

PENGEMBANGAN SISTEM CERDAS MONITORING INKUBATOR PENETAS TELUR JARAK JAUH BERBASIS ANDROID

Smart System Developing Of Egg Inkubator Long Distance Based Android

Armita Ima Fradila¹, Zulhajji², Jumadi M. Parenreng³

*Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Universitas Negeri Makassar
armitaimaf@gmail.com*

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pengembangan Sistem Cerdas Monitoring Inkubator Penetas Telur Jarak Jauh berbasis Android serta menguji unjuk kerja dan tanggapan pengguna mengenai hasil pengembangan monitoring inkubator penetas telur tersebut. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan menggunakan prosedur pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Data penelitian diperoleh dengan dari studi literatur, observasi, dan uji coba alat. Data hasil penelitian dianalisis dengan analisis deskriptif kuantitatif. Dari hasil pengujian functionality ISO/IEC TR 9126-2 diperoleh nilai fungsionalitas alat berfungsi dengan baik. Hasil implementasi pada rentang waktu ± 21 hari. Tingkat kepuasan pengguna dari pengumpulan data dengan kuesioner USE diperoleh presentase karakteristik usefulness, ease of use, ease of learning, dan satisfaction mendapat kriteria sangat baik.

Kata kunci: Sistem monitoring, Inkubator penetas telur, NodeMCU ESP8266

1. PENDAHULUAN

Kementerian Pertanian (Kementan) menyebut peternakan memegang peranan penting dalam mendongkrak perekonomian Indonesia. Oleh karenanya, perlu upaya pembangunan di sektor peternakan agar perekonomian Indonesia bisa tumbuh cepat. Direktur Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Dirjen PKH) Kementerian Pertanian I Ketut Diarmita mengatakan, dalam proses pembangunan penggunaan teknologi tidak bisa dikesampingkan. Apalagi di era digital seperti saat ini yang hampir semua sektor mengusung revolusi industri 4.0 (industri digital). Salah satu faktor yang tidak boleh diabaikan dalam proses pembangunan, termasuk di sub sektor peternakan adalah perkembangan teknologi, menurut Ketut, melalui teknologi produktivitas dari

peternakan akan semakin meningkat. Selain itu, lewat teknologi juga akan mendorong terciptanya inovasi-inovasi yang bisa digunakan untuk masa saat ini maupun masa akan datang. Teknologi berperan penting bagi peningkatan produktivitas barang modal melalui inovasi yang dihasilkan^[1].

Bisnis peternakan ayam sampai saat ini tidak pernah ada matinya. Banyak orang menjalankan usaha ternak ayam tidak hanya karena masalah keuntungan yang menjanjikan. Tujuan beternak ayam juga didasari karena hobi ataupun kesenangan hati. Jika diulas lebih dalam, asal mula beternak ayam memang karena kebutuhan daging ayam dan juga telur di Indonesia ini terus menjulang tinggi. Bahkan tidak hanya negara kita, seluruh negara juga sangat membutuhkan bahan pokok daging dan telur ayam yang segar. Oleh sebab itulah peluang bisnis ternak ayam petelur sangat berkembang pesat. Banyak peternak melakukan berbagai cara merawat ayam agar bisa memproduksi telur lebih banyak dan mendapatkan keuntungan yang melimpah. Bahkan untuk mendapatkan tujuan tersebut para peternak mulai melakukan perawatan telur atau menetas sendiri dengan berbagai cara. Dari sinilah munculnya para ahli teknik untuk menciptakan suatu alat guna mempermudah para peternak. Dan alat tersebut dinamakan inkubator atau mesin penetas telur.

Mesin penetas telur ayam merupakan salah satu alat bantu dalam proses penetasan telur dan memiliki cara kerja pengeraman telur tanpa induk yang dibantu dengan lampu pijar. Pada mesin penetas ini terdapat rak telur dengan berbagai kapasitas daya tampung yang dapat diputar baik secara otomatis maupun manual. Alat bantu tetas ini juga dilengkapi pengatur suhu seperti thermostat. Dan dengan menggunakan alat bantu ini diharapkan agar telur yang akan ditetaskan menjadi lebih banyak, sehingga dalam waktu yang singkat kita bisa mendapatkan atau memelihara ayam yang banyak.

Tingkat kestabilan temperatur ruang penetasan harus dijaga agar mendapat hasil yang maksimal

Perubahan temperatur lingkungan yang berubah-ubah mampu mempengaruhi temperatur pada ruang penetas. Pemantauan suhu yang dilakukan peternak secara manual dalam ruang penetas juga mempengaruhi temperatur di dalam ruang karena melakukan pengecekan dengan membuka dan menutup ruang penetas secara berulang-ulang yang menyebabkan temperatur inkubator tidak stabil dan juga pengecekan yang terus menerus juga dapat menguras tenaga dan waktu.

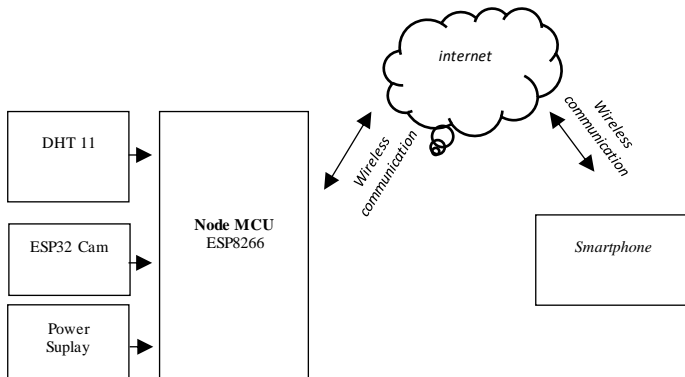
Permasalahan lainnya yaitu, bagaimana bila pengguna inkubator penetas telur berada jauh dari tempat penetasan kemudian ingin melihat perkembangan telur yang akan ditetaskan. Oleh karena permasalahan tersebut, maka Penulis tertarik untuk membuat penelitian mengenai "Pengembangan Sistem Cerdas Monitoring Inkubator Penetas Telur Jarak Jauh Berbasis Android". Pada sistem monitoring tersebut pengguna akan memanfaatkan smartphone untuk memantau dan mengontrol suhu dan kelembaban dari jauh dalam inkubator, sehingga diharapkan pengguna inkubator penetas telur tidak perlu datang melakukan pengecekan secara konvensional.

