



Terbit *online* pada laman web jurnal : <http://wartaandalas.lppm.unand.ac.id/>

## Warta Pengabdian Andalas

Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan Ipteks

ISSN (Print) 0854-655X | ISSN (Online) 2797-1600

### Perancangan Sistem *Smart Egg Incubator* sebagai Optimalisasi Pemanfaatan Energi Terbarukan di Ngalau Baribuik, Padang

Refdinal Nazir\*, Andi Pawawoi, Melda Latif, Muhammad Imran Hamid, Pinto Anugrah, dan Eka Fitrianto

Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163. Indonesia

\*Corresponding author. E-mail address: [refdinalnazir@eng.unand.ac.id](mailto:refdinalnazir@eng.unand.ac.id)

**Keywords:**

community service, renewable energy, smart egg incubator

**ABSTRACT**

*Micro Hydro (PLTMH) Ngalau Baribuik, Padang - West Sumatra, has operated since 2012. It is currently the only source of electricity for the local community, some of whom work as chicken breeders. Based on community service activities in 2021, information was obtained that the PLTMH's electricity had yet to be utilized optimally. Meanwhile, chicken breeders also needed egg incubators to increase their productivity. This community service activity aims to design an IoT-based automatic egg incubator to optimize the use of renewable energy. Activities started with field visits, making initial plans, designing and testing the machine, handing over the machine, and disseminating knowledge. The designed a smart egg incubator worked well after a 21-day hatching test for chicken eggs. The IoT technology installed on the device also functions appropriately and can show real-time temperature and humidity on mobile devices.*

**Kata Kunci:**

energi terbarukan, mesin penetas telur otomatis, pengabdian masyarakat

**ABSTRAK**

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Ngalau Baribuik telah beroperasi sejak tahun 2012 dan menjadi satu-satunya sumber tenaga listrik bagi masyarakat setempat yang sebagian berprofesi sebagai peternak ayam. Berdasarkan kegiatan pengabdian masyarakat pada tahun 2021, diperoleh informasi bahwa pada listrik PLTMH belum termanfaatkan secara optimal, sementara itu peternak ayam juga membutuhkan mesin penetas telur untuk meningkatkan produktivitas mereka. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang mesin penetas telur otomatis berbasis IoT untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan. Kegiatan dimulai dari kunjungan lapangan, membuat perencanaan awal, merancang dan menguji alat, hingga penyerahan alat dan diseminasi pengetahuan. *Smart egg incubator* yang dirancang bekerja dengan baik setelah melalui pengujian penetasan telur ayam selama 21 hari. Teknologi IoT yang dipasang pada alat juga berfungsi dengan baik serta dapat menunjukkan suhu dan kelembaban secara *real-time* pada perangkat telepon genggam.

## PENDAHULUAN

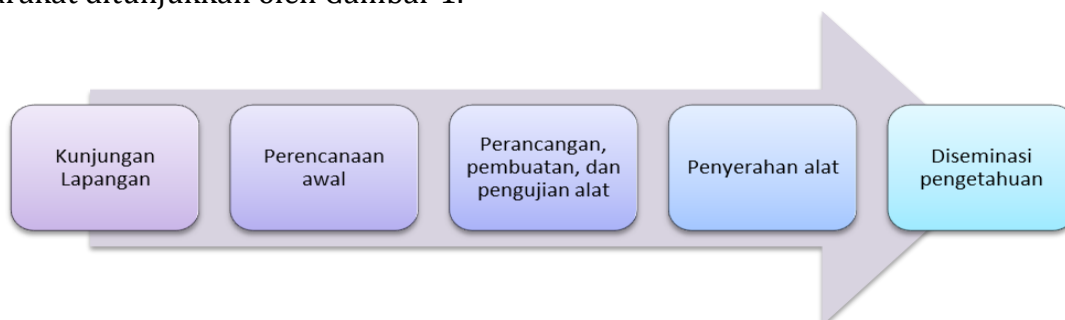
Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas di bawah 1 MW yang berasal dari saluran irigasi, sungai atau air terjun alami dengan memanfaatkan ketinggian head dan debit air (Syahputra and Soesanti 2021). Pada umumnya PLTMH merupakan PLTA tipe run-off atau tidak memiliki bendungan (*reservoir*) yang dapat digunakan untuk menyimpan air dalam jangka waktu tertentu (harian, mingguan atau bulanan). Ketersediaan debit air pada saat tersebut digunakan untuk menghasilkan listrik (Hauck et al. 2018). Pada PLTMH, *head* yang diperoleh bukan dengan membangun bendungan, tetapi dengan mengalihkan sebagian aliran sungai ke salah satu sisi sungai dan membuangnya ke sungai yang sama di tempat yang telah diperoleh *head* yang dibutuhkan secara alami. Air dikerahkan untuk memutar turbin di dalam pembangkit tenaga listrik melalui pipa pesat. Energi mekanik dari putaran turbin diubah menjadi energi listrik oleh generator AC (Date and Akbarzadeh 2009).

