

RANCANG BANGUN INKUBATOR TELUR UNGGAS BERTENAGA HYBRID MENGGUNAKAN PERHITUNGAN OTOMATIS

Jihan Arganatta Nugraha¹, Denny Irawan²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No. 101 GKB
Gresik, Jawa Timur, 61121, Indonesia.

E-mail : jihanarganattanugraha@gmail.com¹, den2mas@umg.ac.id²

Abstrak

Inkubator telur adalah alat yang memainkan peran penting dalam dunia peternakan unggas terutama dalam proses pembibitan. Alat ini dirancang khusus untuk menetas telur unggas dalam jumlah besar dengan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan peneraman alami oleh induk unggas. Inkubator bekerja dengan memanfaatkan pemanas buatan, seperti lampu bohlam yang dialiri listrik, untuk menjaga suhu optimal di dalam ruangnya. Stabilitas suhu ini memastikan setiap telur menerima pemanasan yang merata, sehingga peluang keberhasilan penetasan meningkat secara signifikan. Dalam budi daya unggas, pembibitan merupakan tahap krusial untuk memastikan keberlanjutan populasi unggas. Secara alami, induk unggas membutuhkan waktu berminggu-minggu untuk mengerami telur-telurnya hingga menetas. Namun, metode peneraman alami ini memiliki banyak keterbatasan, terutama dalam jumlah telur yang dapat dierami sekaligus serta risiko ketidakmerataan hasil. Inkubator memberikan solusi efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan alat ini, peternak dapat menetas telur dalam jumlah besar dalam satu siklus peneraman. Selain itu, prosesnya lebih terkontrol karena suhu, kelembaban, dan durasi peneraman dapat diatur sesuai kebutuhan. Hasilnya, tingkat keberhasilan lebih tinggi dibandingkan dengan peneraman alami. Seiring berkembangnya teknologi, inkubator telur kini tidak hanya bergantung pada energi listrik konvensional. Banyak inovasi telah menghadirkan inkubator yang dapat beroperasi menggunakan energi alternatif, seperti panel surya. Penggunaan panel surya memberikan banyak manfaat, terutama dalam mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, yang tidak selalu tersedia di daerah terpencil. Dengan menggunakan panel surya, inkubator dapat beroperasi secara ekonomis dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Inkubator Telur, Tenaga *Hybrid*

1. Pendahuluan

Budi daya peternak telur unggas khususnya budi daya pembibitan sangat penting bagi perkembangbiakan unggas. Secara ilmiah, unggas memiliki sifat mengerami telur-telurnya sehari-hari hingga menetas. Akan tetapi ayam dan bebek memiliki umur menetas yang berbeda, telur ayam lebih cepat menetas dibandingkan dengan telur yang cenderung lebih lama. Keberhasilan unggas ketika mengerami telur sangat sedikit atau tidak sebanyak mesin penetas telur. Mesin penetas telur atau inkubator telur unggas ini bisa menetas

telur dengan jumlah yang banyak dan memiliki keberhasilan yang lebih baik dari pada unggas saat mengerami telurnya. Terkadang juga suhu yang tidak menentu saat unggas mengerami telurnya (Prihatman, 2020). Dalam mesin penetas telur unggas ini membutuhkan penghangat untuk menghangatkan telur-telur menggunakan lampu bohlam. Akan tetapi lampu bohlam sangat tidak efisien dalam hal pencahayaan karena lampu bohlam 90% energi diubah menjadi energi panas. Namun dalam penelitian ini lampu bohlam sangat dibutuhkan sebagai *heater* atau pemanas pada mesin penetas telur ini. Dengan jumlah lampu bohlam yang cukup dapat menghasilkan energi