II. METODE PENELITIAN

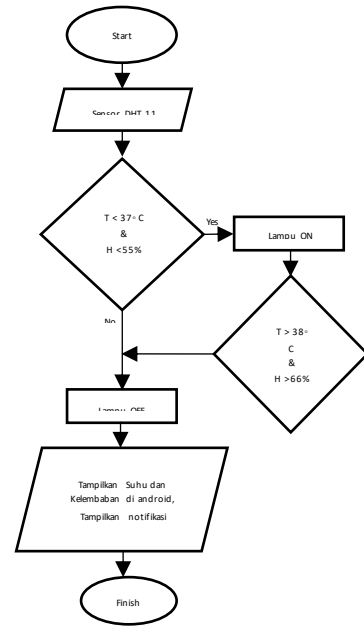
A. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan dan Penelitian atau *Research and Development*. Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development (R&D)* adalah rangkaian proses atau langkah-langkah dalam rangka mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada agar dapat dipertanggung jawabkan^[5]. Prosedur penelitian dalam pengembangan alat ini menggunakan tahapan-tahapan ADDIE. ADDIE merupakan singkatan dari lima tahapan yang harus ditempuh pada penelitian, yaitu tahap analysis, tahap design, tahap development, tahap implementation dan tahap evaluation^[4].

Rancangan blok diagram dan flowchart dari sistem monitoring ini adalah sebagai berikut:

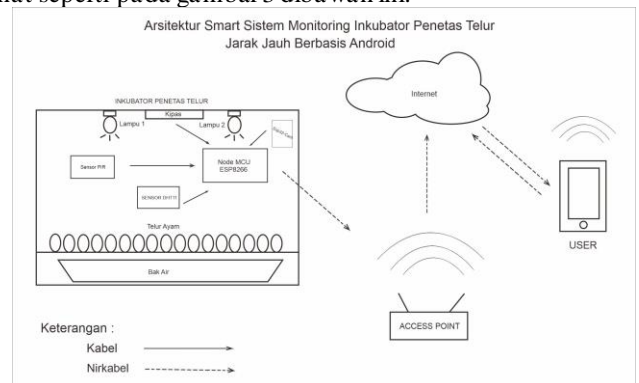


Gambar 1. Blok Diagram Rangkaian Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Implementasi alat akan dilakukan pada inkubator penetas telur yang terbuat dari material kayu dengan ukuran 36 x 30 x 40 cm, dengan kapasitas telur sebanyak 24 butir. Lampu yang digunakan sebagai sumber panas sebanyak 2 buah, dengan sensor PIR dan Sensor DHT11 diletakkan dibagian dalam inkubator. Adapun alat pengontrol sensor dan lampu diletakkan dengan posisi strategis. Letak dan posisi masing-masing objek dapat dilihat seperti pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Arsitektur Sistem Monitoring

Pengujian sistem di atas diamati oleh 2 orang ahli untuk memvalidasi apakah sistem dapat bekerja sesuai dengan yang dirancang. Analisis data pada aspek functionality menggunakan skala pengukuran Guttman yaitu jika benar bernilai 1 dan jika salah bernilai 0. Untuk dapat mengetahui tingkat kelayakan sistem berdasar aspek functionality digunakan interpretasi standar yang ditetapkan oleh ISO/IEC TR 9126-2:2002. Rumus analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut^[3]:

$$X = 1 - \frac{A}{B} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

X = *Functionality*

A = Jumlah total fungsi yang tidak valid

B = Jumlah seluruh fungsi

Berdasarkan rumus uji functionality di atas, dapat diketahui bahwa sistem telah memenuhi standar atau dikatakan memiliki nilai fungsionalitas yang baik jika X mendekati 1. Hal ini sesuai interpretasi pengukuran ISO/IEC TR 9126-2:2002 yaitu $0 \leq x \leq 1$.

Adapun analisis kelayakan dari pengembangan alat ini berdasarkan angket USE Questionnaire yang dikembangkan oleh STC Usability and User Experience Community dari Arnold M. Lund (2001) yaitu sebagai berikut^[2]:

TABEL I
ANGKET KEPUASAN RESPONDEN TERHADAP ALAT

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban				
		1	2	3	4	5
Usefulness (Penggunaan)						
1	Alat ini membantu saya bekerja lebih efektif					
2	Alat ini membantu saya bekerja lebih produktif					
3	Alat ini sangat berguna					
4	Alat memberikan saya kontrol yang lebih untuk aktifitas saya					
5	Alat ini mempermudah saya dalam menyelesaikan apa yang ingin saya selesaikan					
6	Alat ini menghemat waktu saya saat menggunakannya					
7	Alat ini sesuai dengan kebutuhan saya					
8	Alat ini melakukan segala sesuatu yang saya harapkan					
Ease of Use (Mudah digunakan)						
9	Alat ini mudah digunakan					
10	Alat ini praktis digunakan					
11	Alat ini sangat mudah untuk pengguna					
12	Alat ini hanya butuh sedikit langkah-langkah untuk mencapai apa yang ingin saya lakukan dengan alat ini					
13	Alat ini fleksibel					
14	Tidak ada kesulitan menggunakan alat ini					
15	Saya dapat menggunakan alat ini tanpa petunjuk tertulis					