Salah satu PLTMH yang telah dibangun oleh Pemerintah adalah PLTMH Ngalau Baribuik. PLTMH ini berlokasi di Indarung, Kota Padang. PLTMH ini didirikan sejak tahun 2012, dimana sebelum PLTMH ini dibangun oleh Pemerintah Kota setempat, masyarakat yang tinggal di kampung Ngalau Baribuik belum pernah menikmati listrik. Adanya PLTMH tersebut telah membantu aktivitas warga, terutama untuk penerangan di malam hari (Akmal 2016). Namun demikian, energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH tersebut masih dapat dimanfaatkan dengan lebih optimal. Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat pada tahun 2021, beban listrik PLTMH pada siang hari turun jauh hingga hanya sebesar 2 kW (Nazir et al. 2021). Hal ini berarti listrik PLTMH dapat digunakan untuk berbagai aktivitas yang dapat meningkatkan produktivitas masyarakat setempat.

Informasi selanjutnya yang didapatkan dari kegiatan pengabdian masyarakat pada tahun sebelumnya adalah diperlukannya upaya untuk meningkatkan produktivitas warga yang berprofesi sebagai peternak ayam. Dengan mempertimbangkan potensi energi lokal berupa PLTMH, maka kegiatan pengabdian masyarakat ini difokuskan pada perancangan *smart egg incubator* bagi peternak ayam di Ngalau Baribuik, Padang. Alat penetas telur yang dirancang dengan aplikasi *Internet of Things* ini diharapkan dapat lebih memudahkan peternak ayam dalam memonitor suhu dan kelembaban selama periode penetasan telur. Selain itu, teknologi ini juga diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan listrik yang bersumber dari energi terbarukan (PLTMH Ngalau Baribuik) bagi warga setempat.

## METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dalam lima tahap, yakni kunjungan lapangan; perencanaan awal; perancangan, pembuatan, dan pengujian alat; penyerahan alat; dan diseminasi pengetahuan. Secara umum, rangkaian kegiatan pengabdian masyarakat ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan kegiatan pengabdian masyarakat

Tahap pertama pada kegiatan Pengabdian Masyarakat ini adalah melakukan kunjungan lapangan ke lokasi pengabdian, yakni di Ngalau Baribuik. Kunjungan lapangan bertujuan untuk mengetahui serta mempertimbangkan kebutuhan warga setempat. Tahap kedua adalah perencanaan awal berupa kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk merancang alat. Tahap ketiga adalah perancangan dan pembuatan alat, serta ujicoba kelayakan alat sebelum diserahkan kepada masyarakat. Tahap selanjutnya adalah penyerahan alat penetas telur otomatis kepada warga Ngalau Baribuik. Tahap terakhir dari rangkaian kegiatan Pengabdian Masyarakat ini adalah sosialisasi perancangan, instalasi, operasi, hingga perbaikan alat kepada masyarakat.

