

**ALAT PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS MENGGUNAKAN
SENSOR DHT 22 DAN MOTOR DC *GEARBOX* BERBASIS ARDUINO.**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

YUNALDI

NIM. 15034017/2015

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021


PERSETUJUAN SKRIPSI

**ALAT PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS MENGGUNAKAN
SENSOR DHT 22 DAN MOTOR DC *GEARBOX* BERBASIS ARDUINO**

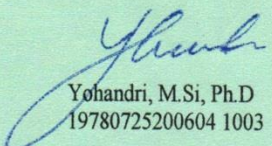
Nama : Yunaldi
NIM : 15034017
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 8 Oktober 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika


Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 196901201993032 002

Disetujui Oleh
Pembimbing


Yohandri, M.Si, Ph.D
19780725200604 1003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Yunaldi
NIM : 15034017
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**ALAT PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS MENGGUNAKAN
SENSOR DHT 22 DAN MOTOR DC GEARBOX BERBASIS ARDUINO**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 8 Oktober 2021

Tim Penguji

Ketua : Yohandri, M.Si, Ph.D
Penguji 1 : Dr. H. Asrizal, M.Si
Penguji 2 : Dra. Yenni Darvina, M.Si



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan motor DC *gearbox* berbasis arduino” adalah asli dari karya saya sendiri;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. Didalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan perpustakaan;
4. Pernyataan ini saya buat sesungguhnya dan apabila terjadi penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 9 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Yunaldi

NIM: 15034017

Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Sensor DHT 22 Dan Motor DC *Gearbox* Berbasis Arduino.

Yunaldi

ABSTRAK

Kebutuhan akan konsumsi daging dan telur terus menerus mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Selain meningkatnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun, faktor lain didorong oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan kebutuhan makanan yang bergizi. Untuk mengimbangi kebutuhan konsumsi daging dan telur, maka dibutuhkan terobosan baru dalam mengimbangi kebutuhan akan konsumsi daging dan telur tersebut. Mesin tetas merupakan salah satu perkembangan teknologi di bidang peternakan dalam meningkatkan produktivitas ternak. Penetasan telur menggunakan inkubator jauh lebih efektif daripada pembiakan secara alami/konvensional. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan mesin tetas yang lebih kompleks dan efisien.

Penelitian ini tergolong ke dalam penelitian rekayasa. Penelitian rekayasa ini menjelaskan spesifikasi desain dan spesifikasi performansi alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan motor DC *gearbox* berbasis Arduino. Spesifikasi desain yaitu menjelaskan akurasi dan ketelitian pengukuran, sedangkan spesifikasi performansi menjelaskan kinerja dari alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan motor DC *gearbox* berbasis Arduino.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan ketepatan pengukuran nilai temperatur sebesar 99,64 %, sedangkan pada data pengukuran nilai kelembaban didapatkan hasil pengukuran sebesar 99,84 %. Pada pengukuran ketelitian temperatur dengan nilai temperatur 28 °C hasil yang didapatkan adalah 99,64 %, sedangkan pada pengukuran ketelitian kelembaban dengan nilai kelembaban 66 % hasil pengukuran ketelitian didapatkan 99,84 %.

Kata Kunci : Telur, Suhu dan Kelembaban, Inkubator, Arduino, Sensor DHT 22

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur diucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Judul dari penelitian ini adalah “ Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Sensor DHT 22 Dan Motor DC *Gearbox* Berbasis Arduino”.

Penelitian ini diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak. Dengan alasan ini Peneliti mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada Peneliti, terutama kepada:

1. Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D sebagai Pembimbing atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini
2. Bapak Dr. H. Asrizal, M. Si sebagai dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan pandangan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini
3. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si sebagai dosen penguji skripsi dan dosen Pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan, pandangan serta bimbingan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini
4. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

5. Ibu Syafriani, M. Si, Ph. D sebagai Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
7. Ayahanda dan Ibunda, untuk kasih dan sayang yang pernah dicurahkan kepada Peneliti
8. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya angkatan 2015 yang telah membantu berjuang hingga akhir

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Kritik dan saran yang bersifat membangun selalu diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna sebagaimana mestinya.

Padang, 9 Oktober 2021

Yunaldi

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Bastasan Masalah.....	4
C. Rumuan Masalah.....	4
D Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORI.....	6
A. Telur.....	6
B. Inkubator telur	9
C. Arduino Uno	14
D. Sensor DHT 22	15
E. Motor DC (<i>Gearbox</i>).....	17
F. Rangkaian <i>Inverter</i>	17
G. <i>Automatic Transfer Swich</i> dan <i>Automatic Main Failure(ATS/AMF)</i>	22
H. <i>Ultrasonik Mist Maker</i>	24
I. <i>AC Liht Dimmer Modul</i>	25
J. <i>RTC(Real time Clock)</i>	27
K. Kipas.....	27
L. <i>Driver Motor L298N</i>	28
M. Lampu Pijar	30
N. <i>Liquid Cristal Display(LCD)</i>	30
O. <i>Relay</i>	32
P. <i>Catu daya(Power supply)</i>	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Tempat dan Waktu Penelitian	34

B. Jenis Penelitian	34
C. Data dan Variabel Penelitian.....	35
D. Alat dan Bahan	36
E. Prosedur Penelitian.....	36
F. Teknik Analisis Data.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil Penelitian.....	47
B. Pembahasan	63
BAB V PENUTUP.....	67
A. Kesimpulan.....	67
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
DAFTAR Lampiran	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perkembangan embrio hari ke-1 sampai ke-21.....	6
Gambar 2. Inkubator	10
Gambar 3. Arduino Uno.....	14
Gambar 4. Sensor DHT 22	16
Gambar 5. Bagian-bagian komponen motor DC.....	17
Gambar 6. Rangkaian <i>Inverter</i> sederhana.....	18
Gambar 7. Prinsip kerja <i>Inverter</i>	18
Gambar 8. Gelombang keluaran <i>Inverter</i>	19
Gambar 9. Baterai/Aki.	19
Gambar 10. <i>Transformator</i>	20
Gambar 11. Kontruksi kapasitor.	21
Gambar 12. Bentuk fisik resistor tetap.....	22
Gambar 13. Blok diagram ATS/AMF.....	24
Gambar 14. <i>Ultrasonik mist maker</i>	24
Gambar 15. <i>AC light dimmer module</i>	25
Gambar 16. Struktur dan simbol TRIAC.	26
Gambar 17. Modul RTC DC3231	27
Gambar 18. Kipas.....	28
Gambar 19. <i>Driver</i> motor L298N	29
Gambar 20. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	31
Gambar 21. Modul <i>Relay</i>	32
Gambar 22. <i>Power supply</i>	33

Gambar 23. Prosedur Penelitian.....	37
Gambar 24. Blok diagram sistem.....	41
Gambar 25. Tampak depan desain perangkat keras.....	41
Gambar 26. Desain perangkat lunak penelitian.	42
Gambar 27. <i>Inverter</i>	48
Gambar 28. Sensor DHT 22.....	49
Gambar 29. Sistem pemanas inkubator.....	50
Gambar 30. Sistem pengontrol kelembaban.	51
Gambar 31. Sistem pembalik telur.....	52
Gambar 32. Skema rangkaian LCD	53
Gambar 33. Inkubator	54
Gambar 34. Bentuk keluaran dari <i>Inverter</i>	55
Gambar 35. Grafik efek pembebanan terhadap tegangan keluaran <i>Inverter</i>	57
Gambar 36. Grafik hubungan antara nilai temperatur dengan bilangan desimal..	58
Gambar 37. Grafik hubungan antara nilai temperatur dengan bilangan desimal..	59
Gambar 38. Grafik Ketelitian nilai temperatur	62
Gambar 39. Grafik ketelitian nilai kelembaban.	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Arduion.....	15
Tabel 2. Spesifikasi sensor DHT 22.....	16
Tabel 3. Spesifikasi dari <i>AC light dimmer modul</i>	26
Tabel 4. Spesifikasi dari modul L298N.	29
Table 5. Fungsi dari Masing-Masing Pin LCD	31
Tabel 6 Pengukuran tegangan keluaran <i>Inverter</i> dengan beban dan tanpa beban.	55
Tabel 7. Perbandingan nilai Temperatur DHT 22 dengan alat ukur	59
Tabel 8. Perbandingan nilai Kelembaban sensor DHT 22 dengan alat ukur	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Alat Mesin Tetes Otomatis Menggunakan Arduino.....	71
Lampiran 2. Tabel Nilai Suhu Dan Kelembaban Hari Ke 1- 21.....	75
Lampiran 3. Perbandingan Nilai Temperatur Sensor DHT 22 Dengan Alat Ukur..	76
Lampiran 4. Perbandingan Nilai Kelembaban Sensor DHT 22 Dengan Alat Ukur.....	77
Lampiran 5. Pengukuran nilai Temperatur dan Kelembaban.....	77
Lampiran 6. Dokumentasi.....	78

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan akan konsumsi daging dan telur terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Selain itu, meningkatnya permintaan masyarakat terhadap daging dan telur, juga didorong oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan kebutuhan makanan bergizi.