16	Saya tidak melihat adanya ketidak-konsistenan saat menggunakan alat ini					
17	Baik pengguna yang hanya sesekali menggunakan alat ini dan pengguna yang sering menggunakan alat ini pasti akan menyukainya					
18	Saya dapat menangani kesalahan pada alat ini dengan cepat dan mudah					
19	Saya dapat menggunakan alat ini dengan benar setiap saat					
Ease of Learning (Mudah dipelajari)						
20	Saya belajar menggunakan alat ini dengan cepat					
21	Saya mudah mengingat cara penggunaan alat ini					
22	Saya mudah mempelajari penggunaan alat ini					
23	Saya menjadi cepat terampil menggunakan alat ini					
Satisfaction (Kepuasan)						
24	Saya puas dengan alat ini					
25	Saya akan rekomendasikan alat ini ke teman saya					
26	Alat ini menyenangkan untuk digunakan					
27	Alat ini bekerja seperti yang saya inginkan					
28	Saya kagum dengan alat ini					
29	Saya merasa perlu memiliki alat ini					
30	Alat ini nyaman untuk digunakan					

Hasil pengisian angket oleh responden dianalisis menggunakan perhitungan persentase kelayakan sebagai berikut:

$$\text{persentase kelayakan} = \frac{\text{skor yang didapatkan}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Persentasi tanggapan pengguna dikonversikan secara kualitatif dari hasil persentase tanggapan pengguna yang diperoleh sesuai dengan tabel II di bawah ini [6].

TABEL II
KONVERSI KUALITATIF DARI TANGGAPAN PENGGUNA

Persentase Tanggapan Pengguna	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21 - 40%	Kurang
>20%	Sangat Kurang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Rancangan Produk

Sistem Cerdas monitoring inkubator penetas telur ini merupakan suatu sistem mikrokontroler yang dapat dikontrol oleh smartphone melalui komunikasi jaringan internet. Internet digunakan untuk komunikasi serial antara sistem monitoring inkubator dengan aplikasi yang terdapat pada smartphone. Pada smartphone yang digunakan terdapat sebuah aplikasi dengan tampilan tombol-tombol bulat yang memiliki nama masing-masing pengontrolan yaitu, tombol lampu, kipas, hingga sensor PIR. Tombol tersebut memiliki 2 kondisi yaitu on dan off seperti pada tombol saklar. Selain tombol tersebut, juga terdapat tombol untuk menampilkan kamera, keadaan suhu dan kelembaban dalam bentuk diagram garis serta notifikasi dari perubahan suhu, kelembaban dan pergerakan telur. Bagian-bagian dari produk hasil Pengembangan Sistem Cerdas Inkubator penetas telur jarak jauh berbasis android ini bisa dilihat pada gambar 4 berikut ini:



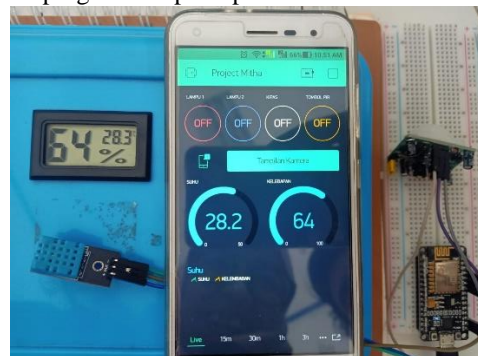
Gambar 4. Sistem Cerdas Inkubator penetas telur jarak jauh berbasis android

Inkubator penetas telur berfungsi dari masing-masing komponen diatas adalah sebagai berikut:

- Lampu 1 dan lampu 2: berfungsi sebagai penghantar panas pada inkubator, masing-masing mempunyai daya sebesar 5 watt
- Kipas berfungsi sebagai fentilasi udara pada inkubator
- Rak Telur: berfungsi sebagai tempat penyimpanan telur yang akan ditetaskan
- Bak air: bak air akan diisi dengan air yang berfungsi untuk mengatur tingkat kelembaban di dalam inkubator penetas telur

- DHT11: merupakan sensor digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban di dalam inkubator penetas telur.
 - Sensor PIR: berfungsi untuk mendeteksi pergerakan telur jika telur telah menetas.
 - Node MCU ESP8266 : merupakan sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul Wifi ESP8266 yang berfungsi sebagai pusat kendali semua perangkat kecuali Kamera
 - Relay: berfungsi sebagai saklar untuk lampu dan kipas yang dioperasikan secara elektrik dari tegangan listrik
 - Bread Board: berfungsi sebagai tempat untuk membuat rangkaian elektronika
 - ESP32 CAM : merupakan sebuah perangkat kamera yang dilengkapi dengan modul Wifi yang berfungsi untuk menangkap gambar dari dalam inkubator secara real time.
 - Tombol Lampu 1 dan Lampu 2 : berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu
 - Tombol Kipas: berfungsi untuk menyalakan dan mematikan kipas
 - Tombol PIR : berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sensor PIR.
 - Tombol Tampilan Kamera : berfungsi untuk menampilkan gambar yang telah di rekam oleh ESP32 CAM.
 - Tombol Pengaturan Notifikasi untuk mengatur suara dari notifikasi yang akan dihasilkan.
 - Tampilan suhu berfungsi untuk menampilkan suhu yang telah dibaca oleh sensor DHT11 dari inkubator
 - Tampilan kelembaban untuk menampilkan kelembaban yang telah dibaca oleh sensor DHT11 dari inkubator.
 - Diagram garis Suhu dan Kelembaban untuk menampilkan grafik dari perubahan suhu dan kelembaban dalam inkubator dari waktu ke waktu.
2. Pengujian sensor DHT 11

Hasil pengukuran dari sensor ini akan dibandingkan dengan hasil pengukuran pada alat ukur thermohyrometer digital. Nilai suhu dan kelembaban udara pada sensor DHT11 akan ditampilkan pada aplikasi Blynk pada Smartphone. Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan karakteristik dari sensor yang akan dipergunakan pada penelitian ini.



