

IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3 UNTUK SISTEM PENETASAN TELUR AYAM

Ritzkal¹⁾, Arief Goeritno²⁾, Keny Aldiansyah Mohammad Aziz³⁾, Andik Eko Kristus Pramuko³⁾, Ade Hendri Hendrawan³⁾

¹⁾Jurusan/Program Studi Teknik Informatika

²⁾Jurusan/Program Studi Teknik Elektro

^{3),4)5)}Laboratorium Net-Centric Computing, Jurusan/Program Studi Teknik Informatika
Universitas Ibn Kaldun Bogor

Jalan K.H. Sholeh Iskandar km. 2, Kedung Badak, Tanah Sereal, Kota Bogor 16162

Email: ritzkal@ft.uika-bogor.ac.id

Abstrak . Telah dilakukan implementasi sistem kontrol berbasis mikrokontroler arduino uno r3 untuk sistem penetasan telur ayam, melalui pengintegrasian sistem dan pengukuran kinerja sistem kontrol. Integrasi sistem, meliputi proses-proses: (a) simulation prototyping <https://123d.circuits.io/>, (b) simulasi fenomena fisis terhadap sistem mikrokontroler Arduino UNO R3 berupa penyambungan masukan yang terhubung ke sensor DHT11 untuk suhu dan kelembaban (humidity, kelembaban relatif), jalur keluaran terhubung ke sejumlah actuator penggerak relai untuk penyambungan/pemutusan daya listrik ke lampu sebagai pemanas, motor untuk pemutar rak telur, dan pemantauan nilai parameter fisis yang ditampilkan di LCD, dan perolehan bentuk fisik mesin penetas telur berupa segala peralatan pendukungnya untuk penempatan sistem pemanas, sistem pengontrol suhu dan kelembaban, pemutar rak telur, dan wadah berisi air yang dilengkapi kertas dan penyangganya. Kinerja sistem kontrol dilakukan berkaitan dengan pengkondisian dan indikasi nilai suhu berupa pengukuran terhadap alat pemanas berupa 2 buah lampu pijar 25 watt dan nilai suhu disetel pada nilai 38 °C sampai 40 °C, pemutar rak telur otomatis bergerak satu arah mengikuti arah putaran jarum jam yang butuh waktu 12 detik untuk setiap gerakan sampai posisi berhenti, setelah berhenti selama tiga jam, maka akan bergerak lagi selama 12 detik, dan pengkondisian dan indikasi nilai kelembaban dibantu dengan wadah berisi air yang dilengkapi dengan kertas dan penyangganya; nilai penunjukan sebesar 68%. Pemantauan sistem secara keseluruhan dapat dilakukan melalui web.

Kata Kunci: sistem kontrol berbasis mikrokontroler Arduino UNO R3, mesin penetas telur ayam, suhu dan kelembaban.

1. Pendahuluan

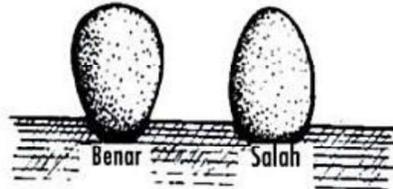
Proses penetasan telur ayam dapat dibedakan menjadi, yaitu secara alamiah (*natural incubation*) dan buatan (*artificial incubation*). Penetasan telur secara alamiah dilakukan oleh induk ayam dengan cara dierami pada tempat pengeraman yang terbuat dari bahan jerami dan disediakan oleh manusia. Masa pengeraman telur oleh induk ayam pada kisaran 21 hari [1]. Secara alamiah telur dibalik oleh induk ayam dalam jangka waktu tertentu saat pengeraman berlangsung. Proses pembalikan posisi telur oleh induk ayam, merupakan cara agar telur dapat menetas pada waktunya [1]. Penetasan telur ayam secara buatan sepenuhnya bergantung kepada tiga hal pokok, yaitu telur tetas, mesin tetas, dan operator. Sejumlah kriteria untuk telur tetas, antara lain bentuk, berat, lama simpan, kebersihan cangkang, dan warna (gelap/cerah) [1].

Seiring dengan pertumbuhan populasi manusia, hal itu berkaitan erat dengan penyediaan makanan yang juga semakin meningkat, maka kebutuhan ayam pedaging sebagai salah satu sumber makanan hewani, juga semakin bertambah. Fenomena pemeliharaan ayam pedaging telah tumbuh menjadi industri, sehingga berdampak kepada penurunan populasi calon indukan ayam pedaging[2]. Untukantisipasi terhadap penurunan calon induk ayam, maka diperlukan peningkatan produksi dalam negeri untuk bibit calon indukan ayam pedaging. Untuk penyediaan indukan yang dapat menghasilkan telur siap tetas, maka harus selektif terhadap indukan, agar dapat dihasilkan keturunan yang bagus pula [2,3]. Ciri-ciri indukan sebagai pedoman dalam proses selektivitas, meliputi postur tubuh yang tegap, mata

jernih dan tajam, sehat, tidak cacat, dari keturunan ayam yang menghasilkan daging yang banyak, bulunya sempurna [4]. Berdasarkan beberapa kali seleksi, kelak diperoleh bibit unggul yang dapat dijadikan indukan jantan atau betina [3].

