

KAEDAH MEMBANGUNKAN INKUBATOR PENETASAN UNGGAS MODEN

**IZHAR AHMAD
MOHD KHAIRUL DOMADI**

JABATAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL

KAEDAH MEMBANGUNKAN INKUBATOR PENETASAN UNGGAS MODEN

Diterbitkan oleh:
Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah

Penulis:
Izhar Ahmad
Mohd Khairul Domadi

©Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah

Edisi Pertama

Hakcipta terpelihara. Tidak dibenar mengeluarkan ulang mana – mana bahagian isi kandungan daripada buku ini termasuk artikel, ilustrasi dan foto dalam apa jua bentuk cara sekalipun sama ada fotokopi, mekanik, rakaman, cetakan, elektronik atau cara – cara lain tanpa terlebih dahulu mendapat izin bertulis daripada Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah

Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah

Kulim Hi Tech Park
09090 Kulim
Kedah

Tel: 04 – 4033 333
Fax: 04 – 4033 3033

PRAKATA

Buku ini diterbitkan khusus bagi membantu sesiapa sahaja di luar sana yang berminat untuk mebangunkan mesin inkubator penetasan unggas moden. Semoga dengan adanya panduan ringkas ini dapatlah kiranya rakan – rakan menggandakan bekalan unggas yang semakin hari semakin meningkat.

"Selamat Maju Jaya"

Izhar Ahmad
Mohd Khairul Domadi

Isi Kandungan



1.	Pengeraman dan Inkubator	1
1.1	Perkembangan Embrio	2
1.2	Keadaan Pengeraman	3
2.	Perkara Asas Inkubator Moden	5
2.1	Kawalan Suhu dan Kelembapan	6
2.2	Pemutaran Dulang Telur	9
2.3	Pengesan Keadaan Embrio	10
2.4	Pemantauan Berasaskan Sistem IoT	14
3	Rekabentuk Inkubator	16
3.1	Rekabentuk Mekanikal	17
3.2	Rekabentuk Elektronik dan Perisian	22
4	Rujukan	31

“Peningkatan populasi manusia menyebabkan berlakunya peningkatan dalam permintaan makanan dan daging unggas” – Izhar Ahmad



1 Pengeraman dan Inkubator

Pengeraman adalah proses induk unggas seperti ayam, itik, puyuh dan sebagainya menetas telur untuk membiakkan populasi. Faktor yang paling penting dalam proses pengeraman ialah suhu yang sekata yang diperlukan untuk perkembangan embrio di dalam telur sepanjang tempoh tersebut.

Suhu yang sekata untuk proses pengeraman secara semulajadi diperolehi dari badan induk unggas yang duduk di atas telurnya. Kaedah ini adalah tidak berkesan dalam menghasilkan populasi yang tinggi bagi memenuhi keperluan pasaran daging yang meningkat hari ini.

Kelembapan udara merupakan ciri proses pengeraman yang kritikal, keadaan udara yang terlalu kering menyebabkan telur mengalami kehilangan terlalu banyak air ke atmosfera dan memberi kesan kepada proses penetasan iaitu menyukarkan perkembangan embrio atau mustahil untuknya berkembang.

Kesan kelembapan yang rendah mengakibatkan telur biasanya akan menjadi lebih ringan dan ruang udara dalam telur akan menjadi lebih besar, akibat penyejatan dari telur dengan persekitaran. Sepanjang proses pengeraman, pemantauan perlu dijalankan sekerap mungkin bagi mengelakkan sesuatu yang tidak diingini seperti kegagalan fungsi mesin yang menyebabkan kerugian. Dalam buku ini, perbincangan akan memberi tumpuan kepada kajian yang dijalankan untuk meningkatkan keberkesanan inkubator.

1.1 Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio adalah proses yang berlaku secara berterusan dan ia dibahagikan kepada tiga fasa iaitu pembezaan, pertumbuhan, dan kematangan. Biasanya, pembezaan organ berlaku pada hari pertama pengeraman. Pertumbuhan dan kematangan organ – organ berlaku dalam fasa pembangunan seterusnya. Setiap fasa ini memerlukan tetapan tertentu dan persekitaran dalam inkubator yang terkawal. Apabila embrio bertambah, kadar metabolik meningkat dan ini disertai oleh peningkatan pengeluaran haba. Impaknya, corak semulajadi embrio dan suhu kulit telur menunjukkan peningkatan suhu ke arah akhir proses pengeraman. Dalam inkubator kita mesti membezakan di antara suhu titik set, suhu udara iaitu inkubator beroperasi dan suhu pada permukaan telur.

Pada permulaan pengeraman, embrio menghasilkan sedikit haba dan telur mesti dipanaskan. Ini bermakna, suhu udara mesti lebih tinggi daripada suhu telur. Apabila embrio berkembang, pengeluaran haba akibat aktiviti metabolik meningkat dan untuk mengelakkan pemanasan melampau udara di sekeliling telur mesti disejukkan sehingga haba dikeluarkan dari telur.



Rajah 1.1 Antara inkubator yang dibangunkan oleh penulis

1.2 Keadaan Pengeraman

Ciri - ciri penting proses pengeraman perlu sentiasa dikawal bagi mendapatkan kadar penetasan yang tinggi. Kadar penetasan yang rendah di bawah kadar 50% biasanya terjadi disebabkan kawalan suhu dan kelembapan berada dalam julat yang tidak wajar. Kawalan julat tidak wajar bermakna suhu dan kelembapan terlalu tinggi atau terlalu rendah untuk tempoh masa pengeraman yang mengganggu pertumbuhan normal dan perkembangan embrio.

Keputusan yang lemah juga berlaku dari pengudaraan yang tidak betul, sistem pemutaran telur yang tidak konsisten, sanitasi mesin dan sanitasi telur yang dibekalkan. Ciri - ciri utama proses pengeraman yang mesti dikawal dalam inkubator adalah suhu, kelembapan dan pengudaraan. Ketetapan suhu adalah bergantung kepada jenis telur yang dieramkan.

Bagi meningkatkan peratusan telur subur yang baik, inkubator mesti dapat mengekalkan suhu malar. Walaupun pelbagai jenis telur memerlukan tahap haba yang berbeza, kebanyakan akan mengalami proses perkembangan dan menetas dengan baik pada suhu 99 ° F hingga 101 ° F.

Pengudaraan adalah sangat penting semasa proses pengeraman. Ia juga berfungsi bagi megawal atau mengimbangi kelembapan. Semasa proses embrio sedang berkembang, oksigen memasuki telur melalui kulit telur dan karbon dioksida dibebaskan dengan cara yang sama. Apabila embrio berkembang, bukaan udara melalui kulit telur akan terbuka secara beransur - ansur untuk memenuhi permintaan oksigen embrio yang meningkat.