Gambar 5. Pengujian DHT 11

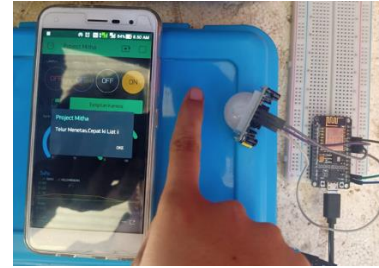
TABEL III
PENGUJIAN SENSOR DHT11 DAN THERMOHYGROMETER

No	Nilai pada Thermohygrometer		Nilai pada sensor DHT11		Selisih Nilai	
	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)
1	16	93	18	93	2	0
2	16.3	92	18.6	93	2.3	1
3	16.4	93	18.7	93	2.3	0
4	28.3	65	28.5	62	0.2	3
5	28.3	65	28.3	63	0	2
6	28.3	64	28.2	64	0.1	0
7	30.3	77	30.7	79	0.4	3
8	30.4	78	30.7	79	0.3	1
9	30.4	79	30.8	79	0.4	0
Rata-rata error					0.9	1.1

Berdasarkan data percobaan pada tabel III didapatkan 9 data perbandingan antara sensor DHT11 dan Thermohygrometer. Nilai rata-rata error atau rata-rata selisih pengukuran antara sensor DHT11 dan Thermohygrometer yaitu pada suhu sebesar 0.9°C dan kelembaban udara sebesar 1.1%. Selisih kesalahan pengukuran tersebut menjadi data pertimbangan untuk rentang suhu dan kelembaban udara ideal bagi penetasan telur. Suhu ideal untuk penetasan telur pada rentang 37 - 38°C dan kelembaban udara yang ideal untuk penetasan telur pada rentang 55 - 66%. Nilai suhu ideal untuk penetasan telur harus dikurangi dengan rata-rata selisih dari hasil uji sensor DHT11 dengan batas atas suhu 37°C - 0.9°C = 36.1°C dan Batasan suhu tinggi sebesar 38°C - 0.9°C = 37.1 °C. Adapun nilai kelembaban udara yang ideal harus dinaikkan berdasarkan rata-rata selisih dari hasil uji sensor DHT11 dengan kelembaban udara sehingga batas rendah kelembaban udara yaitu 55% + 1.1% = 56.1 % dan batas tinggi kelembaban udara yaitu 66% + 1.1% = 67.1%. Sehingga sekarang suhu ideal untuk penetasan telur yaitu pada rentang 36.1°C - 37.1°C dan kelembaban ideal untuk penetasan telur ayam yaitu pada rentang 56.1% - 67.1%.

3. Pengujian sensor PIR

Pengujian sensor PIR dilakukan dengan menghubungkannya ke Node MCU ESP8266 yang telah diprogram dengan script untuk mendeteksi gerakan suatu objek sehingga ketika telur menetas sensor PIR akan mendeteksi kemudian menampilkan notifikasi pada aplikasi Blynk pada smartphone seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Pengujian sensor PIR

4. Pengujian Relay pada Lampu

Pengujian relay dilakukan dengan memberi tegangan masukan sebesar 0 volt dan 5 volt. Hal tersebut menjadikan relay pada kondisi idealnya mati dan hidup sebab relay yang digunakan pada penelitian ini beroperasi pada tegangan 5 volt.

Pengujian relay pada tegangan masukan 5 volt (HIGH) menjadikan relay tersebut aktif ditandai dengan menyalnya LED berwarna merah sebagaimana pada gambar 8. Begitupula jika diberi tegangan masukan sebesar 0 volt (LOW) maka relay menjadi mati ditandai puka dengan matinya LED berwarna merah seperti pada gambar 7. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa relay tersebut layak untuk digunakan pada penelitian.



Gambar 7. Relay menyala (ON)



Gambar 8. Relay mati (off)

5. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi Blynk bisa menginput perintah meyalakan dan mematikan lampu, kipas dan sensor PIR. Selain itu aplikasi Blynk juga dapat menampilkan suhu inkubator, kelembaban inkubator, dan memonitoring inkubator oleh

kamera ESP32 CAM secara real time, dan juga menampilkan notifikasi pergerakan telur menetas di dalam inkubator yang diterima dari sensor PIR dan menampilkan notifikasi naik atau turunnya suhu atau kelembaban pada inkubator.

6. Pengujian Alat Keseluruhan

Komponen-komponen yang telah diujicobakan sebelumnya kemudian dirakit secara utuh sesuai dengan model pengembangan alat. Node MCU ESP8266 sebagai mikrokontroler kemudian diprogram sesuai dengan rancangan pada penelitian ini. Inkubator tersebut diprogramkan untuk memonitoring suhu ideal yang diberikan oleh lampu pada rentang 37°C – 38°C dan kelembaban yang ideal pada rentang 55% - 66%. Sehingga jika nilai hasil pembacaan sensor DHT 11 tidak ideal maka akan muncul notifikasi pada aplikasi Blynk untuk mematikan atau menyalakan lampu. Inkubator ini juga bisa memonitoring telur dengan cara menampilkan video di dalam inkubator melalui aplikasi Blynk yang diambil oleh kamera ESP32 CAM dan juga menampilkan notifikasi jika telur menetas yang dideteksi oleh sensor PIR.