Perkembangbiakan ayam pada umumnya dipelihara oleh masyarakat secara alami yaitu telur dierami oleh induknya secara langsung sehingga perkembangbiakan ayam relatif lambat. Sistem penetasan telur secara alami dirasa kurang efektif karna satu induk ayam hanya mampu mengerami maksimal 13 butir telur. Untuk penetasan telur yang jumlahnya relatif banyak, penetasan telur secara alami tidak akan dapat dilakukan karna induk ayam membutuhkan waktu untuk dapat bertelur kembali. Hal tersebut tidak mempertimbangkan faktor produktivitas dan ekonomi, karna hanya dapat menghasilkan produksi yang sedikit. Hal ini berakibat pada kebutuhan masyarakat terhadap makanan berprotein tinggi tidak akan terpenuhi (Supriyono, 2014).

Terobosan yang diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut diantaranya melalui pemanfaatan teknologi reproduksi, baik melalui pendekatan kuantitatif (peningkatan populasi) maupun pendekatan kualitatif atau produktivitas per unit ternak (Sumaryadi, dkk, 2010). Sejalan dengan hal tersebut, Hafez (1993) menyatakan bahwa penerapan teknologi reproduksi sangat penting peranannya dalam meningkatkan produksi dan produktivitas ternak. Aplikasi teknologi

reproduksi yang bisa diterapkan pada ternak ayam yaitu dengan memperpendek siklus reproduksi melalui penggunaan mesin penetas telur.

Mesin penetas telur adalah sebuah alat yang membantu proses penetasan telur. Dengan adanya mesin penetas telur maka telur dapat ditetaskan tanpa melalui proses pengeraman oleh bantuan induk. Penetasan telur pada prinsipnya adalah menyediakan lingkungan yang sesuai supaya telur unggas bisa menetas. Dalam penetasan telur ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada ruang penetasan yaitu : suhu, kelembapan, ventilasi, frekuensi pemutaran telur dan kebersihan telur (Tullet, 1990, diacu dalam Indrawati, dkk. 2015).

Embrio dalam telur unggas akan cepat berkembang selama suhu telur berada pada kondisi yang sesuai dan akan berhenti berkembang jika suhunya kurang dari yang dibutuhkan. Suhu yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Contoh suhu untuk perkembangan embrio dalam telur ayam antara $38,33^{\circ}\text{C}$ - $40,55^{\circ}\text{C}$, itik $37,78^{\circ}\text{C}$ - $39,45^{\circ}\text{C}$, puyuh $39,5^{\circ}\text{C}$ dan walet $32,22^{\circ}\text{C}$ - 35°C . Kestabilan suhu sangat penting dalam penetasan telur. Toleransi fluktuasi suhu dalam mesin tetas yang masih menjamin proses penetasan telur sekitar $0,2 - 0,3^{\circ}\text{C}$. Untuk itu sangat dibutuhkan keadaan suhu yang stabil dalam penetasan telur (Krista & Harianto, 2013).

Menurut Jufril (2015: 1-2) Penetasan telur ayam dengan menggunakan mesin penetas membutuhkan suhu yang ideal sehingga telur yang baik bisa menetas. Suhu ideal dalam proses menetasnya sebuah telur berkisar antara $35,30\text{C}$ - $40,50\text{C}$ dengan kelembapan dalam mesin antara 60%- 70%. Untuk menghindari embrio melekat pada cangkang telur, maka dilakukan pemutaran telur dimulai pada hari

ke 4 yang dilakukan sesuai jadwal sampai hari ke 18 yang frekuensi putarnya dilakukan sebanyak 4 kali dalam sehari. Dalam rancangan mesin penetas telur, pemanas yang terlalu lama mati akan mengakibatkan sumber panas yang dibutuhkan tidak mencukupi dan akan berdampak pada benih ayam dalam telur akan mati.

Pembuatan alat penetas telur sudah dibuat sebelumnya oleh Heas Priyo wicaksono pada tahun 2018 dengan judul pembuatan mesin penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler, mendapatkan tingkat keberhasilan alat sebesar 93,3% dengan sistem pemutaran telur secara otomatis menggunakan motor yang dikontrol menggunakan *timer* RTC DS 1307 yang memutar telur 180⁰. Namun kekurangan alat ini masih menggunakan listrik cadangan yang sedikit sehingga pemakaiannya sebentar jika sumber listrik utama mati. Proses penetasan telur akan gagal karena matinya sumber listrik (PLN) sehingga menyebabkan sistem pemanas tidak dapat bekerja. Jika hal itu terjadi embrio telur akan gagal berkembang atau mati.

Oleh karna itu, dalam penelitian ini akan ditambahkan baterai/aki 12 Volt. Baterai aki 12 volt Selanjutnya akan dihubungkan dengan rangkaian *Inverter* yang fungsinya untuk mengubah tegangan 12 Volt DC menjadi tegangan 220 Volt AC, *Inverter* ini nantinya digunakan sebagai listrik cadangan apabila sumber listrik utama mati. Untuk membalik telur akan digunakan Motor DC *Gearbox* sebagai penggerak telur. Pemutaran telur bertujuan supaya telur dapat dihangatkan secara merata. Motor DC *Gearbox* berputar yang diatur oleh *timer* yang dikontrol menggunakan mikrokontroler arduino. Bukan itu saja, mikrokontroler juga

berfungsi menjaga/mengontrol temperatur dan kelembaban penetasan telur agar tetap konstan sesuai dengan suhu dan kelembaban yang diinginkan.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, peneliti telah melaksanakan penelitian yaitu: Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Sensor DHT 22 dan Motor DC *Gearbox* Berbasis Arduino.

B. Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah, maka perlu dilakukan beberapa pembatasan masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah dalam penelitian ini alat hanya berperan sebagai pengontrol suhu dan kelembaban alat mesin penetas telur ayam dan sistem pembalik telur secara otomatis.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat di rumuskan suatu permasalahan dalam penelitian ini.

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari Alat penetas telur ayam otomatis berbasis Arduino.
2. Bagaimana spesifikasi desain dari Alat penetas telur ayam otomatis berbasis Arduino.

D. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan Motor DC *Gearbox* berbasis Arduino. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menjelaskan spesifikasi performansi dari alat penetas telur otomatis berbasis Arduino.

2. Mendeskripsikan spesifikasi desain dari alat penetas telur otomatis berbasis Arduino.

E. Manfaat Penelitian

1. Kelompok bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi, berguna dalam pengembangan instrumen berbasis elektronik.
2. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang Elektronika dan instrumentasi.
3. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dalam pengembangan instrumen berbasis elektronika.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Telur

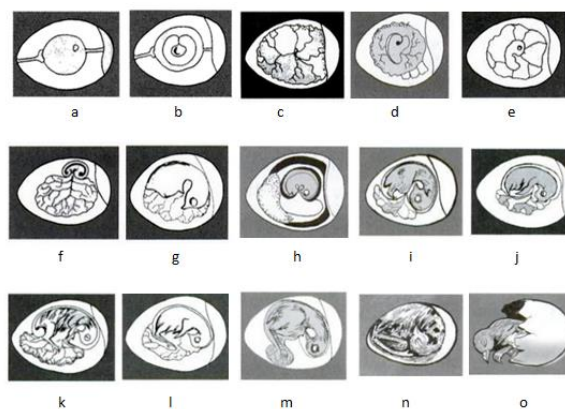
Telur adalah benda yang bermanfaat bagi ayam dan manusia yang memeliharanya untuk kehidupan. Telur akan menetas setelah dierami oleh ayam betina selama 21 hari. Ayam betina dapat membuahi 15 butir telur dan hanya dapat menetas satu butir telur setiap hari. Semakin baik kualitas telur, semakin besar persentase penetasannya.

1. Komposisi Telur

Telur umumnya memiliki berat 50-57 gram perbutirnya. Komposisi dari telur terdiri dari putih telur, kuning telur, dan bagian kulit. Kandungan protein yang terdapat dalam setiap telur mengandung 7 gram protein.