panas yang mampu untuk proses penetasan (M. Rodríguez, Velastequí, 2019). Dalam penelitian sebelumnya tentang mesin penetas telur yang berjudul “Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Bekerjasama Motor AC dengan Sistem Kontrol *thermostat*“, rancangan mesin penetas telur ini mampu menetas telur dalam jumlah yang sudah ditentukan dan juga menjaga kestabilan suhu di dalam mesin penetas telur, termostat yang sering digunakan untuk rangkaian pendeteksi suhu adalah DHT11. Selain menggunakan termostat dalam mesin tersebut juga menggunakan motor AC untuk membolak-balikan telur supaya bisa menghangatkan secara merata pada permukaan telur (R. Adolph, 2016). Dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetapan Bertenaga *Hybrid*“ Dalam penelitian tersebut menggunakan solar panel dimaksudkan dapat *mem-back up* energi listrik yang dibutuhkan dalam mesin penetas telur agar tetap bisa menghangatkan telur-telur disaat terjadi pemadaman listrik yang tidak menentu. Metode tersebut menggunakan panel surya untuk memanfaatkan energi panas matahari dan baterai berkapasitas 12volt 100Ah (D. Rico Agung F, 2019). Penelitian lainnya yang berjudul “Perancangan Sistem Suhu Otomatis dan Pengaturan Posisi Telur pada Sistem Penetas Telur Berbasis *Arduino*“ Penelitian tersebut dijelaskan pengendalian sistem mesin penetas telur tersebut terdapat pada mikrokontroler yakni *Arduino Uno* (S. Yuwono, D. Diharjo, dan N. W. Pratama, 2018). Input mikrokontroler ini didapat dari sensor suhu DHT11, untuk mendapatkan kelembaban dan nilai suhu. Data dan nilai akan di tampilkan LCD. Ketika suhu naik terlalu tinggi maka relay akan bekerja mematikan lampu bohlam begitu juga sebaliknya jika suhu terlalu rendah maka lampu bohlam (pemanas) akan menyala (Y. Yulis, I. D. Sara, dan R. S. Lubis, 2018).

2. Kajian Pustaka

2.1 *Arduino Uno*

Arduino uno merupakan suatu peranti *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 *input digital/output pin*, di mana terdapat 6 pin yang digunakan untuk *input analog* dan *output pin* PWM dengan frekuensi 16 MHz osilator kristal, koneksi USB serta *jack* tombol reset. Pada pin pin semuanya dapat digunakan dan mendukung mikrokontroler. Dengan menghubungkan ke komputer melalui kabel USB ke *port* atau sumber tegangan AC DC melalui adaptor (F. Effenberger dan G. Kiefer, 2019).

2.2 *Motor Servo*

Motor *Servo 5v* merupakan sebuah perangkat putar yang dirancang dengan kontrol sistem umpan balik *loop* tertutup (*closed feedback*) rangkaian kontrol dalam motor *servo*, sehingga dapat di atur (*set up*) untuk memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros output motor. Motor *servo* terdiri dari motor AC dan DC, motor *servo* yang sering digunakan untuk arus tegangan tinggi dan beban berat seperti pada industri yakni motor AC (Syahrul, 2011)

2.3 *Solar Panel*

Panel surya merupakan suatu kumpulan sel surya yang dikumpulkan dari pancaran sinar matahari dan tertata sedemikian rupa sehingga bisa dimanfaatkan menjadi energi panas matahari menjadi energi listrik. Sel surya terdiri dari berbagai komponen *photovoltaic* atau komponen yang bisa mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Sel surya umumnya terdiri dari lapisan semikonduktor metal anti reflektif dan konduktor metal. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi 100w-150w (Rama, 2018)

2.4 *Aluminium Foil*

Alumunium *foil* merupakan salah satu logam yang berbentuk kertas berbahan alumunium dengan ketebalan 02mm dan memiliki keunggulan tahan panas. Alumunium foil ini biasa digunakan dalam bungkus makanan ringan maupun untuk memanggang makanan. Dalam mesin penetas telur ini alumunium foil diperlukan untuk menghantarkan panas dari cahaya lampu bohlam secara merata pada dinding dalam mesin penetas telur (T. Homepa, 2016)

2.5 Termostat

Termostat adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur suhu dengan menyalakan atau mematikan sistem pemanas atau pendingin. Alat ini bekerja dengan cara mendeteksi suhu lingkungan dan membandingkannya dengan suhu yang diinginkan. Termostat biasa digunakan untuk mengontrol suhu dalam suatu sistem. Elemen ini akan melengkung ketika terjadi perubahan suhu, yang kemudian mengaktifkan atau memutuskan rangkaian listrik untuk mengontrol perangkat seperti AC atau pemanas (P. P. Excava, 2020)