Penjagaan mesti diambil untuk mengekalkan kelembapan semasa tempoh penetasan. Lubang-lubang pengudaraan yang tidak terhalang, baik di atas dan di bawah telur, adalah penting untuk pertukaran udara yang betul. Jadual 1.1 menunjukkan tempoh inkubasi serta tetapan suhu dan kelembapan udara bagi inkubator

Jenis Unggas	Keadaan Inkubasi			Penetasan
	Jumlah hari	Suhu °C	Kelembapan udara %RH	Hari untuk dipindahkan
Ayam	21	37.5	58	18
Itik	28	37.5	58 - 62	25
Angsa	30	37.5	62	27
Puyuh (Japanese)	17	37.5	58 - 62	15
Puyuh (Bobwhite)	23	37.5	54 - 58	21
Ayam Piru	28	37.5	54 - 58	25

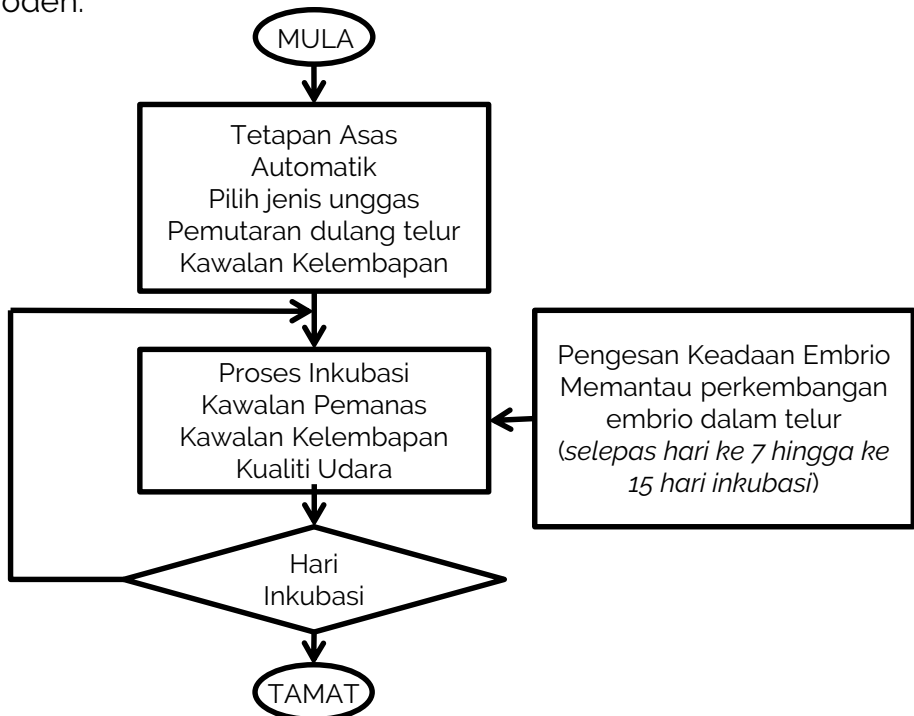
Jadual 1.1 Tempoh inkubasi serta tetapan suhu dan kelembapan udara bagi inkubator

2 Perkara Asas Inkubator Moden

Terdapat empat perkara asas yang perlu diketahui bagi membina sebuah inkubator moden iaitu:

1. Kawalan suhu dan kelembapan
2. Pemutaran dulang telur
3. Pengesanan keadaan embrio
4. Pemantauan berasaskan internet; Internet of Thing (IoT)

Rajah 2.1 menunjukkan aliran proses penuh bagi sebuah inkubator moden.



Rajah 2.1 Carta alir proses inkubator moden

2.1

Kawalan Suhu dan Kelembapan

2.1 Kawalan Suhu dan Kelembapan

Menurut Umar et al. (2016), penetasan moden adalah contoh penyelesaian saintifik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah biologi. Inkubator adalah alat yang mengambil alih tugas induk unggas mengeram telur dengan cara mengawal suhu, kelembapan dan pengudaraan, serta mengalihkan telur untuk perkembangan embrio menjadi anak unggas.

Pada tahun 2017, (Zain-Aldeen et al., 2017) menjalankan kajian pengawalan suhu dan kelembapan inkubator dikawal oleh pengawal PID yang sangat fleksibel untuk mencapai persekitaran yang diperlukan. Parameter pengawal yang terlibat adalah termasuk K_p (faktor berkadar), K_i (faktor Integral) dan K_d (faktor Derivatif) yang boleh disesuaikan dengan dua alat. Manakala Okpagu et al. (2016),

menjalankan kajian pembangunan model sistem inkubator telur yang mampu mengeram pelbagai jenis telur dalam lingkungan suhu 35°C sehingga 40°C .

Sistem ini menggunakan pengesanan suhu dan kelembapan udara yang dapat mengukur keadaan inkubator dan secara automatik mengubah kepada kondisi yang sesuai untuk pengeraman telur. Variasi melampau dalam suhu pengeraman menjejaskan embrio dan pada akhirnya, prestasi penetasan menjadi rendah. Dalam kajian ini, mentol elektrik digunakan untuk memberikan suhu yang sesuai kepada telur manakala kipas air dan kawalan digunakan untuk memastikan kelembapan dan pengudaraan berada dalam keadaan baik. Paparan hablur cecair (LCD) digunakan untuk memaparkan keadaan status inkubator dan antara muka sebagai pad kekunci disediakan untuk memasukkan julat suhu yang sesuai mengikut jenis telur.



Untuk memastikan bahawa semua bahagian telur dipanaskan oleh lampu dengan baik, motor DC digunakan untuk memutar rod besi di bahagian bawah dan secara automatik menukarkan posisi telur dari semasa ke semasa. Keseluruhan elemen dikawal menggunakan pengawal mikro (microcontroller) AT89C52. Suhu inkubator dikekalkan pada suhu normal menggunakan pengawal PID yang dilaksanakan dalam pengawal mikro.

Model matematik inkubator, penggerak dan pengawal PID telah dibangunkan. Rekabentuk pengawal adalah berdasarkan model yang telah dibangunkan menggunakan Matlab Simulink. Model – model tersebut telah disahkan melalui simulasi dan kaedah penalaan Zeigler-Nichol diadopsi sebagai teknik penalaan untuk mengubah parameter kawalan suhu pengawal PID untuk mencapai

tindak balas sementara yang dikehendaki dari sistem apabila tertakluk kepada input langkah unit. Selepas beberapa andaian dan simulasi, satu set parameter optimum diperolehi daripada keputusan ujian ketiga yang memperlihatkan penambahbaikan yang dalam nilai terlajak atas, waktu naik, masa puncak dan masa penyelesaian sehingga meningkatkan keteguhan dan kestabilan sistem.

Inkubator moden hari ini memerlukan pemantauan suhu yang tepat untuk prestasi dan keluaran yang optimum. Rangkaian suhu operasi inkubator konvensional terletak di dalam 92°F - 102°F (37°C - 39°C). Oleh itu, kertas kerja ini membentangkan rekabentuk Sistem Inkubator berasaskan pengawal mikro yang terbukti dengan suhu pratetap, yang mampu memantau dan mengekalkan suhu pratetap operasi menggunakan teknik penukaran automatik.