2. Perkembangan Embrio Telur

Embrio tumbuh secara pesat setiap harinya sampai lahir ke dunia. Masa pengeraman setiap hari merupakan masa yang kritis untuk menentukan kelahiran suatu anak ayam ke dunia. Berikut pada Gambar 1 merupakan perkembangan embrio selama 21 hari.



Gambar 1. Perkembangan embrio selama 21 hari.

Pada hari ke-1 mulai terbentuknya sel permulaan, tepatnya pada jam ke 18 lalu berlanjut sampai jam ke 24 terbentuk lagi sel permulaan jaringan otak, formasi hubungan jaringan otak dan jaringan saraf, sel permulaan pada tulang belakang, sel permulaan kepala, formasi awal syaraf mata, dan sel permulaan darah yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar 1 bagian a. Pada hari kedua embrio mulai mengalami pergeseran. Pergeseran embrio ke kiri dan saluran darah mulai terlihat dari kuning telur. Perkembangan ini terjadi dari jam 25-48. Perkembangan tersebut diantaranya adalah perkembangan formasi darah halus dan jantung, seluruh jaringan otak mulai terbentuk dan jantung mulai berdetak, jaringan pendengaran mulai terbentuk, selaput cairan mulai terlihat, dan mulai juga terbentuk formasi tenggorokan. Perkembangan embrio pada hari kedua dapat dilihat pada Gambar 1 bagian b.

Pada hari ke-3 selaput cairan sudah menutup seluruh bagian embrio. Dimulainya pembentukan hidung, sayap, kaki, dan jaringan pernafasan. Perkembangan embrio pada hari ke-3 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian c. Pada hari ke-4 embrio mulai terpisah seluruhnya dari kuning telur dan berputar ke kiri. Sel permulaan pada lidah mulai terbentuk. Jaringan saluran pernafasan terlihat mulai menembus selaput cairan. Perkembangan embrio pada hari ke-4 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian d. Pada hari ke-5 terbentuknya jaringan reproduksi, jaringan tembolok, dan saluran pencernaan. Embrio yang terbentuk juga sudah bisa ditentukan jenis kelaminnya. Perkembangan embrio pada hari ke-5 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian e. Pada hari ke-6 pembentukan paruh, kaki dan sayap dimulai dan embrio mulai bergerak. Perkembangan embrio pada hari ke-6

dapat dilihat pada Gambar 1 bagian f. Hari ke-7, ke-8, ke-9 Jaringan kaki dan sayap mulai terbentuk, perut mulai menonjol, dimulainya pembentukan bulu, embrio sudah seperti burung dan mulutnya mulai membuka. Perkembangan embrio pada hari ke-7,8,9 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian g. Pada hari ke-10, dan ke-11 Pori-pori kulit tubuh mulai tampak, jari kaki sepenuhnya sudah mulai memisah dan paruh mulai mengeras. Perkembangan embrio dapat dilihat pada Gambar 1 bagian h.

Hari ke-12 Bulu pertama sudah muncul dan pembentukan jari kaki sepenuhnya. Perkembangan embrio pada hari ke-12 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian i. Pada hari ke-13 dan ke-14 Tubuh sudah sepenuhnya ditumbuhi bulu sisik dan kuku jari-jari kaki sudah tumbuh, pada hari ke-14 embrio sudah berputar sehingga kepala tepat di bagian tumpul telur. Perkembangan embrio pada hari ke-13 dan 14 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian j. Hari ke-15 terbentuknya jaringan usus pada embrio yang dapat dilihat pada Gambar 1 bagian k.

Hari ke-16 dan ke-17 Putih telur sudah tidak ada lagi, kaki kuku dan paruh sudah mengeras tubuh embrio sudah sepenuhnya ditutupi bulu. Dan kuning telur meningkat fungsinya sebagai bahan makanan bagi embrio. Selain itu, cairan selaput mulai berkurang dan paruh sudah mengarah ke rongga kantung udara serta embrio mulai melakukan persiapan bernapas. Perkembangan embrio pada hari ke-16 dan 17 dapat dilihat pada Gambar 1 bagian l.

Pada hari ke-17 mendekati hari kelahiran, mulai persiapan untuk bernapas. Hari ke-18 dan ke-19 Kuning telur mulai masuk ke dalam rongga perut melalui saluran tali pusat. Embrio juga sudah semakin besar sehingga memenuhi seluruh

rongga telur kecuali kantung dada. Pertumbuhan embrio mendekati sempurna yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar 1 bagian m. Hari ke-20 embrio hampir menjadi anak ayam. kuning telur sudah masuk sepenuhnya ke dalam embrio. Embrio mulai bernafas menggunakan udara di kantung udara. Saluran pernafasan mulai berfungsi dan bekerja sempurna. Hal tersebut seperti terlihat pada Gambar 1 bagian n. Pada hari ke-21 Anak ayam menembus lapisan kulit telur dan menetas yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1 bagian o.

B. Inkubator penetas telur

Inkubator telur adalah ruangan tertutup yang dipanasi dengan aliran listrik atau pemanas buatan lainnya yang dipakai untuk mengerami dan menetas telur. Untuk membuat sistem pemanas biasanya menggunakan lampu pijar dengan alasan lebih ekonomis. Pengeraman dengan inkubator dilakukan oleh peternak biasanya karena telur yang ditetaskan relatif banyak. Peternak yang bermodal besar biasanya lebih memilih menggunakan inkubator karena lebih efektif dan efisien (Agata, dkk, 2018).

Menurut (Farry, 2011) mesin tetas merupakan sebuah kotak/peti yang sengaja dibuat sehingga panas di dalam tidak terbuang yang dilengkapi dengan pangontrol suhu yang dapat diatur sesuai derajat panas yang diinginkan. Menurut (Kundowo, 2017) mesin tetas adalah menciptakan situasi dan kondisi yang sama pada saat telur dierami oleh induknya. Menurut (Subiharta dan Yuana, 2012) adalah menyediakan lingkungan yang sesuai untuk perkembangan embrio (calon anak) untuk menirukan sifat alamiah induk ayam atau itik pada saat mengerami telur. Menurut (Kartasudjana, 2001) penetas telur buatan merupakan alat yang mampu

menetaskan telur dalam jumlah ratusan bahkan ribuan butir, tergantung kapasitas tampung mesin tetas. Menurut (Sumantri, 2000) prinsip penetasan telur dengan menggunakan mesin tetas/*incubator* adalah menyediakan suhu dan kelembaban yang sama dengan penetasan menggunakan induk, hanya berbeda pada jumlah telur yang ditetaskan. Semakin besar inkubator yang digunakan, semakin besar pula jumlah telur yang dapat ditetaskan. Tampilan luar inkubator dapat kita lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Inkubator (Sumber: Agata, dkk, 2018).

Pada pembuatan inkubator penetas telur secara umum inkubator penetas telur dilengkapi dengan pemanas, pemutar telur, dan sensor suhu sehingga suhu yang terdapat pada alat penetas telur dapat distabilkan.

1. Jenis Alat penetas Buatan.

Dari berbagai alat penetas dapat dibedakan menjadi dua alat penetas berdasarkan dari cara penggunaannya, yaitu :

a. Alat tetas konvensional

Alat tetas konvensional merupakan alat penetas yang menggunakan sumber panas dari matahari dengan penyimpanan panas berupa sekam. Alat ini sudah

sejak lama dikenal ditengah masyarakat. Sejarah alat ini pertama kali digunakan oleh penetas telur di daerah Bali yang kemudian penggunaannya mulai menyebar ke berbagai tempat.

b. Mesin tetas/Alat penetas telur

Mesin tetas ini merupakan salah satu alat ataupun media yang berupa peti, lemari atau *box* dengan konstruksi yang sedemikian rupa sehingga panas di dalam ruangan peti/*box* tidak terbangun keluar. Secara umum suhu di dalam peti/lemari/*box* dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan. Prinsip kerja penetasan telur dengan mesin tetas ini sama dengan induk unggas

2. ciri-ciri inkubator yang baik untuk menunjang keberhasilan penetasan telur dengan mesin tetas

- a. Telur berada ditempat mesin tetas dengan posisi yang tepat.
- b. Panas (suhu) dalam ruangan mesin tetas selalu dipertahankan sesuai dengan kebutuhan.
- c. Telur mengalami bolak-balik 3-4 kali sehari selama proses pengeraman.
- d. Ventilasi sirkulasi udara di dalam mesin tetas berjalan dengan baik.
- e. Kelembaban udara di dalam mesin tetas selalu terkontrol agar sesuai untuk perkembangan embrio di dalam telur.

3. hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan penetasan telur agar berhasil

a. *Fumigasi* Mesin Tetas

Mesin tetas, bila akan dipergunakan harus *fumigasi* dulu, untuk mencegah timbulnya penyakit menular yang melalui penetasan. Bahan *fumigasi* yang baik

dan mudah didapat serta relatif murah harganya yaitu formalin 40% yang dicampur dengan KMnO₄ dengan dosis pemakaian :

40 cc formalin 40% + 20 gram KMnO₄ (digunakan untuk ruangan 2,83 m³)

Waktu *fumigasi* biasanya dilakukan selama 20 menit dengan pintu mesin tetas dalam keadaan tertutup. Kita juga bisa melakukan *fumigasi* setelah telur masuk kedalam mesin tetas, tetapi tidak dilakukan pada telur-telur yang telah berada dalam mesin tetas selama 24 – 96 jam, karena akan membahayakan bagi perkembangan embrio di dalamnya.

b. Temperatur Penetasan

Temperatur penetasan merupakan salah satu faktor yang sangat penting yang harus diperhatikan dalam proses penetasan telur. Temperatur yang tidak tepat akan menyebabkan rendahnya daya tetas. Dalam mesin tetas yang udaranya digerakan oleh kipas untuk ventilasi maka temperatur penetasan antara hari ke 1 (satu) sampai dengan hari ke 18 yaitu sekitar 99 F – 101 F. Setelah hari ke 18, temperatur penetasan sebaiknya diturunkan 2 – 3 F.

c Kelembaban Penetasan

Kelembaban merupakan salah satu peran penting dalam proses penetasan. Dalam proses penetasan, kelembaban yang baik dalam mesin tetas dari hari ke 1 sampai hari ke 18 yaitu antar 50 – 60%, tetapi setelah hari ke 18 kelembaban tersebut sebaiknya dinaikan menjadi 75%. Pada mesin tetas tradisional pengaturan kelembaban ini dapat diatur dengan menempatkan luas permukaan yang berbeda dari baki tempat penyimpanan air. Pada mesin tetas yang modern, pengaturan kelembaban ini sudah diatur secara otomatis.

d. Ventilasi Mesin Tetas

Embrio memerlukan O₂ dan mengeluarkan CO₂ selama dalam perkembangannya. Apabila gas CO₂ ini terlalu banyak maka mortalitas embrio akan tinggi dan menyebabkan daya tetas telur yang rendah. Volume CO₂ yang diperlukan berkisar antara 0,5 – 0,8%, kebutuhan O₂ sekitar 21% dan kecepatan udara didalamnya 12 cm /menit. Pada mesin tetas tradisional pengaturan ventilasi ini sangat tergantung pada alam, sedangkan pada mesin tetas modern umumnya telah diatur secara otomatis dengan alat khusus.

e. Posisi Telur Selama Penetasan dan Pembalikan

Posisi dan pembalikan telur selama dalam penetasan sangat penting diperhatikan agar diperoleh daya tetas yang tinggi. Posisi telur selama dalam penetasan, bagian tumpul hendaknya diletakan sebelah atas. Pembalikan telur biasanya dilakukan dengan memutar 45⁰ kekiri atau kekanan dengan total pemutaran 90⁰ dan hasilnya cukup memuaskan. Jumlah pemutaran telur dalam penetasan telur secara komersial, cukup 3 sampai 4 kali per hari dari mulai telur dimasukan kedalam mesin tetas sampai hari ke 18.

f. Membedakan Telur *Fertil* dengan *Candling*

Tidak semua telur yang dieramkan dapat dibuahi, tetapi ada sebagian dari telur tersebut kosong atau mati. Untuk membedakannya dapat dilakukan dengan cara *Candling* (menaruh telur tersebut diatas lampu dan dilihat) minimal setelah 72 jam telur tersebut dieramkan. Telur yang *fertil* mempunyai sifat yang gelap pada *yolk* dengan beberapa pembuluh darah yang terpancar dari *spot* tersebut, lebih besar *spot*, lebih nyata embrio didalamnya. Apabila *spot* muncul tanpa

disertai pembuluh darah dan disertai cincin 16 darah yang mengelilinginya, kemungkinan sel kecambah itu mati (Sudrajat, 2017).

C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler yang memiliki 14 pin *digital input/output*, dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *input analog*, 16 Mhz osilator kristal, konektor USB, *jack* listrik dan tombol *reset*. pin-pin tersebut dihubungkan ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan menggunakan *adaptor* AC-DC atau baterai. Gambar arduino dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arduino Uno (Sumber: dokumen pribadi).

Setiap pin *digital* arduino beroperasi pada tegangan 5 volt, pin-pin tersebut baik pin *analog* maupun pin *digital* dapat beroperasi mengeluarkan atau menerima arus maksimal sebesar 40 mA. arduino juga memiliki 6 pin *analog* yang di beri label A0 sampai A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Arduino berfungsi sebagai media pemrograman dari alat agar alat penetas dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Arduino juga berperan dalam proses kontrol terhadap suhu dan kelembaban serta pengontrolan pemutaran telur yang di kontrol melalui modul RTC. Berikut spesifikasi dari arduino dapat di lihat pada Tabel. 1

Tabel 1. Spesifikasi arduino

No	Parameter	Keterangan
1	ATMega 328	IC mikrokontroler memiliki <i>flash memory 32 KB</i> dengan 0.5 KB digunakan untuk <i>bootloader</i> , juga memiliki 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM yang dapat ditulis dan dibaca dengan EEPROM <i>library</i> .
2	Jack USB	Untuk komunikasi mikrokontroler dengan PC
3	Jack adaptor	Masukan <i>power</i> bila arduino bekerja tanpa komunikasi PC yang melalui kabel seial USB.
4	Tombol <i>Reset</i>	Tombol <i>reset</i> digunakan untuk mereset modul arduino
5	SDA dan SCL	Digunakan untuk komunikasi <i>two wire interface(TWI)</i> atau <i>interintegrated circuit(I2C)</i> dengan menggunakan <i>wire library</i> .
6	Pin <i>Digital</i>	Digunakan untuk menerima <i>input digital</i> dan memberi <i>output</i> berbentuk digital (0 dan 1 atau <i>low</i> dan <i>high</i>)
7	AREF	AREF = tegangan referensi untuk <i>input analog</i>
8	Pin <i>Serial</i>	Digunakan untuk menerima dan mengirim data serial TTL (<i>Receiver (Rx), transmitter(Tx)</i>). Pin 0 dan 1 sudah terhubung kepada pin serial USB to TTL sesuai dengan pin ATMega.
9	Pin <i>Power</i>	GND = pin <i>ground</i> dari <i>regulator</i> tegangan <i>board</i> Arduino. Vin=tegangan masukan pada arduino ketika menggunakan sumber tegangan eksternal. 5 V= sumber tegangan yang dihasilkan <i>regulator internalboard</i> arduino 3.3 V= Sumber tegangan yang dihasilkan <i>regulator internal board</i> arduino. Arus maksimal pada pin ini adalah 50 mA
10	Pin <i>Analog</i>	Menerima <i>input</i> dari perangkat <i>analog</i> lainnya.

(Sumber: Handoko, 2017: 7-8).

D. Sensor DHT 22

Sistem *monitoring* dan kendali temperatur berperan penting untuk mengetahui perubahan temperatur yang terjadi, serta bermanfaat untuk mempertahankan dan menjaga temperatur. Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah suatu alat yang mampu untuk memantau dan menjadi sistem kendali terhadap temperatur dan kelembaban suatu ruangan (Aprilianto, 2014:189-200).

Komponen untuk pendeteksi temperatur dan kelembaban udara yang digunakan yaitu sensor DHT 22. DHT 22 merupakan sensor pengukur temperatur dan kelembaban relatif dengan keluaran berupa sinyal *digital* serta memiliki empat pin yang terdiri dari pin *power supply*, pin *data signal*, pin *null*, dan pin *ground*. DHT 22 memiliki akurasi lebih baik dibandingkan dengan DHT 11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4 % dan kelembaban 18 %. (Rahmatullah, 2014 : 1-42). Sensor DHT 22 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sensor DHT 22 (Sumber: Dokumen pribadi).

Sensor DHT 22 menggunakan sensor bersifat *kapasitif* untuk mengukur udara disekitarnya dan akan menghasilkan sinyal keluaran pada pin data. DHT 22 diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik dimulai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga yang relatif murah jika dibandingkan dengan alat *thermohygrometer* (Abdulrazak, dkk, 2018 : 5174-5177).