Pengujian keseluruhan alat dilakukan pada subjek ujicoba yaitu inkubator penetas telur. Percobaan alat dilakukan untuk mengumpulkan data responsibilitas sistem yang telah dirancang. Kesesuaian respon sistem dengan yang diharapkan dinyatakan dengan keterangan valid/invalid. Hasil ujicoba komponen Hardware dapat dilihat pada tabel IV dan hasil ujicoba software dapat dilihat pada tabel V

TABEL IV
PENGUJIAN KOMPONEN HARDWARE

No	Butir Uji	Fungsi	Hasil	
			Valid	Invalid
1	Power Supply	Memberikan tegangan dan arus listrik kepada perangkat Node MCU	√	
2	DHT11	Mengukur nilai suhu dan kelembapan udara	√	
3	ESP-32 Cam	Menampilkan keadaan telur dalam inkubator penetas telur	√	
4	Relay	Mengaktifkan dan menon-aktifkan lampu dan kipas	√	
5	Sesnor PIR	Mendeteksi gerakan telur yang menetas	√	
6	ESP8266 NodeMCU	Mengontrol seluruh sistem pada inkubator penetas telur.	√	

TABEL V
PENGUJIAN SOFTWARE

No.	Bagian	Fungsi	Pertanyaan	Hasil	
				Ya	Tidak
Aplikasi Blynk					
1	Lampu	Lampu 1	Apakah fungsi lampu 1 sudah berjalan dengan baik?	√	

2		Lampu 2	Apakah fungsi lampu 1 sudah berjalan dengan baik?	√	
3	Kipas	On	Apakah fungsi lombol On pada Kipas berjalan dengan baik?	√	
4		Off	Apakah fungsi tombol Off pada Kipas berjalan dengan baik?	√	
5	PIR	On	Apakah fungsi tombol On pada PIR berjalan dengan baik?	√	
6		off	Apakah fungsi tombol Off pada PIR berjalan dengan baik?	√	
7		Notifikasi Telur Menetas	Apakah notifikasi "Telur sudah menetas" sudah berjalan secara benar jika ada telur yang menetas?	√	
8	Suhu	Notifikasi Suhu Tinggi	Apakah notifikasi Suhu tinggi sudah berjalan dengan benar jika suhu naik?	√	
9		Notifikasi Suhu Rendah	Apakah notifikasi Suhu rendah sudah berjalan dengan benar jika suhu turun?	√	
10	Kelembaban	Notifikasi Kelembaban Tinggi	Apakah notifikasi Kelembaban tinggi sudah berjalan dengan benar jika kelembaban naik?	√	
11		Notifikasi Kelembaban Rendah	Apakah notifikasi Kelembaban rendah sudah berjalan dengan benar jika kelembaban turun?	√	
12	Kamera	Tampilan Kamera	Apakah tombol Tampilan Kamera dapat difungsikan dengan baik?	√	

Berdasarkan tabel IV dan tabel V Diperoleh data kesesuaian respon sistem dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah ini:

$$X = 1 - \frac{0}{18} \dots\dots(1)$$

$$= 1 - 0$$

$$= 1$$

Sesuai dengan interpretasi ISO/IEC TR 9126-2:2002, nilai functionality dikatakan baik jika nilai hasil perhitungan mendekati 1. Dari hasil perhitungan tingkat functionality alat yang dikembangkan, menunjukkan nilai functionality (X) sebesar 1.

7. Pengujian Inkubator tanpa telur

Pengujian inkubator tanpa menggunakan telur dilakukan dalam 4 pembagian waktu yaitu pagi, siang, sore dan malam hari.

TABEL VI
PENGUJIAN INKUBATOR TANPA MENGGUNAKAN TELUR

No	Waktu	Pagi (06:30-06:50)		Siang (13:19-13:38)		Sore (15:00-15:20)		malam (19:20-19:40)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	Kedaaan awal	27.1°C	89%	30.8°C	87%	31.5°C	88%	28°C	92%
2		32°C	80%	32.2°C	82%	33.6°C	81%	29°C	90%
3		32.8°C	78%	33.2°C	80%	34.5°C	78%	31°C	84%
4		34.4°C	72%	34.6°C	74%	35.2°C	76%	32.8°C	77%
5		35.2°C	70%	35.9°C	70%	35.7°C	75%	34.1°C	73%
6		36.1°C	67%	37.4°C	66%	35.8°C	73%	35.5°C	69%
7		37°C	65%	37.8°C	65%	37°C	66%	36°C	68%
8		37.5°C	63%	38.1°C	65%	37.6°C	64%	36.2°C	67%
9		38°C	63%	38.5°C	63%	37.7°C	64%	37°C	66%
10		38.4°C	61%	38.9°C	63%	38.5°C	65%	37.2°C	65%
11		37.4°C	62%	37.8°C	65%	38.9°C	65%	37.8°C	64%
12		36.5°C	65%	37°C	68%	37°C	65%	38.2°C	63%
13		37.2°C	64%	37.4°C	66%	36.8°C	67%	38.6°C	62%
14		38°C	63%	38°C	66%	37.7°C	67%	38.5°C	63%
15		38.5°C	61%	38.7°C	64%	38.9°C	65%	37.4°C	65%
16		38.9°C	61%	38.5°C	64%	37.6°C	68%	36.8°C	67%
17		37.3°C	63%	37°C	64%	36.9°C	70%	37.2°C	66%
18		37°C	65%	36.3°C	69%	37.5°C	69%	37.9°C	65%
19		37.7°C	63%	36.5°C	68%	38.9°C	66%	38.6°C	63%
20		38.4°C	62%	37.6°C	67%	38.9°C	66%	38.9°C	64%

Berdasarkan tabel VI pengujian inkubator yang dilakukan di pagi hari pukul 06:30 sampai pukul 07:30 menunjukkan bahwa, kondisi awal suhu inkubator yaitu 27.1 °C dan kelembaban 89% kemudian pada suhu tersebut akan muncul notifikasi perintah untuk menyalakan lampu. Dibutuhkan waktu selama ±6 menit untuk mencapai suhu ideal dan ±11 menit untuk mencapai suhu maksimal sampai lampu otomatis padam dan muncul notifikasi untuk mematikan lampu. Pada saat lampu padam, suhu berangsur-angsur turun dan kelembaban berangsur-angsur naik selama ±2 menit, proses tersebut terus berulang sampai tahap akhir pengujian ini. Proses ini terjadi juga pada waktu siang, sore dan malam akan tetapi, letak perbedaan yang terjadi hanya pada suhu dan kelembaban awal serta waktu untuk mencapai suhu dan kelembaban ideal.