Sistem inkubator automatik mengandungi pengesan suhu yang dapat mengukur keadaan suhu inkubator dan secara automatik mengubahnya kepada keadaan yang sesuai untuk pengeraman telur. Kesihatan telur sangat penting untuk perkembangan embrio dalam telur. Kawalan yang tidak betul bermakna suhu atau kelembapan menjadi terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Dalam projek ini, pemanas ringan digunakan untuk memberikan suhu yang sesuai kepada telur. Keadaan status dalam sistem inkubator akan muncul pada paparan skrin LCD. Untuk memastikan semua bahagian telur dipanaskan oleh lampu, motor DC sangat berguna untuk memutarakan telur di bahagian bawah dan secara automatik menukar kedudukan telur. Keseluruhan elemen akan dikawal menggunakan pengawal mikro AT89S52.

AT89S52 adalah sejenis pengawal mikro yang boleh memproses data dari sensor dan akan melaksanakan elemen kawalan untuk mengubah keadaan sistem inkubator. Projek ini adalah produk mesra pengguna.

2.2 Pemutaran Dulang Telur

2.2 Pemutaran Dulang Telur

Mohd Badli Ramlib et al. (2015), merekabentuk dan membangunkan sistem pemutaran telur menggunakan penghantar (conveyer) bagi inkubator aliran paksa udara untuk mengeram pelbagai jenis telur. Inkubator ini dilengkapi dengan deria suhu dan kelembapan untuk mengukur dan mengawal keadaan di dalam inkubator.

Dewanti et. al. (2014), menyatakan kesan sudut kecondongan (dari menegak) dan interaksi dengan kekerapan beralih semasa pengeraman terhadap kesuburan, kematian embrio, dan kejadian embrio dengan kepala di hujung telur kecil (malpositioned) telah dikaji dalam dua eksperimen yang terdiri daripada dua ujian untuk menentukan jika sudut putaran kurang daripada 45° boleh berjaya. Penetasan telur dari pembiakan ayam komersial telah digunakan.

Kedudukan telur tertakluk kepada sudut 35° , 40° , atau 45° darjah, dengan kekerapan 24 kali setiap hari dalam Eksperimen 1. Angka yang berubah-ubah tidak memberi kesan kepada penetasan yang subur. Walau bagaimanapun, kejadian embrio yang dikelaskan secara berasingan dan embrio meningkat sebanyak 35° , berbanding dengan 40° dan 45° darjah sudut dalam Eksperimen 1. Telur dihantarkan sudut 35° (dari menegak), dengan kekerapan sama ada 24 kali atau 96 kali sehari, atau 45° , dengan 24 kali bertukar dalam dua percubaan

Eksperimen 2. Data ini menunjukkan bahawa kejadian embrio melekat telah meningkat dengan sudut perubahan yang dikurangkan, tetapi kesan ini telah diperbaiki oleh peningkatan bersamaan dalam kekerapan berubah. O. Elibol et. al (2006), menemui bahawa frekuensi pemutaran telur tidak mempengaruhi daya tetas telur.

2.3 Pengesan Keadaan Embrio

2.3 Pengesan Keadaan Embrio

D.P. Smith et. al (2008), menyatakan sistem pengimejan hyperspectral dan teknik pemodelan ramalan telah dinilai untuk menentukan kesuburan dan perkembangan embrio awal penetasan telur ayam. Telur empat induk ayam telah dikumpulkan (12 subur, 12 tidak subur) untuk setiap lapan ujian percubaan ($n = 192$) dan dicatatkan pada hari 0, 1, 2 dan 3 pengeraman untuk latihan dan pengesanan model.

Tiga ulangan 30 telur masing-masing (dicampurkan secara rawak) dikumpulkan dan dicatatkan seperti di atas untuk pengesanan model ($n = 90$). Telur diletakkan di bawah dan menegak di belakang sistem pengimejan iaitu lensa, spectrograph dan kamera CCD.

Spatial dan data spektrum dari kira-kira 400 – 1000 nm dikumpulkan untuk setiap telur pada setiap hari pengeraman dengan penghalusan untuk 550 - 899 nm.

Seorang pengelas jarak jauh Mahalanobis Distance (MD) dilatih dengan data spektrum dari lima set telur yang pertama, maka Analisis Komponen Utama (PCA) dilakukan. Model ini telah digunakan untuk tiga set seterusnya untuk pengesanan model dan kemudian kepada tiga puluh set telur untuk pengesanan. Kesuburan telah disahkan pada hari kelima pengeraman oleh proses melilin (candling). Ramalan model MD/PCA untuk tiga set pengesanan telur adalah: 71% ketepatan untuk Hari Mula; 63% untuk Hari Pertama, 65% untuk Hari Kedua dan 83% untuk Hari Ketiga. Untuk tiga set telur pengesanan, model MD/PCA dengan tepat meramalkan 46/90 pada Hari Pertama dan 45/90 pada Hari Ketiga.



Data menunjukkan bahawa model MD/PCA tertentu yang digunakan tidak sesuai untuk meramalkan kesuburan dan awal perkembangan embrio.

Zhihui Zhu and Meihu Ma (2011), menerangkan keupayaan untuk mengenal pasti telur subur secara automatik sebelum pengeraman akan membolehkan penyingkiran telur yang tidak subur, sekaligus mendatangkan keuntungan yang tinggi kepada penetasan dengan kualiti ayam yang lebih baik dan jumlah patogen yang lebih rendah terhadap pencemaran anak ayam. Kaedah berdasarkan penglihatan mesin dan mesin vektor sokongan sekurang-kurangnya (LS-SVM) untuk pengenalan telur subur sebelum pengeraman dicadangkan.

Imej digital diperolehi oleh kamera digital resolusi tinggi dengan pencahayaan semula cahaya yang sejuk, dan bentuk telur (bentuk telur indeks, bulat, pemanjangan, masa geometrik) dan warna maklumat rata – rata rantau kuning telur seperti warna (H), intensiti (I), tepu (S) daripada watak imej diekstrak. Algoritma LS-SVM digunakan untuk menubuhkan model klasifikasi telur yang subur dari telur yang tidak subur. Keputusan ujian diperolehi dari set ujian 40 menunjukkan bahawa ketepatan klasifikasi terbaik adalah 92.5%.

Dengan menggunakan set data yang sama, perbandingan prestasi antara pengelas LS-SVM dengan fungsi kernel yang berbeza dan yang lain pengelas berbeza telah dijalankan. Berbanding dengan kernel lain, pengelas LS-SVM dengan asas radius kernel berfungsi (RBF) didapati memperoleh ketepatan yang terbaik dan memberikan ketepatan yang lebih baik, lebih



tinggi kelajuan berbanding dengan mesin vektor sokongan (SVM) dan back-propagation (BP) neural buatan pengelas rangkaian.