Tabel 2. Spesifikasi sensor DHT

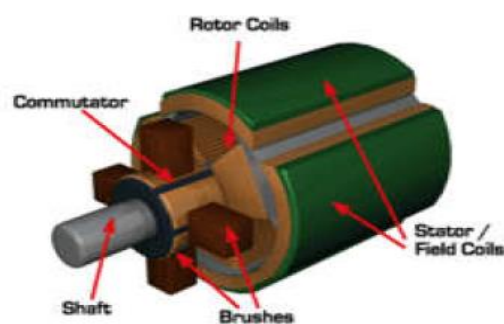
<i>Supply Voltage</i>	5VDC
<i>Temperature Range</i>	0-50 ⁰ C kesalahan 2 ⁰ C
<i>Humidity</i>	20- 90 % kesalahan 5 %
<i>Interface</i>	<i>Digital</i>

(Sumber: Susanto, dkk.)

E. Motor DC (*Gearbox*)

Motor DC merupakan rangkaian sistem yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC sering juga disebut sebagai motor arus searah yang tenaga geraknya menghasilkan putaran, hasil putaran tersebut yang nantinya digunakan untuk menggerakkan mekanik yang diinginkan (Adha, dkk, 2015).

Motor DC ini bekerja dengan prinsip elektromagnetik. Ketika sumber tegangan diberikan, maka medan magnet pada bagian yang diam atau sering juga disebut stator akan terbentuk. Setelah medan magnet terbentuk maka bagian yang bergerak akan bergerak berputar yang nantinya akan dimanfaatkan memutar benda, misalnya roda. Kecepatan putar motor DC ini sangat dipengaruhi oleh tegangan. Semakin tinggi tegangan maka akan semakin cepat putaran yang dihasilkan motor, akan tetapi tegangan yang terlalu tinggi yang melampaui batas maksimalnya, dapat memuat motor terbakar. Bagian-bagian dari motor DC dapat dilihat pada Gambar 5.

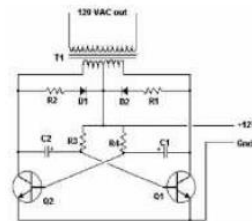


Gambar 5. Bagian-bagian komponen motor DC (Pramono, Sedy, 2016).

F. Rangkaian *Inverter*

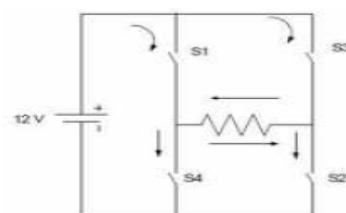
Inverter adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. *Output* dari suatu rangkaian *Inverter* dapat

berupa tegangan AC dengan bentuk keluaran dapat berupa gelombang sinus, gelombang kotak dan sinus modifikasi. Sumber *input* dari *Inverter* ini dapat menggunakan baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Contoh rangkaian dasar dari *Inverter* dapat di lihat pada Gambar 6.

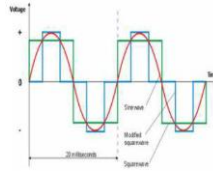


Gambar 6. Rangkaian *Inverter* sederhana (Sumber: Suriansyah, 2014).

prinsip kerja *Inverter* dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 saklar seperti di tunjukkan pada Gambar 2. Apabila saklar S1 dan saklar S2 dalam keadaan ON, maka akan mengalir Arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan. Dan apabila yang hidup saklar S3 dan saklar S4 maka arus mengalir ke beban R dari arah kanan ke kiri. Dengan demikian, pemindahan saklar secara bergantian akan menghasilkan gelombang persegi yang besarnya ditentukan oleh sumber dan frekuensinya ditentukan oleh kecepatan pemindahan saklar. *Inverter* menggunakan rangkaian modul lebar pulsa (*pulse width modulation- PWM*) dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC. Berikut pada Gambar 7 merupakan prinsip kerja dari rangkain *Inverter* dan pada Gambar 8 dapat dilihat bentuk gelombang keluaran dari rangkaian *Inverter*.



Gambar 7. Prinsip kerja *Inverter* (Sumber: Suriansyah, 2014).



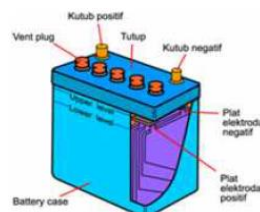
Gambar 8. Gelombang keluaran *Inverter* (Sumber: Suriansyah, 2014).

Pada Gambar 8 di atas dapat dilihat *output* dari rangkaian *Inverter*. Gelombang sinus dapat terbentuk karena peralihan ON dan OFF saklar 1 dan saklar 2 secara cepat yang dikendalikan oleh saklar *osilator*. Untuk membuat suatu rangkaian *Inverter*, maka perlu beberapa alat/komponen yang harus disediakan. Berikut di bawah ini adalah alat komponen yang diperlukan untuk membuat sebuah *Inverter*.

1. Baterai/ Aki

Baterai/Aki adalah sebuah sel listrik yang di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible*/dapat berbalikan dengan efisiensi tinggi. Proses elektrokimia yang *reversible* dalam baterai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik(proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi kimia pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda –elektroda yang di pakai dengan melewati arus listrik dalam arah/*polaritas* yang berlawanan di dalam sel. Baterai/Aki biasanya digunakan untuk mensuplai listrik, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen listrik lainnya. (Suriansyah, 2014).

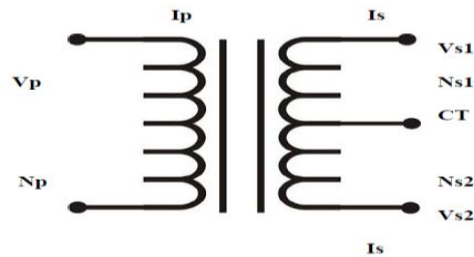
Gambar dari baterai/Aki dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Baterai/Aki (Sumber: Suriansyah, 2014).

2. Transformator

Transformator atau *travo* adalah suatu alat listrik yang memindahkan energi listrik yang satu ke energi listrik yang lainnya melalui suatu gandengan magnet. Berdasarkan prinsip kerjanya *travo* dapat di lihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Transformator* (Sumber: Malik, 2018).

dimana V_p merupakan tegangan *primer transformator*, V_s merupakan tegangan *sekunder transformator*, I_p arus *sekunder transformator*, I_s merupakan arus *sekunder transformator*, N_p merupakan jumlah lilitan *primer transformator*, dan N_s merupakan jumlah lilitan *sekunder transformator*. Hubungan antara tegangan *primer*, tegangan *sekunder*, arus *primer* dan arus *sekunder*, serta hubungan antara jumlah lilitan *primer* dengan jumlah lilitan *sekunder* seperti pada Persamaan 4.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_p}{I_s} \dots \dots \dots (4)$$

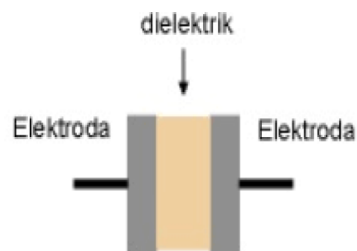
Persamaan di atas merupakan keluaran rangkaian penguat yang dihubungkan ke masukan *sekunder transformator* CT dan keluaran berada pada gulungan *primer transformator* yang berada pada tegangan 220 volt AC.

3. Kapasitor

Kapasitor merupakan peralatan yang sering dipergunakan pada instalasi tegangan, terutama untuk memperbaiki faktor daya ($\cos \phi$) sistem tenaga listrik. kapasitor berfungsi sebagai penyimpan muatan listrik sementara, selain itu

Kapasitor berfungsi sebagai penapis/*filtering*, penala/*tuning*, pembangkit gelombang bukan sinus, sering juga digunakan sebagai pengoperasian sinyal dari satu rangkaian menuju rangkaian lainnya.

Kapasitor mempunyai dua plat konduktor yang dipisahkan oleh sebuah *isolator*. Besarnya kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik disebut kapasitansi. Semakin banyak muatan yang disimpan maka semakin besar pula kapasitansinya. Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitansi yaitu luas permukaan plat, jarak antar plat dan bahan plat. Gambar 11 menjelaskan konstruksi dari kapasitor.



Gambar 11. Kontruksi kapasitor (Sumber: Malik, 2018).

Kemampuan suatu kapasitor untuk menyimpan muatan listrik disebut kapasitansi dengan simbol C , dan menggunakan satuan Farad yang menggunakan simbol F . satu Farad didefenisikan sebagai jumlah muatan listrik yang dapat disimpan (dalam satuan coulomb)/satu Volt tegangan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kapasitansi kapasitor dapat dilihat pada Persamaan 5.

$$C = \frac{Q}{V} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana C adalah nilai kapasitansi, Q adalah muatan, dan V adalah nilai tegangan. Kemampuan kapasitor untuk menyimpan sejumlah muatan listrik biasanya dalam bentuk kelebihan elektron pada satu plat dan kekurangan elektron pada plat

lainya. Timbulnya beda potensial diantara plat-plat kapasitor tersebut ditentukan oleh tipe dan ketebalan dielektrik. biasanya pabrik pembuatnya menyatakan tegangan maksimum dari produk yang dibuatnya.