8. Pengujian Inkubator dengan telur

Pengujian inkubator dengan menggunakan telur dilakukan dalam 4 pembagian waktu juga yaitu pagi, siang, sore dan malam hari.

TABEL VII
PENGUJIAN INKUBATOR MENGGUNAKAN TELUR

No	Waktu	Pagi (06:00-06:20)		Siang (13:00-13:20)		Sore (16:00-16:20)		malam (19:20-19:40)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	Kedaaan awal	26°C	90%	29.5°C	90%	31°C	86%	28.9°C	90%
2		30°C	85%	31.8°C	87%	33.3°C	80%	29°C	86%
3		32.5°C	80%	33.6°C	82%	35°C	74%	30.7°C	84%
4		33.4°C	78%	35.2°C	77%	36.5°C	70%	31.8°C	82%
5		34°C	75%	36.5°C	74%	37.6°C	66%	33.2°C	79%
6		35.3°C	69%	37.7°C	70%	38.4°C	65%	34°C	75%
7		36°C	68%	38°C	64%	39°C	64%	34.6°C	74%
8		36.7°C	66%	38.3°C	66%	37.6°C	66%	35.1°C	73%
9		37.1°C	65%	38.7°C	66%	37°C	69%	35.5°C	73%
10		37.5°C	65%	38.9°C	65%	37.7°C	66%	36°C	71%
11		37.7°C	64%	36.6°C	72%	38.4°C	66%	36.3°C	70%
12		38.3°C	64%	36.5°C	70%	38.9°C	64%	36.1°C	71%
13		38.9°C	64%	36.3°C	68%	37.8°C	66%	36.3°C	71%
14		38.4°C	65%	37.2°C	68%	36.8°C	70%	36.7°C	70%
15		37.4°C	66%	37.7°C	63%	37.3°C	66%	37°C	66%
16		37.1°C	67%	38.5°C	64%	38.9°C	65%	37.2°C	66%
17		36.5°C	69%	38.6°C	64%	38.6°C	66%	37.5°C	65%
18		37.2°C	66%	38.8°C	64%	37.6°C	67%	37.7°C	65%
19		38°C	65%	37.6°C	68%	37°C	69%	37.9°C	64%
20		38.5°C	61%	36.8°C	70%	37.1°C	66%	38.1°C	65%

Berdasarkan tabel VII pengujian inkubator dengan menggunakan telur yang dilakukan di pagi hari pukul 06:00 sampai pukul 07:00 menunjukkan bahwa, kondisi awal suhu inkubator yaitu 26°C dan kelembaban 90% kemudian pada suhu tersebut akan muncul notifikasi perintah untuk menyalakan lampu. Dibutuhkan waktu selama ±8 menit untuk mencapai suhu ideal dan ±12 menit untuk mencapai suhu maksimal sampai lampu otomatis padam dan muncul notifikasi untuk mematikan lampu. Pada saat lampu padam, suhu berangsur-angsur turun dan kelembaban berangsur-angsur naik selama ±3 menit, proses tersebut terus berulang sampai tahap akhir pengujian ini. Proses ini terjadi juga pada waktu siang, sore

dan malam akan tetapi, letak perbedaan yang terjadi hanya pada suhu dan kelembaban awal serta waktu untuk mencapai suhu dan kelembaban ideal.

Dari penjelasan tabel VI dan tabel VII dapat disimpulkan bahwa perbedaan peristiwa yang terjadi yaitu pengujian tanpa menggunakan telur waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu dan kelembaban ideal lebih cepat dibandingkan pengujian inkubator dengan menggunakan telur. Selain itu, kelembaban juga lebih tinggi saat ada telur dibandingkan sebelum ada telur.

9. Hasil Implementasi

Implementasi dilakukan pada subjek ujicoba yaitu Inkubator penetas telur. Inkubator penetas telur ini dinding atap dan alas terbuat dari multipleks, dan bagian rak telur terbuat dari kawat ram. Luas volume dari inkubator penetas telur berkisar 40 cm x 36 cm x 30 cm, kawat ram sebagai rak telur berkisar 36,25 cm x 26,25 cm, bak air diletakkan di bawah rak telur. Telur ayam yang diujicobakan sebanyak 2 butir. Alat pengontrol dan monitoring dari kamera ESP32 CAM diletakkan pada posisi strategis dibagian luar inkubator sedangkan sensor DHT11, sensor PIR diletakkan di bagian dalam inkubator. Implementasi berlangsung selama ±21 hari hingga telur menetas. Penelitian dilakukan selama 21 hari masa inkubasi dalam inkubator, aktifitas selama 21 hari ini dapat dilihat pada tabel VIII berikut ini:

TABEL VIII
AKTIFITAS HARIAN PENETASAN TELUR MELALUI
INKUBATOR PENETAS TELUR JARAK JAUH BERBASIS
ANDROID

No	Hari/ Tanggal	Kegiatan
1	Jum'at, 17 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu dan kelembaban yang pas untuk penetasan telur pada inkubator - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3°C dan Kelembaban 60% - Memasukan 2 telur ke dalam inkubator penetas telur - Penyetelan posisi Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
2	Sabtu, 18 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
3	Minggu, 19 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
4	Senin, 20 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali - Peneropongan telur untuk melihat apakah muncul urat pada telur