Kebutuhan terhadap indukan ayam pedaging tidak dapat lagi dilakukan dengan hanya cara-cara alamiah, sehingga diperlukan mesin penetas telur untuk produktivitas penyediaan indukan secara masal [5]. Mesin penetas telur diperlukan guna menggantikan kerja dari sang induk ayam dalam masa pengeraman, sehingga induk ayam mampu untuk bertelur kembali tanpa harus menjalani pengeraman telur-telur [5-8]. Hal ini dimungkinkan untuk peningkatan jumlah populasi ayam [5]. Mesin penetas telur telah mempunyai sejarah sangat panjang [6]. Beberapa informasi yang dimiliki dan berguna pada pelaksanaan penelitian.

Informasi tersebut berupa beberapa kebutuhan, agar tercipta mesin penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler [9,10]. Penetasan dapat dilakukan secara alami (dengan induk unggas sendiri) dan secara buatan (dengan alat penetas pengganti induk). Alat penetasan buatan dikenal dengan mesin tetas [5-8]. Mesin tetas harus mampu menjaga suhu ruangan, seperti layak induk betina mengerami telur. Suhu yang sesuai untuk penetasan telur ayam di dalam mesin tetas diatur dengan kaidah-kaidah penetasan, yaitu suhu 38,3°C (101°F) sampai dengan 39 °C (102°F) dan kelembapan yaitu 60% hingga 70%. Suhu yang terlalu rendah dari kaidah penetasan telur ayam, maka berpengaruh terhadap pertumbuhan embrio dalam hal perkembangan oragan-organ tidak secara proporsional [5-8]. Cara perletakan telur pada alat tetas [5-8], seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Cara perletakan telur pada alat tetas

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan implementasi sistem kontrol berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 [11] untuk sistem penetas telur ayam, melalui pabrikasi sistem penetas telur, monitoring mesin penetas telur, dan pengukuran kinerja mesin penetas telur secara otomatis yang berbasis kepada *Network Development Life Cycle* atau *NDLC* [12]. Tujuan penelitian ini, yaitu a) integrasi sistem dan pengukuran kinerja sistem. Integrasi sistem berupa pentahapan untuk perolehan secara fisis mesin penetas telur otomatis. Pengukuran kinerja sistem berkenaan dengan pengkondisian dan indikasi nilai suhu, pemutar rak telur otomatis, dan pengkondisian dan indikasi nilai kelembaban.

Untuk kondisi dimana suhu terlalu rendah berdampak kepada kegagalan penetasan, karena pertumbuhan embrio tidak normal yang disebabkan oleh sumber panas yang dibutuhkan tidak tercukupi [7,8]. Tidak dilakukan pemutaran, dapat berakibat anan-anak ayam yang terlahir dengan kaki yang cacat. Pemutaran telur ayam dalam sehari dengan dilakukan dengan waktu pemutaran yang dapat ditentukan sendiri. Pemutaran telur yang tidak sempurna juga berdampak kepada telur tidak tertetas. Sejumlah informasi yang diketahui, diperlukan beberapa kebutuhan (*requirement*) untuk penyempurnaan alat sesuai dengan tujuan awal penelitian. Beberapa kebutuhan (*requirement*) yang diperlukan, yaitu kestabilan nilai suhu, perputaran telur dengan frekuensi tetap dan berkelanjutan, dan kestabilan nilai kelembaban relatif ruang penetasan [7,8].

Kestabilan nilai suhu pada kisaran 38 °C hingga 39 °C merupakan suhu yang sama ketika sang induk mengerami telur. Suhu yang sesuai untuk penetasan telur ayam di dalam mesin tetas diatur dengan kaidah-kaidah penetasan, yaitu suhu 38,3°C (101°F) sampai dengan 39 °C (102 °F). Dapat disimpulkan, bahwa kebutuhan pemanas dengan penggunaan lampu pijar, agar suhu panas yang diperoleh tidak terlalu panas untuk telur [7,8]. Dibutuhkan juga kontrol pada lampu pijar, agar dapat nyala/padam sesuai pada suhu yang ditentukan. Lampu akan dipadamkan, apabila suhu telah lebih dari pada suhu yang telah ditentukan [5-8].