Mesin penetas telur adalah sebuah alat yang berbentuk seperti box, dimana dibentuk sedemikian rupa sehingga panas yang ada didalam box tidak keluar. Mesin penetas telur ini merupakan rekayasa untuk menggantikan fungsi induk ayam dalam pengeraman telur baik dalam hal suhu untuk telur maupun dalam hal pembalikan telur (Zulkarnain 2013). Suhu didalam box nantinya diatur dengan menggunakan sensor termal, dimana sensor ini mendeteksi jika suhu didalam box tidak memenuhi suhu ideal, maka nantinya lampu menjadi hidup untuk meningkatkan suhu dan kipas angin akan bergerak agar suhu yang dihasilkan lampu merata pada box hingga mencapai suhu ideal, yaitu berkisar antara 36-40 °C (Santoso et al. 2020). Pada mesin ini juga terdapat sebuah motor untuk memutar rak telur agar panas yang didapatkan telur ayam menjadi merata. Motor ini nantinya akan dihubungkan dengan menggunakan sebuah timer, sehingga waktu yang diperlukan untuk motor menggerakkan rak telur dapat diatur dengan menggunakan timer.

Berikut adalah komponen yang terdapat pada mesin penetas telur otomatis:

- **Lampu Pemanas**

Lampu pemanas yang digunakan adalah jenis bohlam. Lampu pemanas pada mesin penetas telur bertujuan untuk menjaga suhu udara didalam mesin penetas tetap panas dengan konstan. Lampu pemanas terhubung dengan mikrokontroler dan akan mendapatkan sinyal trigger dari sensor yang diteruskan menuju lampu pemanas melalui mikrokontroler. Lampu pemanas akan hidup apabila suhu udara didalam mesin penetas tidak memenuhi suhu yang telah ditetapkan. Dengan demikian, lampu pemanas akan hidup hingga suhu udara dalam mesin penetas telur telah mencapai suhu ideal yang dibutuhkan.

- **Motor DC**

Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus.

- **Time Delay Relay**

*Time Delay Relay* (TDR) adalah suatu perangkat yang menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mengoperasikan kontak saklar yang disebut *relay timer*. Biasanya, *relay timer* digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Peralatan kontrol ini dapat dikombinasikan dengan peralatan kontrol lain seperti MC (*Magnetic Contactor*), *Thermal Over Load Relay*, dan lain-lain. Tujuan dari pemasangan TDR adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari

kontak dalam delay waktu tertentu. Kontak *normally open* dan *normally close* pada TDR akan bekerja ketika diberi ketetapan waktunya yang dapat diatur melalui potensiometer.

- Wemos

Wemos D1 mini adalah sebuah modul WiFi berbasis ESP-8266. Wemos D1 mini telah berupa *chip-on-board* dimana tidak memerlukan lagi mikrokontroler untuk melakukan pemrosesan data. Wemos D1 mini juga memiliki pin digital dan pin analog yang dapat terhubung dengan sensor atau aktuator. Wemos D1 mini ini dapat diprogram menggunakan IDE Arduino (Faroqi et al. 2020). Wemos D1 yang digunakan pada *smart egg incubator* ini ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Wemos D1

Beberapa kelebihan Wemos adalah sebagai berikut:

- a) *Arduino compatible*; artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan *library*.
- b) Pinout yang compatible dengan Arduino Uno; Wemos D1 mini merupakan salah satu produk yang memiliki bentuk dan *pinout* standar. Sehingga memudahkan kita untuk menghubungkan dengan arduino *shield* lainnya.
- c) Wemos dapat bekerja secara *stand alone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler. Berbeda dengan modul WiFi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol.
- d) *High Level Language*; selain menggunakan Arduino IDE, Wemos juga dapat diprogram menggunakan bahasa Python dan Lua, sehingga dapat memudahkan programmer yang belum terbiasa menggunakan Arduino (Faroqi et al. 2020).