Vargas Cruz Ramiro Sebastián et al. (2018), menyatakan telur harus mematuhi proses kawalan kualiti yang ketat. Langkah pertama dalam proses kualiti adalah analisis melilin telur (candling). Melilin telur adalah prosedur tidak merosakkan yang terdiri dari menerapkan cahaya terhadap telur untuk mengesan kelainan. Proses ini biasanya dilakukan secara manual di kilang unggas kecil dan sederhana.

Melilin telur secara manual adalah terdedah kepada kesilapan manusia dan boleh menyebabkan masalah kesihatan kepada pekerja. Ia adalah perlu untuk melaksanakan proses automatik. Kajian berikut secara ringkas menerangkan peranti yang menggabungkan analisis telur ayam automatik dan manual.

Tambahan pula, ia melampaui reka bentuk dan menerangkan penyelesaian yang sah mengenai keselamatan pekerjaan dan kekurangan zat makanan yang boleh muncul kerana pelaksanaan reka bentuk inovatif ini.

Berdasarkan kajian Akanji et. al (2015), membentangkan rekabentuk sistem untuk proses melilin telur berasaskan berasaskan pengawal mikro. Sistem yang dipadukan dengan mesin penetasan automatik lengkap, menggunakan IR pemancar dan penerima TSOP yang sangat sensitif. Isyarat 40 KHz melalui telur dan diterima di hujung yang lain. Penyimpanan isyarat dalam kekerapan yang diterima menunjukkan kehadiran embrio hidup yang menunjukkan bahawa proses penetasan perlu diteruskan. Isyarat tidak jelas menunjukkan ketiadaan hidup dalam telur dan proses penetasan ditamatkan. Dua set motor stepper digunakan untuk mekanisme melilin.



S. Arivazhagan et. Al (2013) menunjukkan pemisahan telur yang cacat secara otomatis dari yang berkeelayakan akan membawa kepada pengurangan yang besar terhadap tekanan visual penggred serta peningkatan proses kawalan kualiti.

Pangkalan data terdiri daripada imej yang diambil dari telur di bawah keadaan pencahayaan yang berlainan. Hasilnya dibentangkan untuk menunjukkan kesahihan proses visual yang dicadangkan pada sampel yang luas dari kedua-dua telur yang cacat dan tidak cacat.

Kertas ini membentangkan teknik pemprosesan imej yang tidak memusnahkan dan kos efektif untuk mengesan pelbagai retak, kotoran dalam kulit telur dan bintik – bintik dalam darah. Retakan biasanya mempunyai pencahayaan rendah dan oleh itu transformasi tepi bawah digunakan untuk mengekstrak keretakan dari komponen luminance imej selepas transformasi YIQ. Untuk menganggarkan kesegaran telur, imej lilin yang diperolehi ditingkatkan untuk mengesan bintik-bintik darah dan kemudian bilangan piksel yang dilabelkan sebagai bintik-bintik darah dikira.

2.4 Pemantauan Berasaskan Sistem IoT

2.4 Pemantauan Berasaskan Sistem IoT

Mala Sruthi Ba dan S. Jayanthiyb (2017), menyatakan pengukuran cahaya yang tepat dan kuantitatif adalah penting dalam mencipta hasil yang diinginkan dalam aplikasi harian dan praktikal seperti dalam Industri penternakan unggas. Pengukuran cahaya adalah penting dalam memastikan kecekapan proses penetasan telur. Penetasan buatan telah digunakan di ladang ternakan untuk menetas telur unggas.

Untuk penetasan telur yang lebih baik, suhu dan kelembapan harus dikekalkan dengan baik. Sistem yang dicadangkan ini dilengkapi dengan sensor DHT11 yang memantau suhu dan kelembapan inkubator dan dikemaskini secara berterusan ke pelayan awan melalui Wi-Fi.

Pengguna dari jauh memantau nilai suhu dan kelembapan dan mengawal keamatan mentol menerusi aplikasi android dalam telefon bimbitnya. Sebuah motor servo dipasangkan pada pemutar telur yang disimpan di dalam inkubator dan diputar mengikut masa yang ditetapkan untuk mengelakkan kuning telur dari melekat pada kulit telur dan juga untuk menyeragamkan suhu pada permukaan telur.

Dari hasil percubaan, penetasan telur yang lebih baik dapat dicapai dengan mengawal keamatan mentol dari jarak jauh. W.S Mada Sanjaya et. al, (2018), dalam kajiannya, menghuraikan pembangunan inkubator puyuh pintar. Sistem inkubator berdasarkan pengawal mikro Arduino untuk mengawal suhu, kelembapan, dan membalikkan telur puyuh secara automatik.



Perkembangan peranti ini menjadi platform yang pada akhirnya telah berjaya memberikan kesan optimum kepada persekitaran untuk proses penetasan telur (Othman S., 2001).

Di samping itu, IoT sistem boleh membantu petani untuk memantau inkubator pintar dari jauh. Pembangunan inkubator ini telah diuji untuk menetas telur puyuh di Ladang Quail CV Slamet, Sukabumi, Indonesia . Telur puyuh telah berjaya ditetaskan sebanyak 87.55%, 0.41% menetas tetapi rosak, 1.84% menetas tetapi mati, dan 10.20% tidak menetas oleh 490 telur dalam tempoh pengeraman selama 17 hari. Kartika Yuli Triastuti et. al, (2018), merumuskan pengeluaran ayam adalah salah satu keperluan nasional. Penetasan telur adalah penting dalam pengeluaran ayam. Prinsip penetasan telur adalah untuk dengan menjaga keadaan suhu supaya stabil.

Oleh itu, sebagai tambahan kepada kawalan suhu, pemantauan juga diperlukan. Pemantauan secara manual akan mengambil masa dan usaha sendiri.

Kertas kerja ini bertujuan untuk membangunkan pemantau suhu pada inkubator telur yang menggunakan teknologi IoT. Umumnya, mesin inkubator telur menggunakan haba lampu untuk kekal pada suhu bilik. Data suhu diambil dari deria suhu yang dipasangkan pada pengawal mikro yang kemudiannya dihantar ke dalam talian tanpa wayar (Wi-Fi). Keputusan ujian menunjukkan suhu dan data status lampu boleh dibaca dalam masa nyata (real time) menggunakan IoT dengan platform Blynk yang juga boleh diakses menggunakan telefon mudah alih.

3

Rekabentuk Inkubator

Kajian lepas menunjukkan bahawa suhu, kelembapan, pemutaran telur dan pengudaraan adalah merupakan faktor utama yang mempengaruhi kadar penetasan. Selain dari itu, kaedah pemutaran dan juga sudut pemutaran telur turut dikaji dan didapati ia juga mempengaruhi kualiti anak unggas yang menetas.