Perputaran telur dengan frekuensi tetap dan berkelanjutan dilakukan, agar pemanasan pada telur tetap merata. Ketiadaan pemutaran dapat berakibat anan-anak ayam menetas dengan kaki yang cacat. Perletakan telur di dalam rak alat tetas dibuat miring dengan posisi ujung tumpul (bagian yang lebih besar) berada disebelah atas. Pemutaran telur dilakukan secara rutin, minimum 3 kali sehari. Putaran

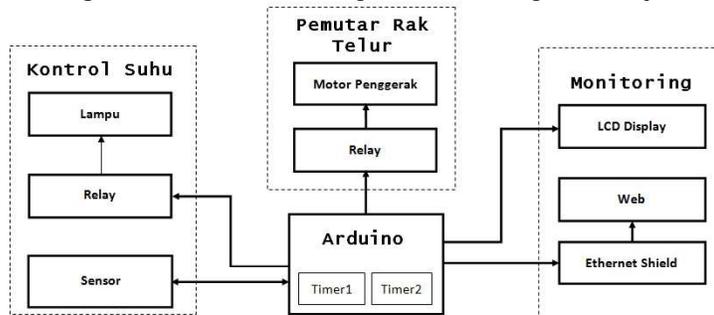
dilakukan dengan pengubahan kemiringan, yang semula miring ke kiri menjadi miring ke kanan, atau sebaliknya [7,8]. Keterlambatan pemutaran berakibat terhadap benih/embrio tertempel atau lengket pada satu sisi kulit akibat daya tarik bumi dan mati. Pemutaran telur dilengkapi dengan sistem kontrol sebagai pemutar telur yang bergerak otomatis dengan waktu yang ditentukan [7,8].

Kestabilan nilai kelembaban relatif ruang tetas berkisar 60% sampai 70%. Kelembaban dibutuhkan untuk menjaga telur tidak kekeringan. Kelembaban yang kurang berakibat anak ayam lahir dengan kaki pengkor. Kelembaban juga sebagai penentu proses penetasan. Penetasan dapat tertunda atau sesuai pada waktu yang ditentukan. Air sebagai sarana pembentukan kelembaban di dalam inkubator digunakan dengan perletakkannya pada wadah air yang disertai dengan kertas koran atau kain yang mampu menyerap air dalam wadah air sebagai peningkat kelembaban di dalam inkubator. Kain atau kertas koran yang diletakkan di atas wadah air menyerap air, karena bahan tipis tersebut, maka panas dalam inkubator mampu membuat kain/koran tersebut menguap, sehingga memberikan tingkat kelembaban yang tinggi [7,8].

2. Pembahasan

Integrasi sistem

Diagram skematis rancangan secara umum sistem penetas telur, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

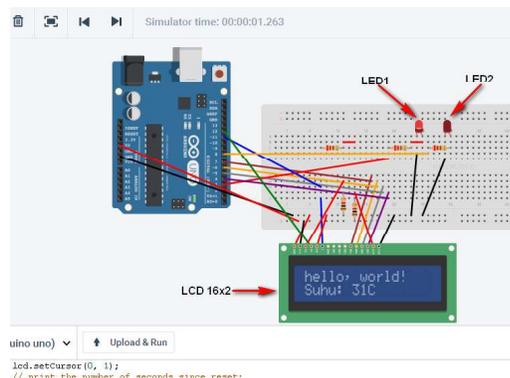


Gambar 2. Diagram skematis rancangan secara umum sistem penetas telur

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan, bahwa sistem berbasis pada mikrokontroler Arduino yang terdiri atas timer-1 untuk kontrol suhu berbantuan lampu pijar, timer-2 untuk pemutaran rak telur berbantuan motor stepper, dan sistem *monitoring* (pemantauan) tertampilkan pada *Liquid Crystal Display (LCD)*.

Simulation of prototyping

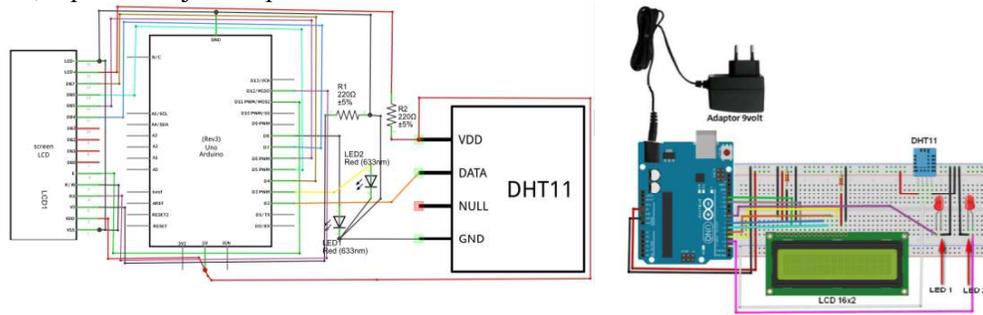
Tahapan *simulation prototyping* ini digunakan simulator Arduino secara *online* di <https://123d.circuits.io/>. Beberapa keterbatasan dalam simulator, maka simulasi secara *online* ini diwakili beberapa fungsi dari mesin penetas telur otomatis, seperti penggerakan motor secara otomatis, yaitu keluaran Arduino untuk pengaktifan/penonaktifan motor penggerak diganti dengan *Light Emitting Diode (LED)* pada pin 3; pengatur pemanas, yaitu keluaran Arduino untuk penyalan/pemadaman lampu 2 x 25 watt diganti dengan *LED* pin 8, dan penampil data ke *LCD*. Pengawatan (*wiring*) pada simulator Arduino secara *online*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengawatan (*wiring*) pada simulator Arduino secara *online*