- *Mist Maker*

*Mist maker* adalah alat yang dapat mengubah air menjadi awan kabut untuk menjaga kelembaban di tingkat tertentu (Abidin and Tijaniyah 2019). Pada pembuatan kabut, cakram/transduser alat penyemprot bekerja dengan mengubah gelombang suara frekuensi tinggi menjadi energi mekanis yang ditransfer ke dalam cairan, sehingga menciptakan gelombang berdiri. Ketika cairan keluar dari permukaan atomisasi cakram, cairan di pecah menjadi kabut halus, sehingga komponen kuncinya diperlukan untuk alat penetas telur ini adalah disc/transduser ultrasonik (20 mm, 113 kHz). Frekuensi resonansi yang dimiliki *mist maker* yaitu 113 kHz ( $\pm 3$  kHz). *Mist maker* yang digunakan pada *smart egg incubator* ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Mist Maker*

- DHT 22

DHT-22 merupakan salah satu sensor suhu dan kelembaban yang memiliki keluaran berupa sinyal analog. Sinyal ini kemudian akan diproses menggunakan mikrokontroler (Heryana 2021). Sensor ini juga dikenal sebagai sensor AM2302, dan memiliki empat kaki. Kaki-kaki DHT22 dapat dilihat pada gambar 4. Karakteristik dari sensor ini sendiri adalah memiliki besar sampling 0.5 Hz dengan akurasi maksimal 2% untuk jarak 0-100 % pada pembacaan kelembaban. Pada pembacaan suhu, nilai yang terbaca berada pada rentang -40 hingga 125°C dengan akurasi pembacaan  $\pm 0.5$  °C (Lita et al. 2016). Gambar 4 menunjukkan sensor DHT-22 yang digunakan pada rancangan *smart egg incubator*.

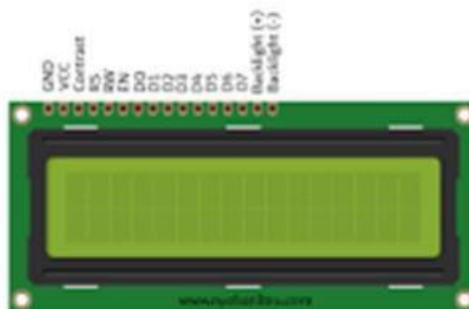


Gambar 4. Sensor DHT 22

- LCD 16x2

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan media yang digunakan untuk menampilkan hasil dari keluaran pada sebuah rangkaian elektronika. Pada rancangan *smart egg incubator* ini digunakan LCD 12C 16x2 sebagaimana terlihat pada gambar 5. Fitur yang terdapat dalam LCD ini diantaranya (Fajri et al. 2020):

- a) 6 karakter dan 2 baris atau biasa disebut LCD 16x2
- b) Memiliki 192 karakter
- c) Dapat digunakan melalui mode 4-bit dan 8-bit
- d) Dapat digunakan secara *back light*.



Gambar 5. LCD I2C 16x2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kunjungan Lapangan

