Biaya tersebut didapat dari hasil bagi antara total biaya listrik selama 21 hari dibagi jumlah telur yang dapat menetas di dalam inkubator tersebut.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang inkubator penetas telur IoT ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Perbedaan pembacaan suhu pada inkubator dengan alat pembanding sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ sampai $0,4^{\circ}\text{C}$ sedangkan perbedaan pembacaan kelembaban dengan alat pembanding sebesar $0,1\%$ sampai $1,5\%$.
2. Sensor PIR yang dipasang mampu mendeteksi gerak di dalam inkubator dan saklar yang dipasang pada pintu inkubator juga dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.
3. Alat yang dibuat dapat menyesuaikan suhu dengan *setpoint* suhu yang telah diberikan yaitu 36°C sampai 38°C .
4. Alat dapat memberikan respons berupa notifikasi saat kelembaban di bawah *setpoint* 55% dan di atas *setpoint* 60% .
5. Informasi yang ada pada *web interface* menunjukkan data yang sama dengan yang ada di layar LCD inkubator.
6. Presentase telur fertil menetas pada penelitian ini sebesar $83,3\%$ dan kegagalannya $16,7\%$.
7. Besar biaya bahan yang dikeluarkan untuk membuat inkubator IoT dalam penelitian ini sebesar Rp514.000.
8. Untuk menetasakan 1 butir telur ayam di dalam inkubator ini maka memerlukan biaya sebesar Rp804 untuk membayar listriknya.

5.2 Saran

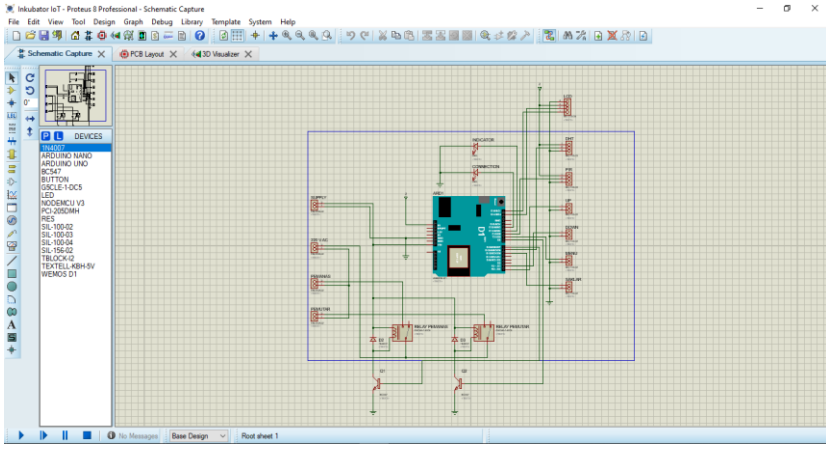
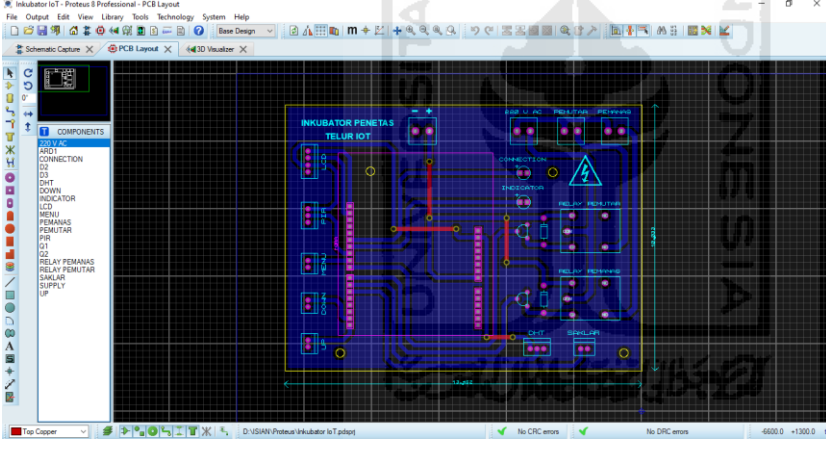
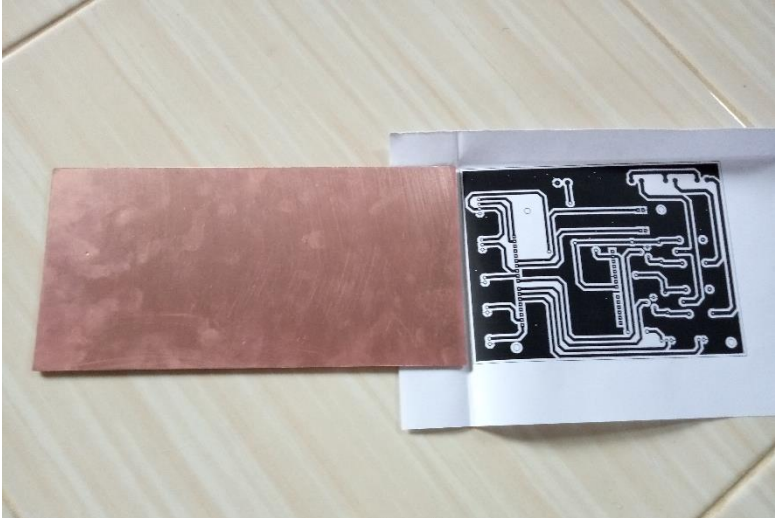
Agar alat ini dapat lebih sempurna maka dapat dikembangkan lagi. Saran peneliti yang dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya adalah:

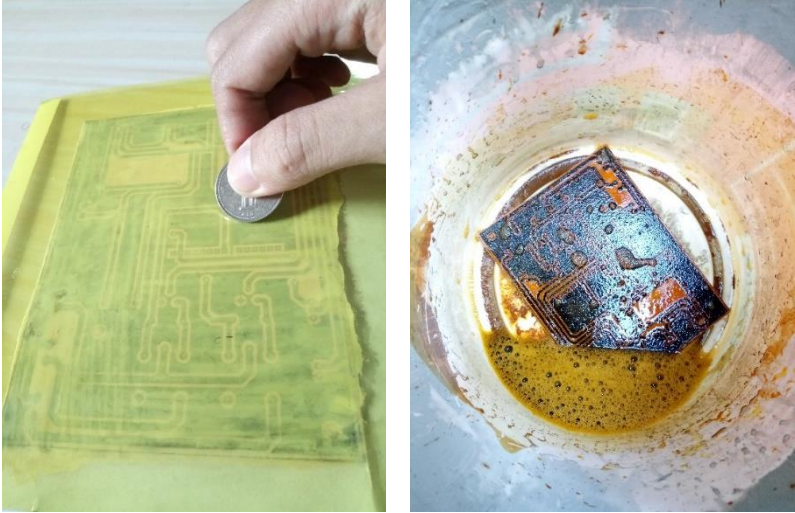
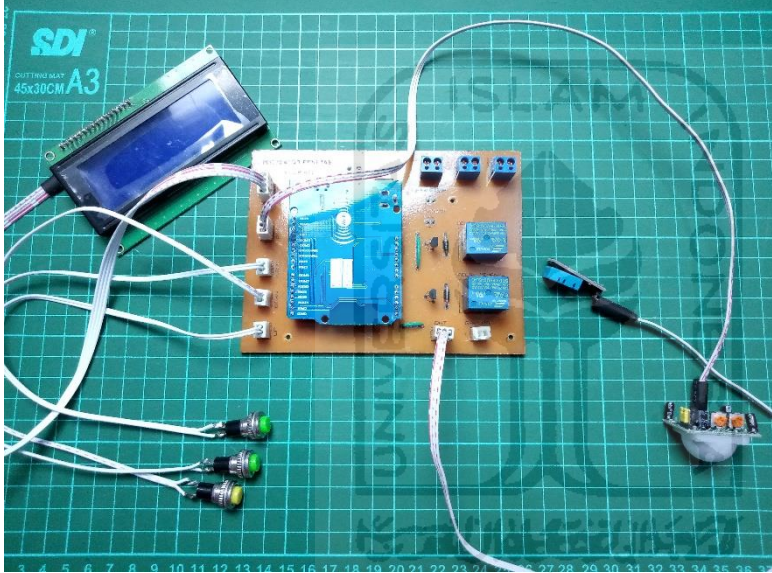

1. Diberi fitur pemutar telur secara otomatis agar tidak perlu repot untuk memutar telurnya.
2. Diberi kontrol kelembaban sehingga inkubator dapat menyesuaikan kelembaban dengan *setpoint* yang diberikan secara otomatis.
3. Diberi *power backup* sehingga jika terjadi pemadaman listrik alat inkubator akan tetap berkerja dan proses pengeraman telur tidak terganggu.
4. Ditambah notifikasi tambahan jika lampu pemanas mengalami masalah / putus.
5. Ditambah *buzzer* suara agar dapat memberitahu orang disekitar alat inkubator secara langsung jika ada peringatan / notifikasi tanpa harus melihatnya dari *web interface*.