Simulasi fenomena fisis terhadap sistem mikrokontroler Arduino

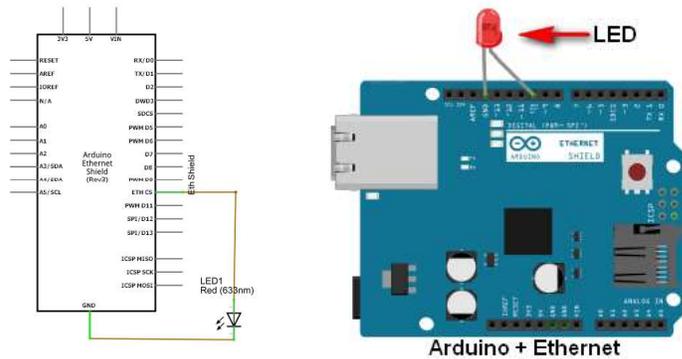
Sistem mikrokontroler sebagai pengontrol mikro pada sistem terhubung ke masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Jalur masukan terhubung ke sensor suhu dan humiditas (*humidity*, kelembaban relatif) DHT11. Jalur keluaran terhubung ke sejumlah *actuator* penggerak relai untuk penyambungan/pemutusan daya listrik ke lampu sebagai pemanas, motor untuk pemutar rak telur, dan pemantauan nilai parameter fisis yang tertampilkan di *LCD*. Rangkaian simulasi terhadap sistem mikrokontroler Arduino dibedakan terhadap dua kondisi, yaitu rangkaian simulasi sensor-aktuator (Arduino-1) dan rangkaian simulasi *monitoring-datalog* (Arduino-2). Rangkaian simulasi sensor-aktuator, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian simulasi sensor-aktuator

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan, bahwa sensor-aktuator merupakan sistem dengan beberapa fungsi didalamnya, seperti penyambungan/pemutusan daya listrik ke lampu pijar sebagai pemanas secara otomatis, penggerakan motor, pembacaan hasil pengukuran sensor, dan penampilan data ke *Liquid Crystal Display (LCD)*.

Beberapa perangkat tidak dapat ditampilkan dalam proses pembuatan rangkaian dengan penggunaan *software* Fritzing. Catu daya digunakan sebuah adaptor 9 volt yang terhubung ke sistem mikrokontroler Arduino. Dalam rangkaian ini terdapat dua buah *LED*, dimana dibedakan dan diberi nama nama LED1 dan LED2. LED1 sebagai pengganti objek keluaran berupa 2 buah lampu pijar 25 watt. LED2 sebagai pengganti objek keluaran berupa motor listrik. Rangkaian simulasi *monitoring-datalog*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



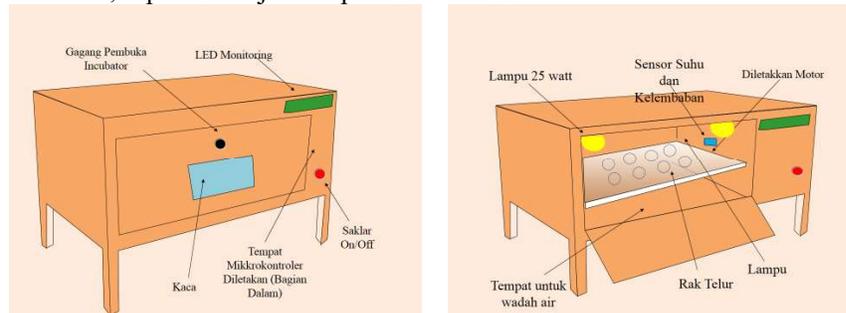
Gambar 5. Rangkaian simulasi *monitoring-datalog*

Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan, bahwa *monitoring-datalog* merupakan perwakilan fungsi pencatatan otomatis (*datalog*) yang tersimpan dalam media penyimpanan (*SD Card*). Terdapat penggambaran keberadaan relasi antara Arduino dengan *ethernet shield* yang memiliki fitur *datalog*, karena terdapat modul *SD Card* di dalam rangkaian *ethernet shield* tersebut. Terdapat 1 buah lampu *LED* yang berfungsi sebagai indikator *datalog*, ketika siap untuk digunakan *LED* tersebut menyala.