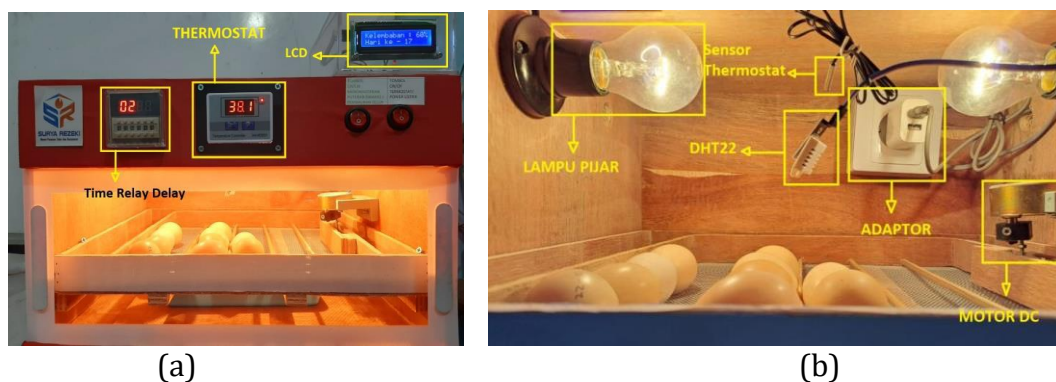
Tahap awal dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah berupa kunjungan awal dan diskusi bersama masyarakat setempat. Kunjungan awal dilaksanakan pada bulan Juni 2023 dengan menyepakati bahwa kebutuhan masyarakat pada saat ini adalah alat penetas telur (peternak ayam) dan alat pencacah rumput (peternak sapi). Setelah kunjungan, tim pengabdian bersama mahasiswa melakukan diskusi internal lanjutan dengan kesepakatan bahwa kegiatan pengabdian kali ini akan membuat alat penetas telur otomatis dengan penekanan inovasi pada sistem IoT yang dipasang pada alat tersebut.

### B. Perencanaan Awal

Mesin penetas telur yang direncanakan untuk dibuat berbentuk seperti sebuah *box* (kotak), dengan rancangan sedemikian rupa sehingga panas yang ada di dalam *box* tidak keluar. Mesin penetas telur ini merupakan rekayasa untuk menggantikan fungsi induk ayam dalam pengeraman telur baik dalam hal suhu untuk telur maupun dalam hal pembalikan telur (Zulkarnain 2013). Suhu di dalam *box* nantinya diatur dengan menggunakan sensor termal, dimana sensor ini mendeteksi jika suhu di dalam *box* tidak memenuhi suhu ideal, maka nantinya lampu menjadi hidup untuk meningkatkan suhu dan kipas angin akan bergerak agar suhu yang dihasilkan lampu merata pada *box* hingga mencapai suhu ideal, yaitu berkisar antara 36-40 °C dan kelembaban sekitar 50-65% (Santoso et al. 2020).

Pada mesin ini juga terdapat sebuah motor untuk memutar rak telur agar panas yang didapatkan telur ayam menjadi merata. Motor ini nantinya akan dihubungkan dengan menggunakan sebuah *timer*, sehingga waktu yang diperlukan untuk motor menggerakkan rak telur dapat diatur dengan menggunakan *timer*.

Alat dirancang memiliki lampu pemanas yang bertujuan untuk menjaga suhu udara didalam mesin penetas tetap panas dengan konstan. Lampu pemanas terhubung dengan mikrokontroler dan akan mendapatkan sinyal trigger dari sensor yang diteruskan menuju lampu pemanas melalui mikrokontroler. Lampu pemanas akan hidup apabila suhu udara didalam mesin penetas tidak memenuhi suhu yang telah ditetapkan. Dengan begitu, lampu pemanas akan hidup hingga suhu udara dalam mesin penetas telur telah mencapai suhu ideal yang dibutuhkan. Gambar 6 memperlihatkan desain alat *smart egg incubator*.