4. Resistor

Resistor adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan sebagai tahanan arus yang mengalir pada suatu rangkaian elektronika, dengan satuan bernama “ohm”. Secara umum resistor terbagi atas dua kelompok yaitu resistor *variabel* dengan nilai tahanan yang bisa di variasikan, serta resistor tetap.

Resistor tetap merupakan resistor yang memiliki nilai hambatan yang tetap tau tidak dapat di ubah-ubah. Besar kecilnya kemampuan hambatan resistor tergantung pada pembuatan nilai hambatan dari resistor itu sendiri. Untuk resistor yang berdaya kecil(dibawah 2 watt) biasanya terbuat dari bahan karbon, sedangkan resistor yang berdaya besar (2 watt- 50 watt) terbuat dari kawat nikel (Malik, 2018). Berikut ini bentuk fisik dari resistor dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Bentuk fisik resistor tetap (Sumber: Malik, 2018).

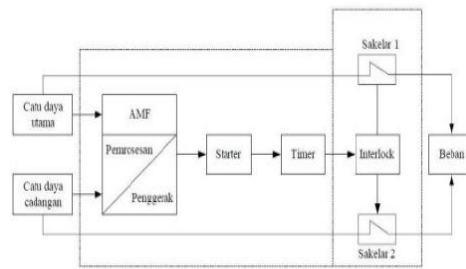
G. *Automatic Transfer Swich* dan *Automatic Main Failure(ATS/AMF)*

ATS adalah singkatan dari *Automatic Transfer Switch*, yaitu proses pemindahan penyulang dari sumber listrik yang satu ke sumber listrik yang lain secara bergantian sesuai perintah pemrograman, AMF adalah singkatan dalam dari *Automatic Main Failure* yang maksudnya menjelaskan cara kerja otomatisasi

terhadap sistem terhadap sistem kelistrikan cadangan apabila terjadi gangguan pada sumber/penyulang listrik utama.

Sistem kerja panel ATS dan AMF yang sering kita temukan adalah kombinasi untuk pertukaran sumber baik dari genset ke PLN maupun sebaliknya, bilamana suatu saat sumber listrik dari PLN tiba-tiba padam, maka AMF bertugas untuk menjalankan diesel genset sekaligus memberikan proteksi terhadap sistem genset, baik proteksi terhadap unit mesin yang berupa pengamanan terhadap gangguan rendahnya tekanan minyak pelumas (*Low Oil Pressure*) maupun kondisi temperatur mesin serta media pendinginannya, dan juga memberikan perlindungan terhadap unit generatornya baik berupa pengamanan terhadap beban pemakaian yang berlebih maupun perlindungan terhadap karakter listrik lain seperti tegangan maupun frekuensi genset, apabila parameter yang diamankan melebihi batasan normal/*setting* maka tugas ATS adalah melepas hubungan arus listrik ke beban sedangkan AMF bertugas untuk memberhentikan kerja mesin.

Apabila generator yang dijalankan beroperasi dengan baik, berikutnya ATS bertugas memindahkan sambungan dari sebelumnya yang tersambung dengan PLN dipindahkan secara otomatis ke sisi generator sehingga aliran listrik bisa tersambung ke sisi pengguna. Apabila PLN kembali normal, selanjutnya ATS bertugas untuk mengembalikan jalurnya dengan memindahkan *switch* kembali ke sisi utama dan untuk kemudian disusul dengan tugas AMF untuk memberhentikan kerja mesin diesel tersebut, demikian seterusnya semua sistem kontrol dikendalikan secara otomatis berjalan dengan sendirinya (Rahman, dkk.2015). Berikut pada Gambar 13 dapat dilihat skema rangkaian ATS/AMF.



Gambar 13. Blok diagram ATS/AMF (Sumber: Rahman, dkk, 2015).

H. *Ultrasonik Mist Maker*

Ultrasonik mist maker adalah alat yang dapat menghasilkan kabut atau butiran air yang sangat kecil (dalam orde mikro) dari sejumlah cairan. *Transduser ultrasonik mist maker* ini merupakan komponen elektronik atau lapisan yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi energi mekanik berupa gelombang ultrasonik (frekuensi diatas 20 KHz) dengan sistem kerja dengan menggetarkan sebuah membran atau lapisan tipis (Siregar, samuel dan Muhammad Rivai, 2018). Bentuk fisik dari *ultrasonik mist maker* dapat dilihat pada Gambar 14.



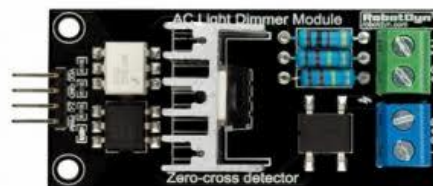
Gambar 14. *Ultrasonik mist maker*

Ultrasonik mist maker merupakan alat pelembab ruangan yang mengubah air menjadi uap dengan jangkauan 5 meter. Untuk mengoperasikan *ultrasonik mist maker* ini membutuhkan catu daya sebesar 24 VDC. Untuk menghasilkan kabut air, alat ini menggunakan *diafragma* logam yang dapat bergetar pada frekuensi ultrasonik untuk menciptakan kabut tetes air yang keluar dari mesin *humidifier*.

Alat ini menggunakan *transduser piezoelektrik* untuk membuat *osilasi* mekanik frekuensi tinggi yang akan menghasilkan kabut yang sangat halus dan dengan cepat dapat menguap di udara (Aziz, Faishol dan Bambang Suprianto, 2019).

I. *AC Liht Dimmer Modul*

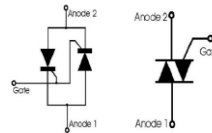
AC Light Dimmer Module adalah *Dimmer* yang dapat dikendalikan oleh mikrokontroler seperti *arduino Raspberry Pi* dan yang lainnya. Pada modul ini terdapat pin dengan fitur *zero crossing detector* yang membuat mikrokontroler dapat mengetahui kapan saat yang tepat untuk mengirim sinyal PWM (Prasojo, Satriyo dan Bambang Suprianto, 2019). Untuk lebih jelasnya mengenai *AC light dimmer modul* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. *AC light dimmer module*

Pulse Width Modulation (PWM) adalah sebuah cara yang digunakan untuk memanipulasi suatu lebar sinyal pulsa suatu gelombang yang nantinya akan mendapatkan tegangan rata-rata pada perioda tertentu. PWM banyak diaplikasikan untuk memodulasi data telekomunikasi, pengontrolan daya yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio *effect* dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Pada metode sinyal *digital* setiap perubahan sinyal PWM dipengaruhi oleh *resolusi* sinyal PWM itu sendiri, misalkan sinyal PWM digital 8 bit maka memiliki variasi nilai sebanyak $2^8 = 256$, yang maksudnya keluaran dari sinyal PWM tersebut memiliki 256 variasi yang dimulai dari 0 – 256.

AC Light Dimmer Module merupakan *circuit* yang dilengkapi dengan TRIAC yang dapat mengontrol jumlah tegangan serta arus AC yang diberikan ke perangkat. TRIAC merupakan komponen elektronika yang dapat digunakan untuk mengendalikan arus 2 arah, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan listrik AC (*alternating current*). TRIAC digunakan untuk mengendalikan kecerahan cahaya lampu pada suatu rangkaian elektronika. TRIAC merupakan salah satu *thyristor* yang memiliki karakteristik *bidirectional*. Struktur TRIAC dibangun seperti 2 buah SCR yang arahnya berlawanan yang pin *gate* disatukan. Tampilan TRIAC dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Struktur dan simbol TRIAC (Sumber : Hidayat, Muhammad Taufik, dkk, 2019).