Bentuk fisik mesin penetas telur (inkubator)

Tahapan rancangan *hardware* sistem elektronis berupa penggambaran tentang tata letak masing-masing perangkat keras. Tata letak alat telah dirancang sedemikian rupa, agar mampu berfungsi dengan sesuai kebutuhan. Perletakkan beberapa alat seperti lampu, rak telur, wadah air di dalam inkubator merupakan syarat dari sebuah inkubator. Penempatan *LCD 2x16* dan saklar di luar inkubator

bertujuan untuk kemudahan pengguna (*end user*) dalam penggunaan inkubator. Alat-alat utama yang digunakan sebagai sistem kontrol diletakkan tersembunyi yang berada pada bagian kanan inkubator. Penampang inkubator, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Penampang inkubator

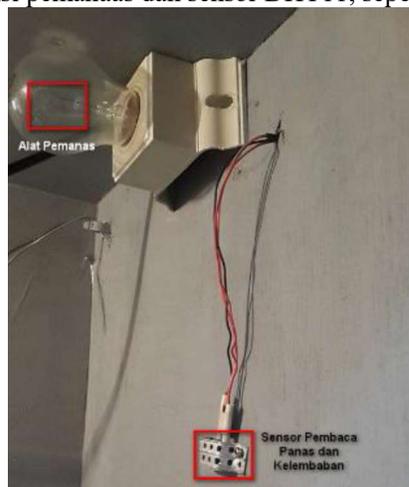
Kinerja sistem

Tahapan pengukuran kinerja sistem merupakan bentuk implementasi pengontrolan suhu, dibutuhkan beberapa komponen, seperti alat pemanas, sensor dan indikator nilai suhu dan kelembaban, pemutar alat penetas telur, dan logika yang digunakan pada alat sebagai penentu suhu dan kelembaban di dalam inkubator. Proses pada pengontrolan suhu dan kelembaban di dalam inkubator diuraikan pada sejumlah penjabaran.

Pengkondisian Dan Indikasi Nilai Suhu Pada Inkubator

Alat pemanas pada bagian pengontrolan suhu berfungsi sebagai peningkat suhu yang berada di dalam ruang inkubator penetas telur. Alat pemanas pada penelitian ini digunakan 2 buah lampu pijar 25 watt, bertujuan untuk pencapaian panas yang ditentukan untuk nilai suhu pada kisaran $38^{\circ}\text{C} \sim 39^{\circ}\text{C}$. Dua buah lampu pijar 25 watt tidak mampu untuk pencapaian suhu yang ditentukan, apabila suhu ruangan di luar inkubator sangat rendah (sangat dingin). Suhu dingin ruangan berakibat pemanasan kurang pada kaidahnya, maka perlu digunakan pemanas yang lebih panas lagi dalam kondisi ini. Digunakannya dua buah lampu 40 watt pada suhu yang sangat rendah (sangat dingin), seperti malam hari sehabis hujan, atau ketika hujan turun. Lampu padam secara otomatis dengan bantuan alat kontrol. Lampu yang padam berpengaruh pada suhu ruangan di dalam inkubator, suhu turun ketika lampu dipadamkan.

Sensor suhu digunakan untuk pengukuran tingkat kepanasan pada ruang di dalam inkubator. Sensor suhu pada penelitian ini berupa sensor suhu dan kelembaban DHT11. Sensor suhu diletakkan sejajar dengan posisi diletakkannya telur, agar panas yang diberikan sesuai dengan panas yang dibutuhkan telur-telur. Penampang dan posisi pemanaas dan sensor DHT11, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Penampang dan posisi pemanaas dan sensor DHT11

Alat pengontrol yang digunakan sebagai pengatur suhu pada penelitian itu, yaitu Arduino Uno R3. Arduino sebagai otak penentuan nilai suhu yang dibutuhkan pada kaidah dalam penetasan telur.

Kaidah penetasan telur, suhu yang diharuskan pada nilai sekitar 38°C ~ 39°C. Sangat kecil sekali jarak suhu yang ditentukan, berakibat sistem otomatis menjadi tidak efisien. Untukantisipasi terhadap kondisi tersebut, maka dibuat logika ketika suhu tercapai 40 °C, maka pemanas (lampu pijar) padam secara otomatis dan menyala kembali ketika suhu turun sampai angka 38°C. Untuk keperluan tersebut, dibuat *source code* utama dalam pengontrolan suhu.

```
if (DHT11.getCelsius()>39)
{
    digitalWrite(8, HIGH);
}
else if (DHT11.getCelsius()<=38)
{
    digitalWrite(8, LOW);
}
```

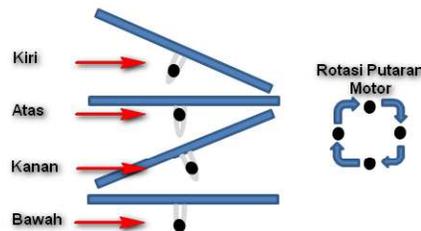
Alat penunjuk nilai suhu di dalam inkubator, digunakan *LCD 2x16* karakter. Indikator suhu ditunjukkan pada baris atas. Tampilan nilai suhu pada baris atas *LCD 2x16*, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan nilai suhu pada baris atas *LCD 2x16*