2.6 Lampu Bohlam 5w

Lampu bohlam ditemukan oleh Thomas Alva Edison pada tahun 1879, meskipun sebelumnya ada beberapa eksperimen oleh penemu lain. Edison berhasil menciptakan bohlam yang dapat menyala lebih lama, dengan filamen karbon sebagai elemen utama. Penemuan ini menjadi tonggak penting dalam revolusi teknologi penerangan. Lampu bohlam 5w terutama jenis pijar, sering digunakan sebagai sumber panas utama dalam inkubator unggas sederhana. Bohlam bekerja dengan memancarkan panas ketika arus listrik mengalir melalui filamen, yang kemudian menghangatkan ruang inkubator. Panas dari bohlam ini membantu menjaga suhu stabil dalam inkubator agar telur dapat berkembang dengan baik (Dianne, S. Sarmen, dan Y. Sayoeti, 2013).

2.7 Aki Motor 12v

Ketika digunakan, reaksi kimia tersebut akan kembali menghasilkan arus listrik yang

dapat digunakan untuk menghidupkan motor dan komponen kelistrikan lainnya. Aki 12V umumnya terdiri dari enam sel, di mana masing-masing sel menghasilkan sekitar 2V (R. Adolph, 2016).

2.8 Jam Digital

Jam digital merupakan alat penunjuk waktu yang merupakan inovasi menjadi digital yang sebelumnya masih menggunakan analog. Jam ini menunjukkan angka di layar dan juga menunjukkan waktu yang spesifik atau presisi dari sinyal listrik isolator. Seiring berjalannya waktu jam digital semakin berkembang dan banyak orang menambahkan fitur berupa alarm, kalender digital, penunjuk suhu secara *real time*, dan lain lain. Fungsi jam digital pada mesin inkubator telur untuk menunjukkan tanggal masuk telur dan tanggal dimana telur mulai menetas kemudian juga memanfaatkan fitur suhu *real time* pada jam digital (D. Sudjadi dan Darjat, 2013).

2.9 Relay

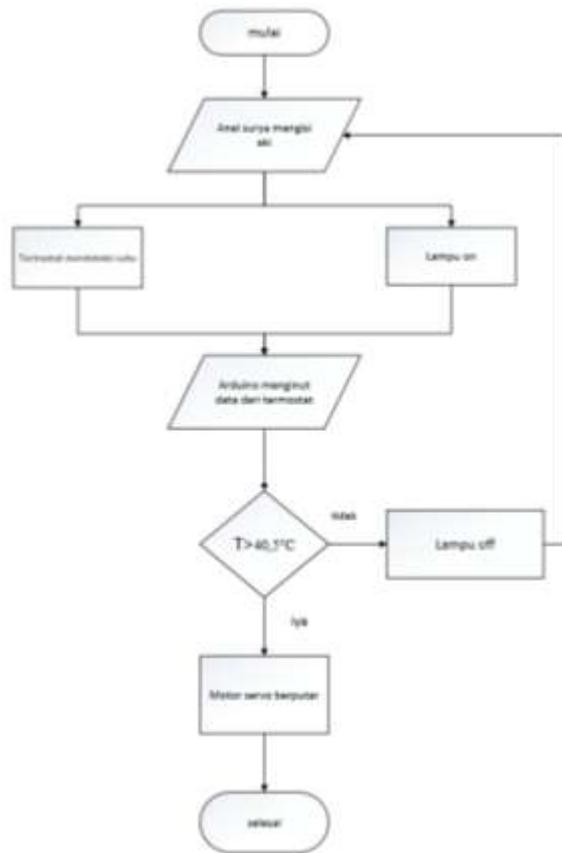
Ada berbagai jenis *relay*, seperti *relay electromagnetic*, *relay induksi*, *relay dayatarik*, *relay enahan magnetic*, *relay hibrida*, *reed relay*, dan *relay thermal*. *Relay* mempunyai kelebihan seperti mengendalikan beban besar dengan arus kecil, isolasi sirkuit, fleksibilitas dalam desain sistem, dan peningkatan keandalan. Secara sederhana, *relay* adalah saklar yang dihidupkan oleh listrik menggunakan medan magnet yang dihasilkan oleh *coil* untuk atau menutup sirkuit yang lebih besar, sehingga arus listrik dapat di alirkan atau diputus. *Relay* juga dapat melindungi komponen dari *overvoltase* atau kerusakan akibat hubungan arus pendek (Pharmacogn. Mag. 2021).