Gambar 6. Desain alat (a) tampak luar, (b) tampak dalam

### C. Perancangan dan Pengujian Alat

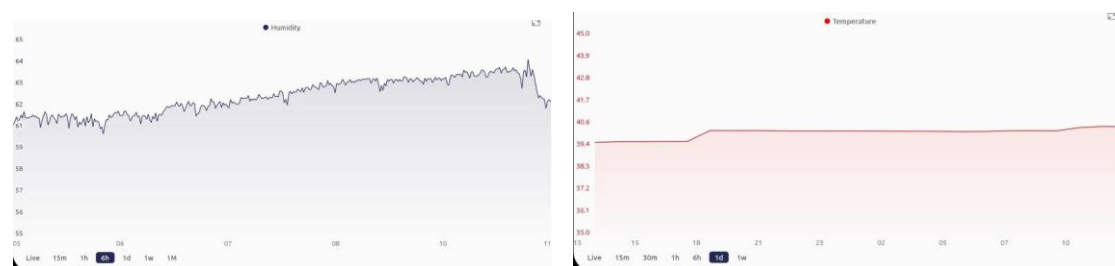
Alat penetas telur otomatis ini dirancang menggunakan Wemos sebagai *controller* yang telah diprogram menggunakan Arduino IDE, dimana Wemos terhubung ke sensor DHT 22 yang akan mendeteksi suhu dan kelembaban pada mesin tetas. Perangkat ini

membutuhkan tegangan DC dengan rentang 0-5 Volt. Sehingga akan memberikan sinyal pada lampu pemanas, mist maker, dan kipas angin yang akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada pada wemos. Sedangkan, pin analog pada wemos terhubung ke IC PCF 8574 untuk mengatur LCD display pada rancangan alat ini. Selain itu, wemos terkoneksi dengan handphone dengan bantuan aplikasi *Blynk* sehingga pengguna dapat melihat suhu dan kelembaban pada rancangan alat menggunakan *handphone*. Proses pembuatan alat dan pengujian penetasan telur ditunjukkan oleh Gambar 7.

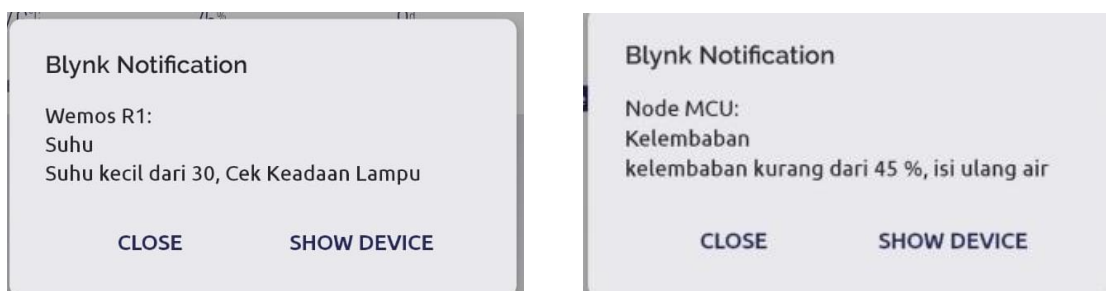


Gambar 7. (a) Proses pembuatan alat, (b) Pengujian penetasan telur

Pengukuran suhu pada mesin tetas ini dilakukan dengan menggunakan thermostat dan DHT22 yang diletakkan di dalam mesin tetas. Thermostat pada mesin tetas digunakan untuk mengatur dan mengamati suhu secara manual serta pada DHT22 juga digunakan untuk mengukur suhu di dalam mesin tetas yang terhubung dengan system IoT dengan aplikasi *Blynk*. Pada aplikasi tersebut, dapat diamati perubahan suhu dan kelembaban pada mesin tetas setiap saat. Selain itu, pada aplikasi tersebut juga ditampilkan grafik perubahan suhu dan kelembabannya setiap menit nya. Apabila terdapat perubahan suhu dan kelembaban yang tidak ideal untuk perkembangan telur ayam, maka akan muncul notifikasi pada handphone peternak ayam mengenai perubahan tersebut. Gambar 8 menunjukkan grafik kelembaban dan suhu mesin *smart egg incubator* yang ditampilkan pada aplikasi *blynk*, sementara gambar 9 memperlihatkan notifikasi suhu dan kelembaban.