Pemutar Rak Telur Otomatis

Sistem pemutar telur otomatis terdiri atas motor penggerak dan pengontrol. Kegunaan motor penggerak untuk penggerakan rak telur yang berada di dalam inkubator, agar mampu menjadi pengganti dalam proses pemutaran telur secara alami. Pemutaran telur secara otomatis ini, motor bergerak satu arah secara searah jarum jam dengan tegangan listrik yang dibutuhkan sebesar 220 ~ 240 volt. Tampilan dan arah gerak pemutar telur otomatis, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Tampilan dan arah gerak pemutar telur otomatis

Keberadaan Arduino sebagai otak penggerakan pemutar telur otomatis dalam bagian ini, Arduino sebagai pengontrol penggerakan rak telur secara otomatis menurut kaidah yang ada. Proses perputaran telur dilakukan setiap 3 jam sekali. Proses putaran motor butuh waktu 25 detik dalam 1 kali putaran. Dibutuhkan setengah putaran untuk pencapaian posisi rak telur yang miring ke depan maupun ke belakang. Waktu untuk satu dibutuhkan 25 detik, maka setengah putaran dibutuhkan 12,5 detik. Arduino melakukan pengontrolan untuk setengah putaran selama 12 detik. Hasil pengamatan, tiga jam pertama, motor bergerak selama 12 detik, kemudian diam hingga 3 jam berikutnya, dan begitu seterusnya. *Source code* untuk kontrol motor, yaitu:

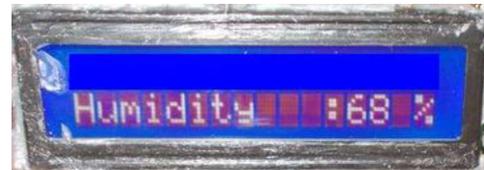
```
if ((Hour==3) && (Minute==0) && (Second==0))
{
    digitalWrite(3, HIGH);
}
else if ((Hour==3) && (Minute==0) && (Second==12))
{
    digitalWrite(3, LOW); Hour=0; Minute=0; Second=0;
}
```

Pengkondisian Dan Indikasi Nilai Kelembaban Pada Inkubator

Pengkondisian nilai kelembaban pada inkubator digunakan beberapa faktor penentu, yaitu air dan alat pemantauan berupa LCD 2x16 baris bawah. Air merupakan faktor utama dalam penentuan nilai kelembaban. Wadah air biasa saja tidak mampu membuat tingkat kelembaban menjadi tinggi. Kertas koran ataupun bahan serap lainnya memiliki tekstur yang tipis dan mampu menyerap air. Berdasarkan hal itu, maka digunakan kertas dan semacamnya yang diletakkan pada sebatang kayu penyangga kertas yang kaki-kaki kertas terendam dalam air. Kertas tersebut menjadi selalu basah dan menguap. Penguapan membantu dalam peningkatan nilai kelembaban. Penampang dan bentuk fisis wadah air yang dilengkapi dengan kertas penyerap dan penyangganya dan indikasi nilai kelembaban, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Penampang dan bentuk fisis wadah air yang dilengkapi dengan kertas penyerap dan penyangganya



Indikator nilai kelembaban pada baris bawah LCD 2x16

Gambar 10. Penampang dan bentuk fisis wadah air yang dilengkapi dengan kertas penyerap dan penyangganya dan indikasi nilai kelembaban

Pemantauan Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

Tahapan tahapan pemantauan (*monitoring*) merupakan hal penting, agar mesin mampu beroperasi sesuai dengan ketentuan yang dibuat pada tahapan implementasi sebelumnya. *Monitoring* pada suhu dan kelembaban merupakan pengukuran kinerja sistem untuk mencapai suhu yang ideal. Pemantauan sistem secara keseluruhan pada mesin penetas telur hari ke-1, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

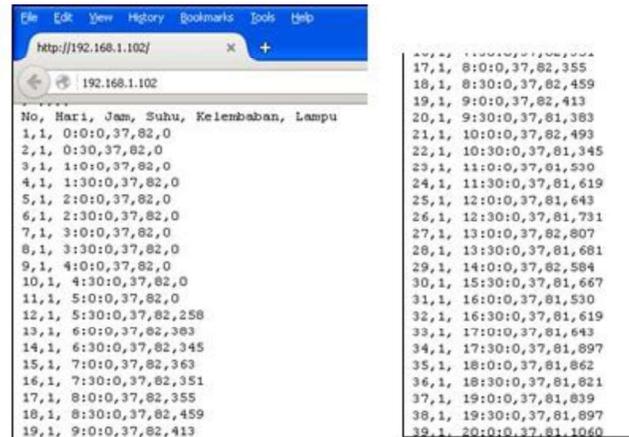
Tabel 1 Pemantauan sistem keseluruhan pada mesin penetas telur hari ke-1