DAFTAR PUSTAKA

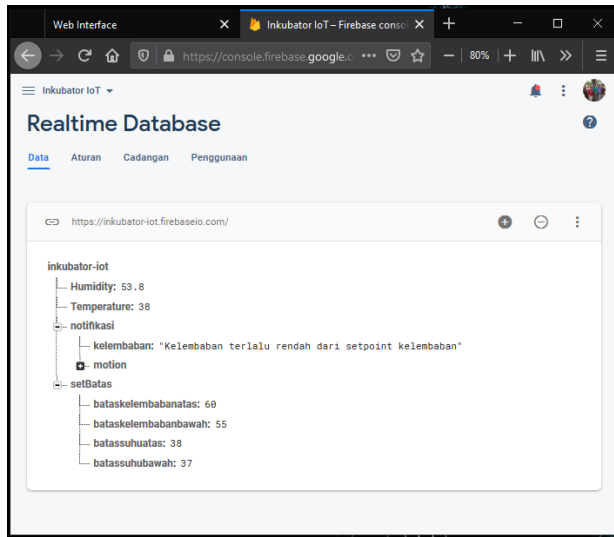
- [1] O. E. Aru, "Development of a Computerized Engineering Technique to Improve Incubation System in Poultry Farms," *J. Sci. Eng. Res.*, vol. 4, no. 6, pp. 109–119, 2017, [Online]. Available: www.jsaer.com.
- [2] M. B. Ramli, H. P. Lim, M. S. Wahab, and M. F. M. Zin, "Egg Hatching Incubator Using Conveyor Rotation System," *Procedia Manuf.*, vol. 2, no. February, pp. 527–531, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.091.
- [3] D. Qosimah, "The Improvement Production Chicken Feed by Fermentation and Egg Incubator in Malang District," *J. Innov. Appl. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 392–397, 2017, doi: 10.21776/ub.jjat.2017.003.01.7.
- [4] D. Supriyono, "Rancang Bangun Pengontrol Suhu dan Kelembaban Udara Pada Penetas Telur Ayam Berbasis Arduino Mega 2560 Dilengkapi UPS," Laporan Skripsi Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014.
- [5] I. Nurhadi and E. Puspita, "Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Menggunakan Sensor SHT 11," *Students' Creat. Eepis Final Proj. Compet.*, pp. 1–8, 2009.
- [6] W. S. M. Sanjaya *et al.*, "The development of quail eggs smart incubator for hatching system based on microcontroller and Internet of Things (IoT)," *2018 Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICOIACT 2018*, vol. 2018-Janua, no. March, pp. 407–411, 2018, doi: 10.1109/ICOIACT.2018.8350682.
- [7] A. B. Laksono and A. Bachri, "Rancang Bangun Otomatisasi Mesin Penetas Telur Sistem Turning Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," *J. Progr. Stud. Tek. Elektro JE-Unisla Ranc.*, pp. 6–9, 2017.
- [8] F. Nurpandi and A. P. Sanjaya, "Inkubator Penetasan Telur Ayam Berbasis Arduino," *Media J. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 66–77, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.unsur.ac.id/mjinformatika/article/view/449>.
- [9] Harvard Business Review, "Internet of Things: Science Fiction or Business Fact?," *Harvard Business Review*, vol. Analytics, Cambridge, p. 8, Sep. 2014.
- [10] K. Y. Triastuti, M. P. Indrayati, A. Said, and B. S. Permana, "Aplikasi Pemantau Suhu Mesin Penetas Telur," *Tek. Elektro*, vol. 03, no. 2, pp. 686–692, 2018.
- [11] A. B. Umar, K. Lawal, M. Mukhtar, and M. S. Adamu, "Construction of an Electrically-Operated Egg Incubator," *Int. J. Mod. Eng. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–18, 2016.
- [12] M. T. Tamam, A. J. Taufiq, and G. P. B., "Design Chicken Egg Incubator Device Based on Microcontroller," *Techno*, vol. 11, no. 2, pp. 81–83, 2010.
- [13] D. Dhanny Jufiril, Darwison, Budi Rahmadya, "Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metoda Fuzzy Logic Control," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–6, 2015.
- [14] A. H. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22," *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, vol. 6, no. 2, p. 49, 2014, doi: 10.20895/infotel.v6i2.16.

LAMPIRAN

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Skema rangkaian inkubator penetas telur berbasis IoT</p>
2		<p>Layout PCB inkubator IoT di <i>Proteus</i></p>
3		<p>PCB sebelum transfer layout</p>

4		<p>Proses transfer <i>layout</i> dan pelarutan dengan FeCl_3</p>
5		<p>Komponen elektronik inkubator IoT</p>
6		<p>Saklar yang dipasang agar sensor PIR tidak mendeteksi saat tangan masuk ke dalam inkubator</p>

7



Tampilan Database
Firebase



Telur yang akan
ditetaskan dengan alat
inkubator

9

3. Technical Specification:

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40-80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH(Max +5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

Datasheet DHT 22

10

7. Technical Specification
1. Temperature and Humidity

Function	Range	Resolution	Accuracy	Description
Humidity	0~100.0%RH	0.1%RH	±5%RH	Under normal temperature condition (23°C ±5°C)
Temperature	-10~60°C	0.1°C	±1.0°C	Under normal humidity condition (40%RH~75%RH)
	14~140°F	0.2°F	±2.0°F	
Sampling Rate			1/s	Sampling rate is once per second.
Overload Indication			100%RH/OL	Maximum displayed humidity is 100%RH; if the temperature is lower than 20°C or higher than 60°C, "OL" will be displayed
MAX/MIN Measurement			MAX/MIN	Shows "MAX/MIN"
Data Hold			HOLD	Shows "HOLD"
Unit			°C/°F	Shows "°C/°F"
Backlight			BL	Manually turn on or off backlight
Auto Power Off			5mins	Automatically power off after 5mins without operating; function can be turned off
Low Battery			3.0~3.5V	Shows low battery prompt when power is 3.0~3.5V

Datasheet alat ukur

UNI-T