3 Objek dan Metode Penelitian

3.1 Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan perancangan alur sistem dari cara kerja alat. Seperti pada gambar 1, perancangan sistem ini

menjelaskan perancangan dari *Panel Surya* dan *arduino uno*.



Gambar 1. Perancangan Sistem

3.2 Perancangan Software

Di sini merupakan alur sistem perancangan *software* dari cara kerja alat yang digambarkan melalui gambar 2.



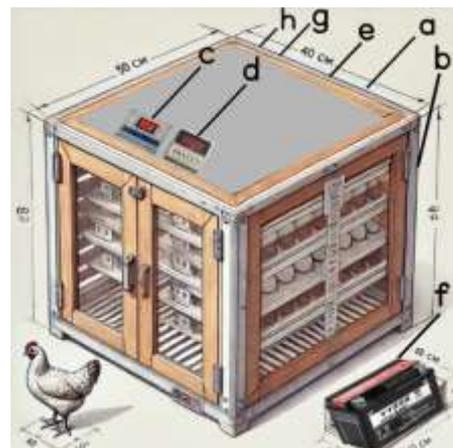
Gambar 2. Flowchart Inkubator Telur

Keterangan :

1. Mulai (*start*).
2. Panel surya mengisi aki/baterai 12v.
3. *Arduino* mulai bekerja menginput data dari termostat dan menyalakan *relay*.
4. *Relay* mulai berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan aliran listrik yang sudah di setting.
5. Termostat menyala mendeteksi suhu ruangan inkubator 35,3°C–40,5°C dan suhu kelembaban 70%-80%.
6. Lampu dan *servo* mulai berfungsi menurut aliran listrik dari *relay* yang sudah di *setting*.

3.3 Desain Alat

Berikut adalah desain inkubator telur ayam berbentuk persegi sesuai permintaan. Dimensi dan material ditampilkan dengan detail, termasuk fitur pintu plastik transparan dan rak bertingkat untuk telur.



Gambar 3. Desain Alat

Keterangan :

1. Kipas DC 12v
2. Motor *servo*
3. Termostat digital XH W3001
4. *Timer digital* DH48S-S
5. Saklar *on/off*
6. Aki 12v
7. *Relay*
8. *Arduino uno*

Berikut adalah keterangan beberapa elemen dan peletakan komponen :

1. Komponen Utama:
 - a. Box (Bodi Utama):
 - 1) Ukuran: 20 cm X 20 cm
 - 2) Material: kayu, papan kayu, *stainless steel*, tahan panas.
 - b. Elemen Pemanas (*Heater*):
 - 1) Ditempatkan di dalam *box* untuk pemanasan merata.
 - 2) Ukuran heater: 20 cm x 10 cm.
 - 3) Dibuat dengan sistem *grill* atau pelat datar untuk distribusi panas yang efektif.
 - c. Kipas Sirkulasi Udara:
 - 1) Dipasang di bagian samping kanan kiri, untuk memastikan panas yang merata di seluruh bagian dalam *box*.
 - 2) Diameter kipas: 5cm X 5cm.
 - d. Sensor Suhu (*Thermostat*):
 - 1) Diletakkan di bagian tengah dalam *box* untuk memonitor suhu.
 - 2) Berukuran kecil, sekitar 3-5 cm.
 - e. Aki 12voltage :
 - 1) Diletakkan terpisah dibelakang inkubator agar tidak terkena panas
 - 2) Diameter: T= 8,5cm L= 7cm P= 11cm
 - f. *Arduino Uno*:
 - 1) Diletakkan di dalam sebuah panel kontrol terpisah di luar *box*, dengan akses mudah untuk pemrograman atau *troubleshooting*.
 - 2) Ukuran: 8 cm x 6 cm.
 - g. *Relay Modul*:
 - 1) Menghubungkan *heater* dengan sistem kontrol (*arduino uno*), diletakkan terpisah dari inkubator di dekat *arduino* untuk meminimalkan kabel yang berantakan.
 - 2) Ukuran relay: 5 cm x 2 cm.
 - h. Saklar Daya (*Power Switch*):
 - 1) Ditempatkan di bagian samping untuk memudahkan pengguna membuka pintu inkubator dan menyalakan atau mematikan alat.
 - 2) Ukuran: 3 cm x 2 cm.
 - i. Ventilasi Udara:
 - 1) Terdapat beberapa lubang ventilasi di bagian atas untuk pembuangan udara panas berlebih.
 - 2) Diameter lubang: 1 cm dengan 4 lubang.
 - j. Bantalan Rak:
 - 1) Beberapa rak dari pipa kecil *stainless steel* (2 tingkat) untuk meletakkan telur-telur di dalam *box*.
 - 2) Ukuran tiap rak: 30 cm x 25 cm.
2. Dimensi dan Peletakan Komponen:
 - a. Bagian di atas: menampilkan LCD *display*, *power switch*, dan saklar pengaturan.
 - b. Bagian bawah dalam: elemen pemanas dipasang di dasar *box*.
 - c. Bagian tengah dalam: sensor suhu diletakkan di dekat rak inkubator.
 - d. Bagian samping atau tengah dalam: kipas sirkulasi dipasang untuk sirkulasi udara.
 - e. Bagian belakang luar: panel kontrol yang berisi *arduino uno*, *relay modul*, dan rangkaian kabel lainnya.