Tabel 3. Merupakan spesifikasi dari *AC light dimmer modul*

<i>Power</i>	600 V 16 A
<i>AC frequency</i>	50/60 Hz
<i>TRIAC</i>	BTA16 – 600B
<i>isolation</i>	<i>Optocoupler</i>
<i>Logic level</i>	3.3 V – 5 V
<i>Zero point</i>	<i>Logic level</i>
<i>Modulation(DIM/PSM)</i>	<i>Logic level ON/OFF TRIAC</i>
<i>Signal current</i>	>10 mA
<i>Environment</i>	<i>For indoor or outdoor use Operation</i>

	<i>temperatures : 20 – 80 °C</i>
<i>Operating humidity</i>	<i>Dry environment only</i>
<i>ROHS3</i>	<i>Compliant</i>

J. RTC(*Real time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) merupakan *chip* IC yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah diaktifkan pada modul, RTC ini dilengkapi catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan *osilator* kristal *eksternal*. Contoh yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari – hari yaitu pada *motherboard* PC yang biasanya letaknya berdekatan dengan *chip* BIOS. Difungsikan guna menyimpan sumber informasi waktu terkini sehingga jam akan tetap *up to date* walaupun komputer tersebut dimatikan. Modul RTC ini digunakan sebagai pengontrol motor pembalik telur yang dihubungkan dengan dengan *Relay*. Modul RTC ini akan mengirim perintah *high* sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan/diprogram pada arduino. Gambar 17 menjelaskan bentuk modul RTC (*Real Time Clock*).



Gambar 17. Modul RTC DC3231

K. Kipas

Kipas adalah suatu alat yang berfungsi untuk menggerakkan udara agar berubah menjadi angin, beberapa fungsinya antara lain adalah untuk pendingin

udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), dan pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kita dapat menemukan kipas angin pada peralatan rumah tangga di rumah, misalnya yang ada di dalam alat penyedot debu/*vacuum cleaner* dan beberapa ornamen untuk dekorasi ruangan. Gambar 18 menjelaskan bentuk kipas yang akan digunakan.



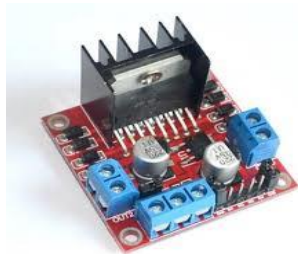
Gambar 18. Kipas (*Sumber :www.Google.com, 2019*)

Kipas berfungsi untuk meratakan suhu dalam ruangan penetas agar suhu dan kelembaban diterima oleh telur secara merata. kipas biasanya digunakan untuk mesin dengan kapasitas tinggi atau mesin modern. Kipas pemerata panas (*ventilator*) dapat bekerja secara manual maupun otomatis (Wakhid, 2016: 23).

L. *Driver* Motor L298N

Driver motor L298N merupakan *driver* motor yang paling populer digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan kecepatan dan arah pergerakan motor terutama motor DC. Modul ini memiliki rentang tegangan antara 5 Volt sampai 35 Volt DC dengan arus puncak hingga 2 ampere. Modul ini memiliki 2 blok terminal untuk motor A ataupun motor B, dan blok terminal lainnya berupa pin *Gruond*, VCC. Penugasan pin untuk modul L298N ini ditugaskan melalui IN1 dan IN2 yang sinyal PWM tersebut dikirim ke ENA atau ENB yang nantinya akan mengontrol arah, kecepatan maupun posisi dari benda *output* yang di control

(Maung, Myo Maung, dkk, 2018). Gambar 19 menampilkan bentuk dari *Driver* motor L298N.



Gambar 19. *Driver* motor L298N

Motor tidak dapat dikendalikan langsung oleh mikrokontroler, untuk itu *driver* motor merupakan pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan arah dan *rotasi* motor. L298N adalah IC yang digunakan sebagai *driver* modul L298N ini. IC ini menggunakan prinsip kerja *H-bridge* yang dikontrol menggunakan level tegangan TTL yang berasal dari *output* dari mikrokontroler (Pramono, sendy, 2016). Spesifikasi modul L298N dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi dari modul L298N.

<i>Output 1</i>	Motor A <i>output</i>
<i>Output 2</i>	Motor A <i>output</i>
<i>Output 3</i>	Motor B <i>output</i>
<i>Output 4</i>	Motor B <i>output</i>
IN1	<i>Enable motor A</i>
IN2	<i>Enable motor A</i>
IN3	<i>Enable motor B</i>
IN4	<i>Enable motor B</i>
5V	<i>5V input</i>
GND	<i>Ground</i>

M. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui *filamen* yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi *filamen* panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga *filamen* tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar ini digunakan sebagai pemanas ruangan inkubator. Digunakannya lampu pijar disini karena saya menganggap pancaran cahaya lampu pijar lebih merata dari pada menggunakan *heater*/pemanas, serta bila dihitung secara ekonomis lampu pijar lebih mudah di dapat dan murah harganya dari pada *heater*/pemanas (Aswad, 20014:35-36).

N. *Liquid Cristal Display*(LCD)

Menurut Wastharini (2010), pada sebuah *Liquid Crystal Display* (LCD) dapat ditampilkan huruf-huruf, angka-angka, bahkan simbol tertentu. LCD terdiri atas tumpukan tipis dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*Liquid Crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oksida timah atau oksida indium (Sulbi, 2010).

Menurut Kholifah (2007), LCD ini didalamnya terdapat sebuah *controller* dan *driver*. LCD juga memiliki dua *register* yang digunakan dalam operasinya, *register* tersebut adalah *Instruction Register* (IR) dan *Data Register* (DR). LCD mempunyai kegunaan yang lebih dibandingkan dengan *7-segment Light Emitting Diode* (LED). Ada banyak variasi bentuk dan ukuran LCD yang tersedia jumlah

baris 1- 4 dengan jumlah karakter per baris 8, 16, 20, 40, dll. Gambar 20 menampilkan gambar dari *Liquid Crystal Display* (LCD).



Gambar 20. *Liquid Crystal Display* (LCD) (Sumber: Dokumen pribadi).

Sebagian besar modul LCD memenuhi suatu standar *interface* tertentu. Ada 14-pin yang dapat diakses, meliputi 8 *line data*, 3 *line control* dan 3 *line power*. Posisi pin LCD dapat diketahui dengan membaca nomor yang biasanya tercetak di PCB (*Printed Circuit Board*). Tabel 5 menampilkan fungsi dari masing-masing pin *Liquid Crystal Display*(LCD).

Tabel 5. Fungsi dari Masing-Masing Pin LCD

Nomor pin	Nama	Fungsi
1	Vss	<i>Ground</i>
2	Vdd	<i>Positif supply</i>
3	Vee	<i>Contrast</i>
4	Rs	<i>Register select</i>
5	R/W	<i>Read/write</i>
6	EN	<i>Enable</i>
7	D0	Data Bit 0
8	D1	Data Bit 1
9	D2	Data Bit 2
10	D3	Data Bit 3
11	D4	Data Bit 4
12	D5	Data Bit 5
13	D6	Data Bit 6
14	D7	Data Bit 7
15	V+BL	<i>Positif backlight voltage</i>
16	V-BL	<i>Negatif backlight voltage</i>

(Sumber: Suherman, dkk, 2015).

O. *Relay*

Relay adalah alat yang dioperasikan yang secara mekanis mengontrol perhubungan rangkaian listrik. *Relay* sering dimanfaatkan untuk kontrol jarak jauh dan untuk pengontrolan tegangan dan arus tinggi dengan sinyal kontrol tegangan dan arus rendah. Ketika arus mengalir melalui elektromagnet pada kontrol elektro mekanis, medan magnet akan menarik lengan besi dari jangkar. Akibatnya, kontak pada jangkar dan kerangka *relay* terhubung. Sebuah *relay* mempunyai kontak NO(*Normally open*) dan kontak NC(*Normally close*). Gambar 21 menjelaskan bentuk dari modul *Relay*.

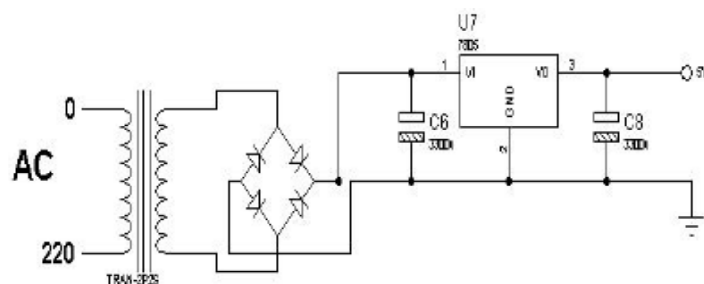


Gambar 21. Modul *Relay* (Sumber: dokumen pribadi).

Dalam pemakaian *Relay* biasanya digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang paralel dengan lilitanya dan di pasang terbalik dengan menempatkan anoda pada tegangan negative(-) dan katoda pada tegangan positif(+), hal ini bertujuan sebagai antisipasi kerusakan komponen sekitar akibat sentakan listrik yang terjadi pada saat *Relay* berganti posisi dari ON ke OFF. Penggunaan *relay* perlu diperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan *Relay* dalam men-*swicth* arus/tegangan. Misalnya *Relay* 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12 volt DC dan mampu mem-*swicth* arus listrik maksimal sebesar 4 Ampere pada tegangan 220 volt. Sebaiknya *Relay* difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimal agar *Relay* lebih aman (Tri Handoko, 2017).