Proses melilin adalah penting dilakukan untuk mengenali telur yang tidak berbenih dan memantau perkembangan embrio bagi mengenalpasti telur yang tidak berbenih atau mati. Faktor – faktor ini menunjukkan ia berkait rapat di antara satu sama lain dan mempengaruhi kadar penetasan. Bagi menjimatkan masa dan kos, kajian pemantauan secara IoT dijalankan bagi meningkatkan kecekapan proses pengeraman.

Merujuk kepada Dieter (2009), proses rekabentuk produk melibatkan tiga fasa utama iaitu 1. Rekabentuk konsep 2. Pembangunan, dan 3. Rekabentuk terperinci. Oleh yang demikian, bagi meyiapkan sebuah inkubator moden. Perkara berikut adalah merupakan bahagian utama dalam rekabentuk inkubator:

1. Rekabentuk Mekanikal
2. Rekabentuk Elektronik
3. Rekabentuk Perisian

Rekabentuk inkubator elektronik penetasan unggas yang dipilih adalah mengambil kira faktor – faktor berikut:

1. Analisis agihan suhu dan kelembapan
2. Pengaruh kadar pengeluaran haba dari permukaan telur
3. Rak inkubator dapat dipisahkan dari rumah inkubator, dan
4. Kesan ruang penetasan

3.1 Rekabentuk Mekanikal

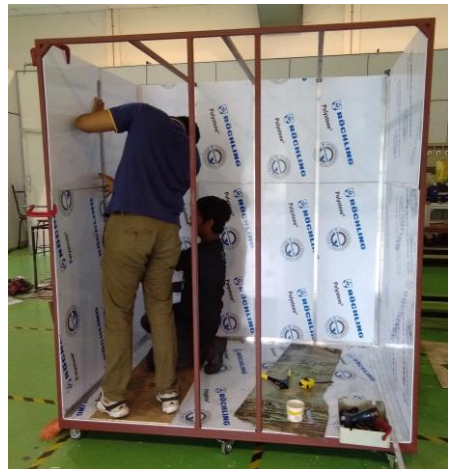
Rekabentuk mekanikal terdiri dari pembangunan **perumah inkubator, mereka bentuk dulang telur dan kerangka rak bertingkat.**

3.1.1 Perumah Inkubator

Pembinaan perumah inkubator perlu mengambil kira faktor kecekapan pengawalan suhu, kelembapan, pengudaraan, dan juga kaedah bagi mengelakkan persekitaran pengeraman yang dikawal di dalam inkubator tidak dipengaruhi oleh keadaan cuaca persekitaran. Selain itu kemudahan untuk menjalankan kerja – kerja pembersihan dan penyelenggaraan adalah penting serta dipertimbangkan dalam merekabentuk perumah inkubator. Rangka inkubator NX – 5600 dibangunkan menggunakan keluli lembut bersaiz 25 mm x 50 mm.

Kerangka perumah yang dibangunkan adalah bersaiz 194 cm x 135 cm x 183 cm. Dalam ruang pengeraman ini ditempatkan kipas dan pemanas pada bahagian tengah.

Kerangka dicat dengan cat anti karat. Pada rangka perumah sebanyak enam biji roda untuk kerja berat telah dipasang bagi memudahkan proses memindahkan inkubator.



Rajah 3.1 Memasang polystone pada kerangka inkubator



3.1.2 Pemegang Dulang telur

Pemegang dulang telur merupakan tempat meletak dulang plastik telur. Fungsi pemegang dulang telur adalah untuk membalikkan telur unggas pada sudut 90° iaitu 45° ke kiri dan 45° ke kanan. Fungsi membalikkan telur ini adalah untuk menyeragamkan suhu keseluruhan permukaan telur dan juga mengelakkan embrio yang terbentuk di dalam telur melekat pada kulit telur dan menjejaskan kualiti anak unggas yang terhasil.

Pemegang dulang telur diperbuat dari keluli tahan karat (stainless steel) bersaiz 16 mm x 16 mm. Terdapat tiga saiz pemegang dulang yang dibina untuk memuatkan dulang plastik telur mengikut bilangan antara 250 biji, 160 biji dan 88 biji telur unggas. Proses pembuatannya dimulai dengan mengimpal lengan dulang pada kedua hujungnya yang bersudut 120° dengan tujuan untuk mengurangkan jumlah daya yang dikenakan untuk menggerakkannya.

Sambungan kimpalan dicuci dengan bahan khas pencucui keluli tahan karat. Sebelum proses menyambung lengan dulang, lubang untuk menyambung dulang secara bertingkat ditebuk terlebih dahulu. Lengan dulang dikimpal pada jig khas supaya bentuk yang dihasilkan adalah seragam. Rajah 3.2 di bawah menunjukkan proses pembuatan pemegang dulang telur.



Rajah 3.2 Pemegang dulang telur.



3.1.3 Rak Bertingkat

Rak Bertingkat adalah rak untuk menempatkan beberapa pemegang dulang telur supaya ia dapat dibalikkan pada sudut yang telah ditetapkan secara serentak. Kerangkanya diperbuat dari keluli tahan karat 25 mm x 25mm. Terdapat tiga jenis Rak Bertingkat yang dibangunkan iaitu:

1. Rak pengeraman puyuh untuk menempatkan 14 bekas telur puyuh.
2. Rak pengeraman ayam untuk menempatkan 30 bekas telur ayam.
3. Rak pengeraman ayam piru untuk menempatkan 16 bekas telur ayam piru.

Pada bahagian atas rak terdapat satu pemasangan pendakap yang dikimpal untuk memasang mekanisma penggerak linear. Pada rak ini juga dibuat dua aci penyokong lengan dulang yang dipasang secara berasingan iaitu pada bahagian atas dan bawah.

Bagi mengurangkan geseran dan melancarkan pergerakan aci ini, empat gelas jenis bebola (ball bearing pillow block) bersaiz 10mm dipasang bagi menyokongnya. Kedua – dua aci ini dihubungkan oleh empat penghubung keluli tahan karat bersaiz 12 mm x 12 mm.

Pada penghubung keluli ini ditebuk lubang bersaiz 6 mm pada jarak 125 mm di antara satu sama lain bagi memasang pemegang dulang. Beberapa pemegang dulang akan dipasang mengikut kedudukan lubang yang ditebuk pada penghubung keluli secara bertingkat dan membolehkan ia bergerak secara selari. Pada bahagian bawah rak bertingkat dipasang empat roda untuk memudahkan rak dikeluarkan dari inkubator serta memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan dan pembersihan.



3.1.4 Mekanisma Pergerakan Linear

Mekanisma pergerakan linear telah dipilih untuk membalikkan dulang pada sudut 90° . Komponen mekanisma ini terdiri daripada:

1. Galas jenis pillow block 10 mm,
2. Aci dulu (lead shaft) dengan diameter 12 mm dan panjang 450 mm,
3. Landasan profil aluminium dengan panjang 450 mm,
4. Blok dengan nat skru bebola 12 mm
5. Rangkaian keluli.