No.	Waktu (H:M:S)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Lampu Padam (detik)	No.	Waktu (H:M:S)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Lampu Padam (detik)	No.	Waktu (H:M:S)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Lampu Padam (detik)
1	0:0:0	32	85	0	16	7:30:0	38	70	351	31	16:0:0	37	69	530
2	0:30	34	80	0	17	8:0:0	39	68	355	32	16:30:0	39	69	619
3	1:0:0	34	79	0	18	8:30:0	39	70	459	33	17:0:0	39	70	643
4	1:30:0	35	76	0	19	9:0:0	37	70	413	34	17:30:0	37	69	897
5	2:0:0	35	72	0	20	9:30:0	37	68	383	35	18:0:0	38	67	862
6	2:30:0	36	70	0	21	10:0:0	37	66	493	36	18:30:0	37	69	821
7	3:0:0	37	69	0	22	10:30:0	38	66	345	37	19:0:0	38	66	839
8	3:30:0	37	67	0	23	11:0:0	37	66	530	38	19:30:0	39	66	897
9	4:0:0	-2	-2	0	24	11:30:0	37	67	619	39	20:0:0	37	70	1060
10	4:30:0	37	70	0	25	12:0:0	37	66	643	40	20:30:0	37	67	1103
11	5:0:0	37	69	0	26	12:30:0	37	67	731	41	21:0:0	38	69	1790
12	5:30:0	38	69	258	27	13:0:0	39	66	807	42	21:30:0	38	68	1783
13	6:0:0	38	69	383	28	13:30:0	38	68	681	43	22:0:0	39	68	1785
14	6:30:0	38	66	345	29	14:0:0	39	66	584	44	22:30:0	37	66	1783
15	7:0:0	37	67	363	30	15:30:0	39	69	667	45	23:0:0	37	69	1075

Berdasarkan Tabel 2 ditunjukkan, bahwa 45 data suhu dan kelembaban yang disimpan pada *datalog*, merupakan hasil pencatatan tiap 30 menit sekali untuk mengetahui perkembangan setiap 30 menit. Ditunjukkan pada nomor 9 pada Tabel 2, tercatat nilai -2 yang merupakan nilai error sensor, tepat pada waktu pencatatan maka nilai error tersebut pun akan tercatat. Terdapat pencatatan lampu padam dengan masing-masing waktu yang berbeda. Semakin lama lampu dipadamkan, bahwa kondisi

ruangan di sekitar inkubator cukup panas dan ketika lampu padam ditunjukkan angka yang kecil, maka kondisi ruangan di sekitar inkubator bersuhu lebih dingin.

Pemantauan kinerja sistem juga dapat dilakukan melalui Internet atau dikenal dengan *monitoring* berbasis *web*, ialah *monitoring* dengan protokol http. *Monitoring* berbasis *web* bertujuan agar sistem yang dibangun beroperasi sesuai yang telah diterapkan. Berbasis mikrokontroler Arduino, data ditampilkan dan dicatat kedalam file .csv dan dimunculkan secara bersamaan ke tampilan utama protokol http Arduino. *Monitoring* berbasis *web*, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



No	Hari	Jam	Suhu	Kelembaban	Lampu
1	1	0:00	37,82	0	
2	1	0:30	37,82	0	
3	1	1:00	37,82	0	
4	1	1:30	37,82	0	
5	1	2:00	37,82	0	
6	1	2:30	37,82	0	
7	1	3:00	37,82	0	
8	1	3:30	37,82	0	
9	1	4:00	37,82	0	
10	1	4:30	37,82	0	
11	1	5:00	37,82	0	
12	1	5:30	37,82	258	
13	1	6:00	37,82	383	
14	1	6:30	37,82	345	
15	1	7:00	37,82	363	
16	1	7:30	37,82	351	
17	1	8:00	37,82	355	
18	1	8:30	37,82	459	
19	1	9:00	37,82	413	
20	1	9:30	37,81	383	
21	1	10:00	37,82	493	
22	1	10:30	37,81	345	
23	1	11:00	37,81	530	
24	1	11:30	37,81	619	
25	1	12:00	37,81	643	
26	1	12:30	37,81	731	
27	1	13:00	37,82	807	
28	1	13:30	37,81	681	
29	1	14:00	37,82	584	
30	1	15:30	37,81	667	
31	1	16:00	37,81	530	
32	1	16:30	37,81	619	
33	1	17:00	37,81	643	
34	1	17:30	37,81	897	
35	1	18:00	37,81	862	
36	1	18:30	37,81	821	
37	1	19:00	37,81	839	
38	1	19:30	37,81	897	
39	1	20:00	37,81	1060	