4 Hasil dan Pembahasan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas inkubator otomatis dibandingkan dengan inkubator manual berdasarkan lima parameter utama: tingkat penetasan, konsumsi energi, kebutuhan tenaga kerja, konsistensi inkubasi (suhu dan kelembaban), dan biaya operasional.

1. Keberhasilan Penetasan (*Hatching Rate*)

Pengujian dilakukan dengan jumlah telur yang sama pada kedua jenis inkubator, yakni 100 butir telur.

- a. Inkubator otomatis: 90 telur menetas - tingkat keberhasilan: 90%.
- b. Inkubator manual: 72 telur menetas - tingkat keberhasilan: 72%.

Inkubator otomatis menunjukkan tingkat penetasan yang lebih tinggi karena kontrol suhu, kelembaban, dan pembalikan telur dilakukan secara otomatis dan konsisten.

2. **Konsumen Energi**
Pengukuran konsumsi energi dilakukan selama 20 hari masa inkubasi. Walaupun inkubator otomatis mengonsumsi lebih banyak energi, hasil yang dicapai jauh lebih optimal. Inkubator otomatis: 12.4 kWh, inkubator manual: 7.7 kWh.
3. **Tenaga Kerja:**
 - a. Inkubator otomatis: ±30 menit/hari untuk pengecekan sistem
 - b. Inkubator manual: ±2 jam/hari untuk pembalikan telur dan pemantauan suhu & kelembaban
4. **Konsistensi Inkubasi:**
 - a. Inkubator otomatis: fluktuasi suhu hanya ±0.5°C dan kelembaban stabil pada kisaran 54–60%
 - b. Inkubator manual: fluktuasi suhu bisa mencapai ±3°C dan kelembaban sering tidak stabil
5. **Biaya Operasional:**
 - a. Biaya listrik: Rp. 11.000
 - b. Tenaga kerja: Rp. 81.000
 - c. Total: Rp. 92.000

Meskipun investasi awal lebih tinggi, biaya operasional jangka panjang inkubator otomatis lebih efisien karena hasil penetasan yang tinggi dan kebutuhan tenaga kerja yang kecil.
6. **Pengujian Keseluruhan**

Tabel 1
Pengujian Keseluruhan

Aspek	Inkubator Otomatis	Inkubator Manual
Tingkat Penetasan	90% (90/100 telur)	72% (72/100 telur)
Konsumsi Energi	12.4 kWh	7.7 kWh
Kebutuhan Tenaga Kerja	±30 menit/hari	±2 jam/hari
Konsistensi Suhu dan Kelembaban	Stabil (±0.5°C; kelembaban 55–60%)	Kurang stabil (±2°C;

		kelembaban fluktuatif)
Biaya Operasional Total	Rp50.000	Rp92.000
Tingkat Penetasan	90% (90/100 telur)	72% (72/100 telur)

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa inkubator telur otomatis memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan inkubator manual. Keunggulan ini terlihat jelas pada aspek keberhasilan penetasan, kestabilan suhu dan kelembaban selama proses inkubasi, serta efisiensi dalam biaya operasional jangka panjang.