Aci dulu dipasang pada landasan aluminium disokong oleh dua biji galas pada kedua hujungnya dan ia diputar oleh motor arus terus pada kelajuan yang bersesuaian. Putaran aci dulu ini akan menggerakkan blok yang dipasang di tengahnya secara mendatar

Kelebihan mekanisma ini ialah:

1. Daya kilas yang dihasilkan lebih kuat.
2. Pergerakan yang lancar dengan halaju yang seragam mengelakkan terjadinya gegaran kepada telur di dalam dulang.
3. Mudah untuk merekabentuk sistem kawalan.



Rajah 3.3 Rak bertingkat dan mekanisma pergerakan linear



3.1.5 Sistem Pengudaraan

Sistem pengudaraan adalah penting bagi mengawal kelembapan udara dan juga menukar udara di dalam inkubator. Embrio yang hidup di dalam telur akan menggunakan oksigen dan membebaskan karbon dioksida. Didapati saiz lubang pengudaraan juga akan mempengaruhi kelembapan di dalam inkubator. Bagi inkubator CP1E – 3000 dan CP1E – 600 pengudaraan dihasilkan dengan memasang satu kipas tiga inci 12 VDC yang sentiasa terpasang untuk menarik keluar udara melalui satu lubang bersaiz 22 mm pada bahagian atas bumbung. Kaedah ini juga didapati sesuai kerana ia juga dapat mengimbangi kelembapan di dalam ruang pengeraman.

3.2 Rekabentuk Elektronik dan Perisian

Rekabentuk elektronik dan perisian adalah jantung kepada inkubator yang dihasilkan. Ianya melibatkan perkakasan dan sistem kawalan keseluruhan antara mesin dengan pengguna.

3.2.1 Paparan Antara muka antara Manusia dan Mesin

Paparan antara muka antara manusia dan mesin (Human Machine Interface) adalah suatu sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI merupakan sebuah komputer dengan paparan di monitor CRT atau LCD dengan keseluruhan sistem yang beroperasi dapat dilihat dari layar tersebut. HMI dilengkapi dengan papan kekunci dan tetikus melalui kaedah menyentuh layarnya.

Tujuan HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan pengendali melalui tampilan layar komputer serta memberi kemudahan kepada pengguna mendapat maklumat sistem yang sedang beroperasi.



Rajah 3.4 Paparan antara muka antara manusia dan mesin (HMI)



Pada HMI juga terdapat visual pengendali mesin berupa tombol, gelongsor dan sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengawal atau mengendalikan mesin. Selain itu dalam HMI juga dilengkapi dengan penggera jika berlaku kecemasan. Berikut adalah fungsi lain bagi HMI dalam projek inkubator yang telah dibangunkan:

1. Mengawal suhu dan kelembapan ruang pengeraman di dalam inkubator secara masa sebenar tanpa perlu keluar dari ruang kawalan.
2. Pengaturan (berdasarkan nilai yang disetkan) suhu dan kelembapan dapat diubah mengikut kesesuaian.
3. Penggera yang disediakan meliputi Sejarah Pengera (Alarm History) dan Ringkasan Pengera (Summary)
4. Menampilkan grafik proses operasi inkubator yang berlaku.

Salah satu fungsi HMI adalah bagi memaparkan visual kejadian, peristiwa, atau pun proses yang sedang berlaku ketika inkubator sedang beroperasi. Keadaan ini membolehkan pengguna mengetahui status operasi mesin dengan mudah. Dari pemantauan pengguna dapat membuat keputusan sama ada meneruskan atau menghentikan operasi inkubator.



Rajah 3.5 Contoh paparan layar HMI



Penetapan kelembapan maksimum dan minimum. Pada layar juga memaparkan keadaan operasi sistem pelembab udara. Warna merah menunjukkan menunjukkan pelembab udara berhenti operasi kerana kelembapan telah capai nilai yang ditentukan.

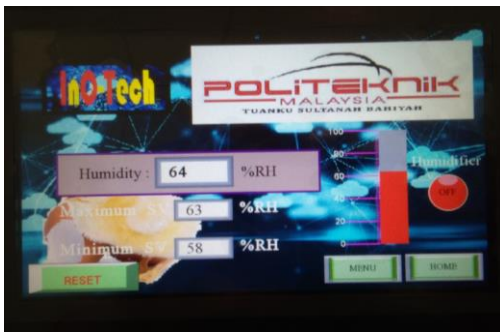


Rajah 3.7 Paparan suhu dan kelembapan udara

Bacaan suhu dan kelembapan mengikut waktu sebenar (real time). Bacaan ini adalah nilai yang akan dipaparkan pada antara muka Grafana. Paparan pada HMI juga menunjukkan status operasi komponen - komponen dan kecondongan dulang telur unggas.



Rajah 3.8 Paparan status operasi komponen – komponen inkubator



Rajah 3.6 Paparan kawalan pelembab udara



3.2.2 Pengawal Logik Boleh Aturcara (PLC)

Di dalam sistem automasi, PLC sering dianggap sebagai jantung kawalan. Semasa pelaksanaan aturcara aplikasi kawalan iaitu melalui tetapan yang disimpan di dalam ingatan PLC. PLC akan sentiasa memantau keadaan sistem melalui isyarat suapbalik peranti masukan kawasan kerja. Kemudian berdasarkan logik aturcara, sebarang tindakan dilaksanakan pada peranti keluaran kawasan kerja. PLC boleh digunakan untuk mengawal tugas yang mudah dan berulang - ulang ataupun beberapa PLC boleh disambung bersama dengan pengawal hos atau komputer hos lain melalui rangkaian komunikasi untuk menyepadukan kawalan proses yang kompleks. Dalam pembangunan projek ini dua jenis siri PLC Omron telah digunakan iaitu jenis CP1E dan NX - 102.

PLC menyediakan prestasi yang baik dan aplikasi mudah dengan fungsi asas iaitu:

1. Input tindak balas pantas
2. Sambungan mudah dengan komputer menggunakan kabel USB yang tersedia secara komersil
3. Dilengkapi fungsi kaunter kelajuan tinggi dan memori
4. Saiz ingatan ialah 8k perkataan
5. Dua input dan satu output, untuk unit CPU jenis NA
6. Fungsi nadi berkelajuan tinggi I/O
7. Jenis port komunikasi RS232C, USB 2.0
8. Suhu operasi antara 0 ° C dan 55 ° C



Rajah 3.9 PLC CP1E - N40DT1

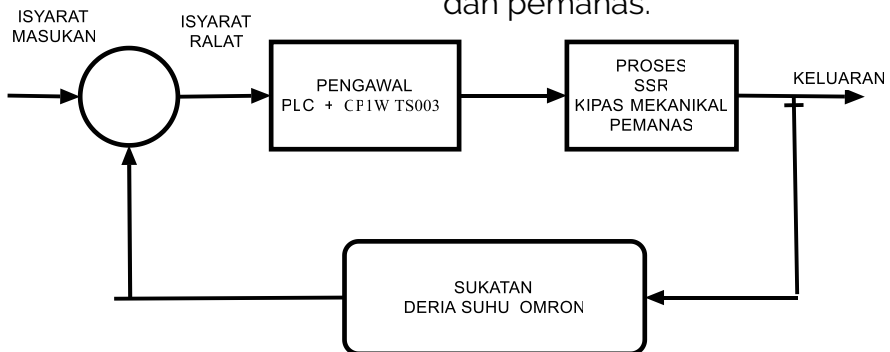


3.2.3 Sistem Pemanasan

Rajah 3.10 menunjukkan gambarajah blok pengawalan suhu inkubator menggunakan kaedah kawalan sistem gelung tertutup (closed loop control). Ia membolehkan pengawal utama (PLC) mengawal operasi pemanas secara automatik mengikut nilai suhu yang telah ditetapkan.