Gambar 11. *Monitoring* berbasis *web*

Berdasarkan hasil pemantauan ditunjukkan, bahwa beberapa persyaratan perlu diperhatikan berkenaan dengan sejumlah kekurangan yang membutuhkan penanggulangan, agar alat mampu beroperasi secara optimal. Penanggulangan tersebut berkaitan dengan pengelolaan suhu dan kelembaban. Suhu yang sangat rendah maupun suhu yang sangat tinggi, sangat berpengaruh terhadap suhu ruangan dalam inkubator. Suhu tinggi akan berakibat kepada alat begitu panas, maka pemanas perlu dihentikan secara otomatis. Untuk suhu yang sangat rendah (dingin), diperlukan pemanas yang lebih handal. Pemanas diperbaharui dari lampu 2x25 watt menjadi 2x40 watt gunaantisipasi terhadap suhu yang sangat rendah. Kelembaban sangat berpengaruh terhadap uap. Awal mula penelitian, wadah air hanya diletakkan begitu saja. Air yang jumlahnya lebih banyak dari pada panas yang berada di ruangan sulit untuk menguap. Kertas koran menjadi sarana untuk penyerapan air. Bahan kertas koran yang tipis menyebabkan volume air di dalam kertas lebih kecil dari panas yang ada, maka dimungkinkan dalam penguapan. Air yang menguap meningkatkan kelembaban, namun wadah air perlu diisi penuh 1 kali dalam sepekan.

3. Simpulan

Berdasarkan pembahasan tersebut, maka ditarik simpulan sesuai tujuan penelitian.

1. Berkenaan dengan integrasi sistem, meliputi proses-proses *simulation prototyping*, simulasi fenomena fisis terhadap sistem mikrokontroler Arduino, dan perolehan bentuk fisik mesin penetas telur. *Simulation prototyping* dilakukan secara *online* melalui <https://123d.circuits.io/>. Simulasi fenomena fisis terhadap sistem mikrokontroler Arduino berupa penyambungan *pin* masukan yang terhubung ke sensor DHT11 untuk pemantauan suhu dan humiditas (*humidity*, kelembaban relatif), jalur keluaran terhubung ke sejumlah *actuator* penggerak relai untuk penyambungan/pemutusan daya listrik ke lampu sebagai pemanas, motor untuk pemutar rak telur, pemantauan nilai parameter fisis yang tertampilkan di *LCD*, dan rangkaian simulasi terhadap sistem mikrokontroler Arduino dibedakan terhadap dua kondisi, yaitu sensor-aktuator dan *monitoring-datalog*. Bentuk fisik mesin penetas telur berupa kotak berbentuk persegi panjang dengan segala peralatan pendukungnya untuk penempatan sistem pemanas, sistem pengontrol suhu dan kelembaban, pemutar rak telur, dan wadah berisi air yang dilengkapi kertas dan penyangganya.

2. Berkenaan dengan kinerja sistem melalui pengkondisian dan indikasi nilai suhu, pemutar rak telur otomatis, pengkondisian dan indikasi nilai kelembaban, dan pemantauan kinerja secara keseluruhan. Alat pemanas berupa 2 buah lampu pijar 25 watt dan disarankan untuk diganti dengan 40 watt. Pengkondisian terhadap nilai suhu disetel pada nilai 38 °C sampai 40 °C. Pemutar telur otomatis bergerak satu arah mengikuti arah putaran jarum jam, butuh waktu 12 detik untuk setiap gerakan sampai posisi berhenti, setelah berhenti selama tiga jam, maka akan bergerak lagi selama 12 detik. Pengkondisian terhadap nilai kelembaban dibantu dengan keberadaan wadah berisi air yang dilengkapi dengan kertas dan penyangganya, penunjukan nilai kelembaban sebesar 68%. Pemantauan sistem dapat dilakukan melalui *web*.

Daftar Pustaka

- [1] A Hendrix Genetics, 2009, *From Egg to Chicken: Hatchery Manual*, Institut de Sélection Animale BV, Boxmeer, pp. 3-6.
- [2] Sudaryani, T.H., Santoso, 1994, *Pembibitan Ayam Ras*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [3] Anonimous, 2009, *Induk Menentukan Daya Tetas*, <http://Aspan-gabe.com/persiapan> (diakses 30 Januari 2016).
- [4] Nugroho dan Mayun, 1981, *Beternak Burung Puyuh*. Eka Offset, Semarang
- [5] Imanah dan Maryam, *Mesin Tetas dan Sistem Pemeliharaan Ayam*, Bahagia Pekalongan, Pekalongan, 1992.
- [6] Jutawan, Amat, 2005, *Mesin Tetas Listrik dan Induk Buatan*, Kanisius, Yogyakarta.
- [7] Wiharto, 1988, *Petunjuk Pembuatan Mesin Tetas*, Lembaga Penerbit Universitas Brawijaya, Malang.
- [8] Farry, 2001, *Membuat dan Mengelola Mesin Tetas*, Penebar Swadaya.
- [9] Budiharto, Widodo, 2006, *Belajar Sendiri: Membuat Robot Cerdas*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [10] Budiharto, Widodo, 2008, *Membuat Sendiri Robot Cerdas Edisi Revisi*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [11] Laili, N.A., 2011, *Sistem On-Off AC (Air Condotioner) pada Ruang Penyimpanan Barang-barang Berharga Berbasis Mikrokontroler ATmega 16 dengan Monitoring Via Web*, Skripsi, Universitas Diponegoro Semarang.
- [12] Kristanto, A, 2008, *Sistem Informasi dan Aplikasinya*, Yogyakarta, Gava Media.