Tingkat penetasan telur pada inkubator otomatis mencapai angka 90%, lebih tinggi dibandingkan inkubator manual yang hanya sebesar 72%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem otomatis mampu menjaga lingkungan inkubasi yang lebih optimal dan stabil, hal ini berperan penting dalam mendukung perkembangan embrio secara maksimal. Dalam hal konsumsi energi, inkubator otomatis memang memerlukan daya listrik lebih besar karena dilengkapi dengan komponen seperti motor untuk membalik telur, sistem pemanas otomatis, serta sensor pengatur suhu dan kelembaban. Meskipun penggunaan listrik lebih tinggi, hal ini sebanding dengan hasil yang didapat, yaitu tingkat penetasan yang lebih tinggi serta kebutuhan pengawasan yang jauh lebih rendah dibandingkan sistem manual.

Sementara itu, inkubator manual lebih efisien dalam penggunaan energi listrik karena tidak banyak menggunakan komponen elektronik. Namun, pengoperasiannya sangat bergantung pada keterlibatan manusia untuk membalik telur dan memantau kondisi inkubasi secara rutin. Ketergantungan terhadap tenaga kerja ini tidak hanya meningkatkan beban kerja, tetapi juga rentan terhadap kesalahan manusia yang dapat

menyebabkan ketidakkonsistenan suhu dan kelembaban, sehingga menurunkan keberhasilan penetasan.

Berdasarkan sisi biaya operasional, meskipun inkubator otomatis memerlukan investasi awal yang lebih besar, namun dalam jangka panjang lebih hemat karena mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan mampu menghasilkan lebih banyak anak ayam dengan kualitas yang seragam. Sebaliknya, inkubator manual mungkin terlihat lebih murah di awal, tetapi potensi kerugian akibat rendahnya tingkat penetasan dan tingginya biaya tenaga kerja membuatnya kurang efisien dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, penggunaan inkubator otomatis lebih disarankan terutama untuk skala menengah hingga besar, atau bagi pengguna yang menginginkan proses inkubasi yang efisien, presisi tinggi, dan hasil produksi yang optimal. Sementara itu, inkubator manual masih bisa dimanfaatkan dalam skala kecil atau untuk keperluan eksperimen, namun perlu pengawasan ketat agar kualitas inkubasi tetap terjaga.

Daftar Pustaka

- D. Rico Agung F. 2019. Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Microcontroller Atmega16 Menggunakan Sensor Lm35. *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 1, no. 1, hal. 23–26.
- D. Sudjadi dan Darjat. 2013. Jam Digital Berbasis Mikrokontroler AT89S52. *Transient*, vol. 2, no. 2, hal. 269.
- F. Effenberger dan G. Kiefer. 2019. *Arduino Uno Angew.* *Chemie Int. Ed. English*, vol. 6, no. 11, hal. 951–952.
- M. Rodríguez, Velastequí, Alat Penetas Telur Otomatis. 2019.
- Rama. 2018. Panel Surya (*Solar Cell*. Panel, hal. 4–27.
- R. Adolph. 2016. Fungsi Mesin Penetas Telur. hal. 1–23.
- R. Adolph. 2016. Aki/Batterai 12volt,” hal. 1–23.
- Pharmacogn. Mag. 2021. *Relay*, vol. 75, no. 17, hal. 399–405.
- Syahrul. 2011. Karakteristik dan *Servomotor*. *J. UNIKOM*, vol. 8, no. 2, hal. 143–150.
- S. Yuwono, D. Diharto, dan N. W. Pratama. 2018. Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode *On Grid*, *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 2, hal. 161–171.
- T. Homera. 2016. *Alumunium Foil*. vol. 6, no. 2009, hal. 7–23.
- P. P. Excava. 2020. Termostat. hal. 1–4.
- Prihatman. 2020. *Beternak Ayam Ras Petelur*. Yogyakarta : UGM.
- Y. Yulis, I. D. Sara, dan R. S. Lubis,. 2018. Perancangan Sistem Suhu Otomatis dan Pengaturan Posisi Telur pada Sistem Penetas Telur Berbasis *Arduino*. vol. 3, no. 2, hal. 39–45.
- Y. Dianne, S. Sarmen, dan Y. Sayoeti. 2013. *Lampu Bohlam*.