		<ul style="list-style-type: none"> - Telur 1 urat telah terlihat - Telur 2 belum terlihat
5	Selasa, 21 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
6	Rabu, 22 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
7	Kamis, 23 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali - Peneropongan pada telur 2, urat belum muncul
8	Jum'at, 24 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
9	Sabtu, 25 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
10	Minggu, 26 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
11	Senin, 27 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
12	Selasa, 28 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
13	Rabu, 29 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
14	Kamis, 30 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
15	Jum'at, 31 Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM

		- Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
16	Sabtu, 01 Agustus 2020	- Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
17	Minggu, 02 Agustus 2020	- Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
18	Senin, 03 Agustus 2020	- Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali - Peneropongan pada telur 1 - Embrio terlihat bergerak
19	Selasa, 04 Agustus 2020	- Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
20	Rabu, 05 Agustus 2020	- Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur setiap 6 jam sekali
21	Kamis, 06 Agustus 2020	- Mengatur suhu melalui <i>smartphone</i> - Mengisi air pada bak air - Suhu 37.3-38°C dan Kelembaban 55-66% - Pemantauan melalui Kamera ESP32 CAM - Pemutaran telur dihentikan - Sensor PIR diaktifkan - Pagi hari telur mulai retak dan terlihat paruh ayam - Sensor mendeteksi telur menetas - Pada malam hari ayam perlahan keluar dari cangkangnya - Cangkang dikeluarkan dari inkubator

Berdasarkan data proses penetasan telur ayam selama 21 hari dapat disimpulkan bahwa selama penetasan suhu diatur antara 37.3-38°C dan kelembaban antara 55-66%, pemutaran telur dimulai dari hari pertama hingga hari ke-20. Untuk mengatur suhu diperlukan pengontrolan lampu secara berkala dan untuk kelembaban diperlukan pengisian air pada bak air secukupnya hingga suhu dan kelembaban sesuai. Pada hari ke-21 tanda-tanda telur mulai muncul dengan adanya retakan kecil pada telur dan untuk dapat menetas sempurna diperlukan waktu sehari, telur yang menetas bisa dilihat pada gambar 9.



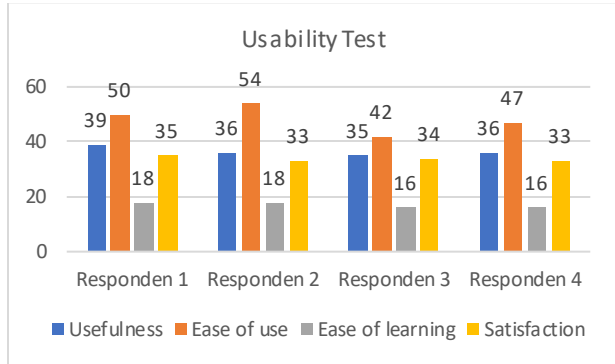
Gambar 9
Telur menetas di dalam inkubator

Tingkat kepuasan pengguna terhadap alat (usability) dapat diketahui dengan pengisian angket oleh peternak ayam petelur. Angket tersebut merupakan kuesioner USE (Usefulness, Satisfaction, Ease of use and learning)^[2]. Kuesioner ini berisi 30 butir pertanyaan (lihat tabel 3.3). Karakteristik pengujian dibedakan menjadi 4 kategori kepuasan pengguna yaitu usefulness (penggunaan), ease of use (mudah digunakan), ease of learning (mudah dipelajari), dan satisfaction (kepuasan). Adapun akumulasi data skor yang diperoleh dari kuesioner tersebut disajikan dalam tabel IX dan gambar 10 berikut:

TABEL IX
HASIL TANGGAPAN RESPONDEN

NO	KATEGORI	NAMA RESPONDEN			
		SLAMET RIYADI	MUSLIMAH	MARWAN	MUH RAMADHAN S
1	Usefulness	5	5	4	4
2		5	5	5	5
3		5	5	4	5
4		5	4	5	5
5		5	4	5	5
6		4	4	4	4
7		5	5	4	4
8		5	4	4	4
9	Ease of use	4	5	3	4
10		5	5	3	4
11		4	5	4	4
12		4	5	4	5
13		5	5	4	5
14		4	4	4	4
15		5	5	3	4
16		5	5	5	5
17	Ease of learning	5	5	5	5
18		4	5	3	3
19		5	5	4	4
20		4	5	4	4
21		5	4	4	4
22		5	5	4	4
23		4	4	4	4
24		5	5	4	5
25	Satisfaction	5	5	5	5
26		5	5	5	4
27		5	4	5	5
28		5	4	5	5
29		5	5	5	5

30	5	5	5	4
Jumlah	142	141	127	132



Gambar 10. Hasil Tes Usability

Persentase dari tingkat kepuasan pengguna terhadap alat dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Presentase tanggapan Responden 1} &= 142/150 \times 100\% \\ &= 94,66\% \\ \text{Presentase tanggapan Responden 2} &= 141/150 \times 100\% \\ &= 94\% \\ \text{Presentase tanggapan Responden 3} &= 127/150 \times 100\% \\ &= 84,66\% \\ \text{Presentase tanggapan Responden 4} &= 132/150 \times 100\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

Berdasarkan rata-rata persentase responden diatas maka total persentase tes usability yaitu $(94,66\% + 94\% + 84,66\% + 88\%) / 4 = 90,33\%$. Total persentase kepuasan pengguna apabila dikonversikan ke dalam skala kualitatif sebagaimana pada tabel 3.7 maka nilai yang berada pada interval 80 – 100% yaitu mendapat predikat sangat baik.