Inkubator yang dibangunkan menggunakan pemanas udara jenis sirip dan juga tiub fasa tunggal 240 VAC. Suhu akan dikawal melalui kaedah Buka/Tutup oleh PLC.

Satu unit pengesan Suhu Omron CP1W TS003 (Omron Temperature Sensor Unit) telah dipasang secara bersepadu dengan PLC di mana ia berfungsi untuk menukar isyarat analog kepada digital. Isyarat masukan ialah dua nilai suhu yang telah disetkan pada HMI iaitu suhu tertinggi dan terendah. Pengawal yang terdiri dari PLC dan modul CP1W TS003 akan mengimbangkan suhu di dalam inkubator dengan membandingkan suhu yang disukat oleh deria suhu (thermocouple) dengan suhu masukan. Sebarang ralat yang berlaku akan dibetulkan dengan cara tindakan yang akan dilakukan oleh sistem proses yang terdiri dari komponen SSR, kipas mekanikal dan pemanas.



Rajah 3.10 Gambarajah blok sistem kawalan



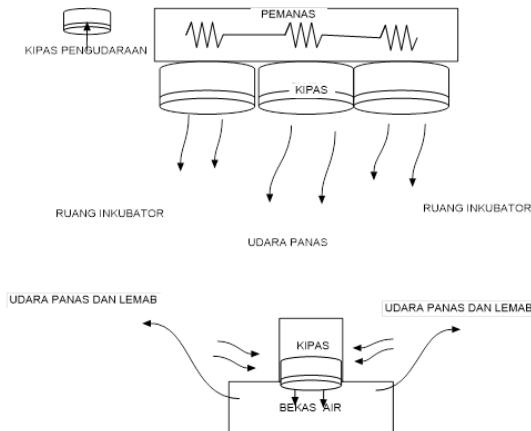
3.2.4 Sistem Pelembab Udara

Kelembapan udara merujuk kepada kandungan wap – wap air yang terdapat dalam atmosfera pada masa tertentu. Ia adalah proses persekitaran menghasilkan wap air bergantung kepada suhu udara. Pada takat suhu tertentu maka jisim udara juga mempunyai had tertentu untuk menyerap dan menampung wap-wap air yang disejat. Kelembapan udara terbahagi kepada dua iaitu kelembapan mutlak dan kelembapan bandingan. Hasil dari ujian yang telah dijalankan ke atas inkubator,

dua jenis inovasi pelembab udara telah berjaya dibangunkan mengikut kaedah pergerakan udara panas di dalam inkubator. Inovasi pelembab udara ini terdiri dari beberapa komponen yang mudah didapati iaitu:

1. Kipas mekanikal 75mm 12 VDC dan kipas 125mm 240 AC.
2. Bekas air
3. Pengawal paras air
4. Penutup alumunium
5. Penutup bekas air

Rajah 3.11 menunjukkan kedudukan elemen pemanas, kipas utama dan pelembab udara di dalam inkubator.



Rajah 3.11 Gambarajah skematik pelembab udara inovasi



3.2.5 Sistem Pemantauan dan Kawalan IoT

Sistem pemantauan IoT ini boleh dicapai pada pelayan awan (cloud server) yang mengandungi pengkalan data dan juga antaramuka (dashboard) untuk paparan nilai semasa ciri-ciri yang dikawal. Data atau maklumat yang dihantar ke pelayan awan disimpan pada pengkalan data dan boleh dicapai di mana - mana, pada sebarang masa secara dalam talian.

Komunikasi dan penghantaran data atau maklumat oleh peranti kawalan kepada pelayan awan dilaksanakan menggunakan protokol OPC UA Server yang terdapat pada PLC NX - 102. Inkubator yang dibangunkan menggabungkan beberapa fungsi kawalan yang bertindak secara automatik.

Antara fungsi yang terdapat dalam sistem ini ialah:

1. Kawalan Suhu
2. Kawalan Kelembapan
3. Kawalan Pergerakan dulang telur

Kesemua parameter kawalan ini diproses dan dikawal secara berpusat menggunakan Pengawal Logik Boleh Aturcara (PLC). PLC yang digunakan menggunakan PLC CP1E-N40DT-D yang mempunyai spesifikasi seperti berikut:

Voltan Bekalan : 24 VDC

Masukan Digital: 24

Keluaran : 16 (PNP)

Data Memory Capacity: 8 K words

Communication Port: Serial RS-232C, USB

Communication option:

CompoBus/S Slave, Ethernet

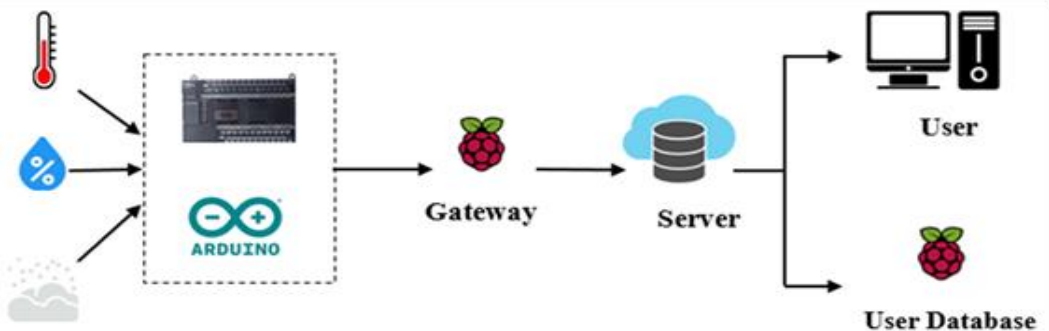
TCP/IP, Serial RS-232C, Serial RS-

422, Serial RS-485



Sistem ini menggunakan pengawal mikro sebagai peranti pensuisan isyarat (signal conditioning) di antara kelembapan dan Optical Dust Sensor kepada Pengawal utama PLC membolehkan isyarat dari deria diproses untuk tindakan kawalan. Sistem pemantauan IoT inkubator direkabentuk dan dibangunkan secara bersepadu di antara Pengawal Logik Boleh Aturcara (PLC) dan pengawal mikro. Pengawal Logik Boleh Aturcara (PLC) bertindak sebagai pengawal utama. Bagi mewujudkan komunikasi di antara inkubator dan pelayan maya,

Raspberry pi digunakan bersama dengan nod-RED sebagai gerbang IoT. Sistem ini terdiri dari alat deria seperti deria suhu, deria kelembapan digital (DHT) dan deria kepadatan habuk. Bacaan deria digunakan sebagai parameter kawalan dan ia akan dihantar atau disimpan dalam pangkalan data pelayan. Data inkubator bersepadu juga boleh dilihat melalui papan pemuka laman web atau aplikasi telefon pintar.