P. Catu daya (*Power supply*)

Power supply ialah perangkat atau sistem yang memasok listrik ke *output* beban atau kelompok bahan. Perangkat elektronika biasanya disuplai oleh arus searah DC yang stabil akan bekerja dengan baik. Baterai adalah sumber satu daya yang paling baik, namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya yang besar sumber baterai tidak cukup, sumber catu daya yang besar adalah arus bolak-balik AC dari pembangkit listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat yang mengubah arus bolak-balik AC menjadi arus searah DC (Arifana, 2016 hal : 8). Skema rangkaian *power supply* dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. *Power supply* (Sumber: Zain, dkk, 2016).

Berdasarkan Gambar 22 diketahui bahwa ketika tegangan 220 volt arus AC masuk ke *transformator* yang fungsinya untuk menurunkan tegangan 220 volt AC menjadi 6 volt AC dan kemudian masuk menuju dioda bridge, dioda tersebut akan memyebabkan tegangan dari tegangan 6 volt AC menjadi tegangan 6 volt DC dan kemudian dilanjutkan ke kapasitor untuk penstabil tegangan kemudian masuk menuju regulator untuk mengubah tegangan menjadi 5 volt dan akan di stabilkan lagi dengan kapasitor yang ke dua.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis serta pembahasan terhadap alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan motor DC *gearbox* berbasis arduino maka didapatkan rumusan beberapa kesimpulan berikut ini:

1. Hasil spesifikasi ferformansi dari alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan motor DC *gearbox* berbasis arduino terdiri atas sebuah kotak inkubator yang berukuran 90x64x60 cm yang dilengkapi sistem pemanas dan pendingin yang dikontrol yang terdiri dari beberapa komponen meliputi arduino uno, sensor DHT 22, motor DC *gearbox*, *ultrasonic mist maker*, *AC light dimmer module*, *driver LN298N*, lampu pijar, serta LCD yang dikontrol agar sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
2. Hasil analisis alat penetas telur ayam otomatis menggunakan sensor DHT 22 dan motor DC *gearbox* berbasis arduino terdiri dari ketepatan dan ketelitian. Ketepatan pengukuran berkisar antara 99,64 % sampai 100 %, Sedangkan ketelitian pengukuran berkisar antara 99,64% sampai dengan 100%, dengan eror pengukuran rata-rata sebesar 0,18 %.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan beberapa kekurangan yang terdapat pada penelitian ini. Pada penelitian ini, alat tetas yang dihasilkan hanya mampu menetas telur ayam saja, peneliti mengajukan saran dalam satu alat tetas dapat menetas berbagai jenis telur unggas demi pengembangan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Ozzy Prasetya, dkk. 2015. *Sistem Penggerak Gordon Otomatis Berbasis Arduino Uno*. ISSN: 2654-8380. Medan: Universitas Harapan Medan.
- Agata, Yayang Shegara Sukma Tri dan Endryansyah. (2018). *Rancang Bangun Pengontrol Suhu dan Kelembaban Ruang Inkubator Telur Ayam Menggunakan Arduino Uno dan Labview*. Jurusan Teknik Elektro, Volume 07 Nomor 01 Tahun 2018.
- AgroMedia. *Sukses Menetaskan Telur Ayam*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Arifana, Iiril Mare. 2016. *rancang bangun power supply swiching dengan arus dan tegangan terkendali sebgai catu daya proses elektroplating logam*. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Aswad, Hajratul. 20014. *Desain Pengujian Kontrol Suhu Untuk Penetasan Telur Unggas Menggunakan Lampu Dimmer*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Aziz, Faishol dan Bambang Suprianto. 2019. *Rancang Bangun Sistem Pengendalian Kelembapan Pada Sistem Tanam Aeroponik Menggunakan Kontroller Pid*. *Jurnal Teknik Elektro*. Volume 08 Nomor 03 Tahun 2019. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Hamdani, Tajuddin. 2005. *Pengendalian Motor Sinkron Magnet Permanen Direct Model Reference Adaptive Control Dan Adaptive Field Weakening Control*. *Jurnal SMARTek*, Vol. 3, No. 1, Pebruari 2005.
- Hasan, dk. 2016. *Prototipe Mesin Penetas Telor Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328 menggunakan Sensor DHT11*. *Techno Xplore* ISSN 2503-054X Vol. 1 No. 1 April 2016.
- Hidayat, Muhammad Taufik, dkk. 2019. *Rancang Bangun Pemanas Suhu Kandang Anak Ayam Broiler Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560*. vol 10 no 1 2019. Malang: Universitas Islam Malang.
- Jufril, Dhanny, Dkk. 2015. *Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metoda Fuzzy Logic Control*. Candra, Mukhlas Eka. 2010. *Design Incubators Motor Driver In Sync With Egg And* jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek.

- Komarudin dan Asih Sutanti. 2016. *Desain Berbasis Mikrokontroler AT89S52*
- Malik, Ahmad. 2018. *Analisis Rangkaian Inverter 12v Dc-220v Ac Dengan Sumber Panel Surya Pada Beban Motor Listrik Satu Fasa*. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.
- Maung, Myo Maung, dkk. 2018. *DC Motor Angular Position Control using PID Controller with Friction Compensation*. *International Journal of Scientific and Research Publications*. Volume 8, Issue 11, November 2018. Department of Electronic Engineering, Mandalay Technological University, Republic of the Union of MYANMAR.
- Microcontroller Temperature As A Timer*. Undergraduate Program, Faculty of Industrial Technology.
- Narbuko, Cholid, Abu Achmadi. 2007. *Metodologi Penelitian*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Nurhadi dan Puspita. 2011. *Prototipe Mesin Penetas Telor Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328 menggunakan Sensor DHT11*.
- Paimin, F. B. 2011. *Membuat dan Mengelola Mesin Tetas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Paimin, farry B. 2011. *Membuat dan mengelola mesin tetas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pengaturan Untuk Waktu Sholat Digital*. Jurnal Mikrotik, Volume: 06 Nomor: 03 tahun 2016.
- Pramono, Sendy. 2016. *Pengendalian Robot Beroda Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Koneksi Bluetooth*. Jurnal Informatika SIMANTIK Vol.1, No.1 September 2016. Cikarang: STMIK Cikarang.
- Prasojo, Satriyo dan Bambang Suprianto, 2019. *Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Fuzzy Logic Controller*. Jurnal Teknik Elektro Volume 08 Nomor 01 Tahun 2019. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Rahman, Fathur, dkk. 2015. *Rancang Bangun Ats/Amf Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis Programmable Logic Control*. *Dielektrika ISSN 2086-9487 Vol. 2, No. 2 .2015*.
- Siregar, samuel dan Muhammad Rivai. 2018. *Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266*. Jurnal Teknik Its Vol. 7, No. 2, (2018). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (Its).
- Sudrajat. 2017. *Persepsi Petani Terhadap Penggunaan Mesin Tetas Pada Pembibitan Ternak Ayam Buras*. Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis. 2017. 3(1): 53-63. Fakultas Pertanian Universitas Galuh Ciamis.

- Suherman, dkk. 2015. *Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Suhu Perangkat Server Menggunakan Sensor Lm35 Berbasis Sms Gateway*. Jurnal Prosisko. ISSN : 2406-7733. Vol. 2 No. 1 Maret 2015.
- Supriyono, Didi. 2014. *Rancang Bangun Pengontrol Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Penetas Telur Ayam Berbasis Arduino Mega 2560 Dilengkapi Ups*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suriansyah, Bambang. 2014. *Catu daya cadangan berkapasitas 100 ah / 12 v Untuk laboratorium otomasi industri poliban*. Jurnal INTEKNA, Tahun XIV, No. 2.
- Susanto, Heri, dkk. 2013. *Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328p Dan Xbee Pro*.
- Tri Handoko, Agustinus Pamungkas. 2017. *Pengering Pakaian Otomatis Berbasis Arduinouno*. (Skripsi). Universitas Sanata Dharma.
Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Wakhid, Abdul. 2016. *Membuat Sendiri Mesin Tetas Praktis*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Wicaksono, Heas Priyo. 2018. *Pembuatan Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. (Skripsi). Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.
- Zain, Ruri Hartika, dkk. 2016. *Perancangan Sistem Pendeteksi Asap Pada Ruang Perpustakaan Menggunakan Sensor Mq-2 Dan Tampilan Lcd Dengan Mikrokontroler Atmega32*. JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI & PENDIDIKAN. ISSN : 2086 – 4981 VOL. 9 NO. 3 September 2016.