10. Pembahasan

Telur yang baik memiliki andil yang sangat besar untuk keberhasilan dalam proses penetasan, ciri-ciri telur yang baik untuk ditetaskan adalah 1) kulit telur tidak retak, 2) kulit telur bersih dari kotoran, 3) memiliki ukuran yang standar, 4) telur cangkang cenderung gelap, 5) telur tidak berbau busuk, 6) perhatikan lama penyimpanan telur dan 7) perhatikan asal induk. Hal ini sejalan pada saat melakukan penelitian, peneliti menggunakan 1 telur yang memiliki semua kriteria ciri-ciri telur yang baik dan 1 telur yang tidak memiliki kriteria yang sesuai dengan ciri-ciri telur yang baik untuk ditetaskan, hasil dari penelitian adalah telur yang memiliki kriteria yang sesuai berhasil menetas. Faktor utama yang perlu dikontrol dalam sebuah mesin penetas telur adalah suhu, karena suhu merupakan parameter yang menentukan berkembang atau tidak berkembangnya embrio pada telur. suhu dan kelembaban pada Inkubator penetas telur harus ideal sesuai dengan suhu dan kelembaban jika induk mengerami telur. Penelitian ini menghasilkan alat yang dapat membantu menghasilkan ayam dari hasil penetasan telur dalam jumlah banyak dalam satu waktu, inkubator ini dapat menjaga stabilitas suhu dan kelembaban udara pada telur hingga menetas. Sistem kerja kontrol dan monitoring

inkubator penetas telur ini diimplementasikan mengikuti alur-alur penelitian yang telah dirancang.

Penelitian ini juga menunjukkan kegagalan telur menetas yang disebabkan oleh pemilihan telur yang tidak sesuai dengan ciri-ciri telur yang ditetaskan yaitu telur mengeluarkan bau busuk dan penyimpanan telur yang terlalu lama, sedangkan telur yang telah berhasil mempunyai semua kriteria ciri-ciri telur yang akan ditetaskan.

Pada pengujian akurasi dari sensor DHT 11 ditemukan perbedaan yang terjadi pada beberapa nilai akurasi sensor DHT11 dengan thermohygrometer pada kondisi suhu dan kelembaban udara pada inkubator penetas telur mengakibatkan diperlukannya beberapa penyesuaian. Berdasarkan datasheet DHT11 Humadity & Temperature sensor, sensor ini memiliki akurasi suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ dan akurasi kelembaban udara $\pm 5\%$. Akan tetapi hasil penelitian memperoleh nilai rata-rata error atau rata-rata selisih pengukuran antara sensor DHT11 dengan thermohygrometer yaitu pada suhu sebesar 09°C dan kelembaban udara sebesar 1.1%. Perbedaan yang lainnya ialah waktu pembacaan nilai suhu dan kelembaban yang berbeda, dimana Sensor DHT11 lebih cepat membaca nilai suhu dan kembaban dibandingkan dengan thermohygrometer.

Tingkat uji fungsionalitas alat menggunakan Tingkat uji fungsionalitas alat menggunakan interpretasi ISO/IEC TR 9126-2:2002, diperoleh nilai functionality (X) sebesar 1. Hasil alat dika takan baik jika nilai hasil perhitungan mendekati 1. Sehingga disimpulkan bahwa pengembangan prototype Sistem Cerdas monitoring inkubator penetas telur jarak jauh berbasis android berfungsi dengan baik.

Tingkat kepuasan pengguna dalam hal ini pihak peternak ayam, diperoleh melalui pengisian kuesioner USE. USE Questionnaire dikembangkan oleh STC Usability and User Experience Community^[2]. Kuesioner ini menilai alat dari 4 karakteristik yaitu usefulness (penggunaan), ease of use (mudah digunakan), ease of learning (mudah dipelajari), dan satisfaction (kepuasan) sebagaimana pada tabel 3.5. Dari pengujian usability tersebut, diperoleh total hasil rata-rata sebesar 90.33%. Menunjukkan bahwa inkubator penetas telur jarak jauh berbasis android layak untuk digunakan dengan predikat sangat baik yaitu berdasarkan tabel 3.7 berada pada rentang diinterval 80-100%.

IV. KESIMPULAN

1. Hasil pengembangan Sistem Cerdas monitoring inkubator penetas telur jarak jauh berbasis android mampu mengontrol dan memonitoring suhu dan kelembaban pada inkubator dengan baik hingga telur menetas.
2. Kinerja alat pengontrol dan monitoring berdasarkan unjuk kerja atau fuctionality yaitu mendapat hasil 1. Menunjukkan alat berfungsi dengan baik.

3. Kepuasan pengguna terhadap pengembangan Sistem Cerdas monitoring inkubator penetas telur jarak jauh berbasis android diperoleh hasil sebesar 90.33%. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna menganggap alat ini sangat efektif dan mudah untuk digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu selama proses penyelesaian studi. Terima kasih kepada segenap civitas akademika Universitas Negeri Makassar. Terima kasih secara khusus kepada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar yang telah menjadi wadah untuk menuntut ilmu dan selalu memberikan bimbingan selama studi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartomo, Giri. 2018. *Sektor Peternakan Tak Boleh Abaikan Teknologi* (Online), (<https://economy.okezone.com/read/2018/07/04/320/1917744/sektor-peternakan-tak-boleh-abaikan-teknologi>, diakses tanggal 10 September 2018)
- [2] Lund, Arnold M. 2001. Measuring Usability with the USE Questionnaire. *UsabilityInterface*. 8(2): 3-6.
- [3] Nalarita, Yulia dan Tomi Listiawan. 2018. Pengembangan E-Modul Kontekstual Interaktif Berbasis Web pada Mata Pelajaran Kimia Senyawa Hidrokarbon. *Jurnal Ilmiah Multitek Indonesia*. 12(2): 86-94
- [4] Sudarma, I. G., I. K. R. Arthana, dan I. G. P. Sindu. Pengembangan E-Modul dengan Model Problem Based Learning Mata Pelajaran Pemrograman Dasar Kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Negeri 3 Singaraja. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika* vol.6.
- [5] Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [6] Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.