Rajah 3.12 Sistem bersepadu Pengawal Logik Boleh Aturcara (PLC) dan pengawal mikro



Dari rajah 3.68 pengawal utama untuk sistem adalah PLC dan ia disambung secara siri dengan pengawal mikro arduino untuk menerima isyarat masukan yang terdiri dari suhu, kelembapan dan deria habuk. Pengawal menerima parameter yang telah ditetapkan seperti suhu, kelembapan dan pemaasa dulang dan seterusnya menghasilkan tindakan kawalan untuk pemanas, pelembap dan motor arus terus penggerak dulang. Parameter yang dikawal boleh disetkan melalui HMI menggunakan layar sentuh siri Omron NB.

Sistem pemantauan IoT untuk inkubator telur berfungsi untuk memantau ciri-ciri utama proses pengeringan sepanjang tempoh proses tersebut.

Aplikasi ini melibatkan gateway IoT dan Raspberry Pi yang menghubungkan data yang dikumpulkan dari pengawal dan menghantar kesemua data ke pelayan awan untuk disimpan dalam pangkalan data siri masa maklumat berikut:

1. Suhu pengeringan
2. Kelembapan
3. Kedudukan putar telur
4. Kualiti udara

Semua data yang dirakam dapat diakses menggunakan komputer atau telefon pintar melalui Graphical User Interface (GUI) dari antara muka (dashboard) menggunakan Grafana Web Dashboard.

4 Rujukan

- [1] Zain-Aldeens S. A.Rahman, Farahan S.A Hussain, "Smart Incubator Based on PID Controller," International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume 4, Issue 3, Mar 2017.
- [2] Mohd Badli Ramli, Hooi Peng Lim, Md Saidin Wahab, Mohd Faiz Mohd Zin, "Egg Hatching incubator using convayer rotation system," 2nd International Materials, Industrial and Manufacturing Engineering Conferences, MIMEC2015, February 2015 (in Bali Indonesia)
- [3] Liu Hai Ling, Cai Jian Rong, Sun Li, Yuan Lei Ming, Liu Meng Lei, "Research on the Descrimination of Hatching Eggs Activity Based on Thermal Imaging: A Food Nondestructive Testing Practice," International Journal of Smart Home Volume 10, No 2 (2016).
- [4] Mala Sruthi Ba, S. Jayanthyb," Development of Cloud Based Incubator Monitoring System using Raspberry Pi," I.J. Education and Management Engineering, September 2017 MECS
- [5] D.P. Smith, K.C. Lawrence and G.W. Heitschmidt," Fertility and Embryo Development of Broiler Hatching Eggs Evaluated with a Hyperspectral Imaging and Predictive Modeling System," International Journal of Poultry Science 7 (10): 1001-1004, 2008 ISSN 1682-8356
- [6] O.Elitol, J.Brake, "Effect of Egg Turning Angle and Frequency During Incubation on Hatchability and Incidence of Unhatched Broiler Embryos with Head in the Small End of the Egg," Poultry Science, Volume 85, Issue 8, 1 August 2006, Pages 1433-1437
- [7] W.S. Mada Sanjaya, Sri Maryanti, Cipto Wardoyo, Dyah Anggraeni, Muhamad Abdul Aziz, Lina Marlina, Akhmad Roziqin, Astuti Kusumorini, "The Development of Quail Eggs Smart Incubator for Hatching System based on Microcontroller and Internet of Things (IoT),"

- [8] Gregory S. Archer, "Spectrum of White Light During Incubation: Warm vs Cool White LED Lighting," *International Journal of Poultry Science*, 15: 343-348, 2016
- [9] Okereke Eze Aru, "Development of a Computerized Engineering Technique to Improve Incubation System in Poultry Farms," *Journal of scientific and Engineering Research*, 2017, 4(6):109119
- [10] Okpagu, P. E. & Nwosu, A. W., "Development and Temperature Control Of Smart Egg Incubator System For Variuos Types Of egg," *European journal of engineering and technology*, "Vol.2 No.2,2016.
- [11] Zhihui Zhu, Meihu Ma, "The Identification of white fertile eggs prior to incubation based on machine vision and least square support vector machine," *African Journal of Agricultured Research* Vol 6(12),PP.26999-2704,June 2011.
- [12] Mohrhardt E, Schmitt 1, Gorjup E, Howitz S2, Zimmermann H, and Fuhr G, "A Novel Fully Automated Incubation, Manipulation and Documentation System for the Avian Embryogenesis," *Journal of Biotechnol Biomater* 2015, 5:3
- [13] Vargas Cruz Ramiro Sebastián , Ruiz Salvador Lourdes Cecilia, Navas Lema María Cristina, " Merging Manual and Automated Egg Candling: A Safety and Social Solution " *Enfoque UTE*, V.9-N.2, Jun.2018, pp. 70 – 76
- [14] Kartika Yuli Triastuti, Monica Putri Indrayati, Ali Said ,Body Surya Permana, Istiadi, " Aplikasi Pemantau Suhu Mesin Penetas Telur Berbasis IOT Android," *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*
- [15] Akanji S., Saidu , Abdussamad U. Jibia, "A Microcontroller – Based Egg Candling System," *International Journal of Information and Electronics Engineering*, Vol. 5, No. 6, November 2015
- [16] S.Arivazhagan, R.Newlin Shebiah, Hariharan Sudharsan, R. Rajesh Kannan, R. Ramesh, " External and Internal Defect Detection of Egg using Machine Vision," *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, Vol. 4, No. 3, Mar 2013 ISSN 2079-8407
- [17] Dewanti, R. Pengaruh Bobot Dan Frekuensi Pemutaran Telur Terhadap Fertilitas, Daya Tetas, Dan Bobot Tetas Itik Lokal. *Buletin Peternakan*, 38(1), 16-20.
- [18] Othman, S. (2001). Breeding Performance Of The Malaysian Captive PHEASAN TS. *Journal of Wildlife and Parks* Vol 19 Date of Issue: Dec 2001 ISSN 0121-8126, 1(9), 33-40.

Terbitan



e ISBN 978-967-0855-99-8