Gambar 8. Grafik kelembaban dan suhu mesin penetas telur ditampilkan pada *blynk*



Gambar 9. Notifikasi suhu dan kelembaban pada *blynk*

Setelah dilakukan perancangan alat, dilakukan pengujian penetasan telur selama 21-24 hari. Telur yang diujikan sebelumnya telah dipastikan merupakan telur yang dibuahi oleh ayam pejantan atau disebut sebagai telur yang fertil. Hasil pengujian didapatkan pada hari ke 21 & 22 telur tersebut berhasil menetas. Gambar 10 memperlihatkan beberapa telur yang telah menetas setelah dilakukan uji coba selama 21 hari.



Gambar 10. Telur yang mulai menetas setelah 21 hari di dalam alat penetas

#### D. Penyerahan Alat

Setelah alat berhasil diuji dengan baik dan telur menetas, tim melakukan kunjungan kedua pada bulan Desember tahun 2023 untuk melaksanakan penyerahan alat sekaligus diseminasi pengetahuan terkait penggunaan alat tersebut kepada masyarakat secara umum, dan peternak ayam khususnya.

#### E. Diseminasi Pengetahuan

Kegiatan diseminasi dilaksanakan sejalan dengan penyerahan alat. Tim menjelaskan cara kerja alat, bagaimana mengatur suhu dan kelembaban, serta bagaimana mengganti komponen alat yang mengalami kerusakan. Pada Gambar 11 terlihat suasana saat diseminasi alat *smart egg incubator* bersama warga Ngalau Baribuik.



(a)

(b)

Gambar 11. (a) Suasana diseminasi, (b) Foto bersama warga



## KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa perancangan *smart egg incubator* yang memanfaatkan tenaga listrik PLTMH di Ngalau Baribuik telah berhasil dilaksanakan oleh tim dari Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Andalas. Pengujian suhu dan kelembaban teramati dengan baik pada aplikasi *blynk* sesuai dengan rancangan awal. Setelah pengujian selama 21 hari, telur ayam yang diujikan berhasil menetas. Mesin penetas telur otomatis ini kemudian diserahkan kepada warga Ngalau Baribuik untuk dimanfaatkan oleh peternak ayam. Penerapan mesin penetas telur otomatis ini dapat meningkatkan produktivitas usaha peternak ayam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah mendukung terlaksananya kegiatan pengabdian masyarakat ini melalui Hibah Pengabdian Masyarakat tahun anggaran 2022. Ucapan terima kasih juga diucapkan pada seluruh warga Ngalau Baribuik dan mitra pengabdian masyarakat, pengelola PLTMH Ngalau Baribuik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. and Tijaniyah, T. 2019. Rancang Bangun Pengoperasian Lampu Menggunakan Sinyal Analog Smartphone Berbasis Mikrokontroler. *JEECOM: Journal of Electrical Engineering and Computer* 1(1). Available at: <https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/jeecom/article/view/887>.
- Akmal. 2016. *Ratusan Warga Sekitar Tambang PT.SP Hidup Melarat Dan Serba keterbelakangan, Dikemanakan Dana CSR?* Available at: <https://targetdaerah.com/ratusan-warga-sekitar-tambang-pt-sp-hidup-melarat-dan-serba-keterbelakangan-dikemanakan-dana-csr-bag-12/> [Accessed: 27 June 2021].
- Date, A. and Akbarzadeh, A. 2009. Design and cost analysis of low head simple reaction hydro turbine for remote area power supply. *Renewable Energy*. doi: 10.1016/j.renene.2008.05.012.
- Fajri, M., Amnur, H. and Erianda, A. 2020. Alat Pengatur Suhu pada Mesin Penetas Telur Ayam menggunakan Mikrokontroler, Android dan Server AWS (Amazon Web Service). *JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi* 1(3), pp. 114–120. Available at: <https://jurnal-itsi.org/index.php/jitsi/article/view/16>.
- Faroqi, A., Efendi, M.R., Ismail, D.T. and Darmalaksana, W. 2020. Design of Arduino Uno Based Duck Egg Hatching Machine With Sensor DHT22 and PIR Sensor. In: *2020 6th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*. IEEE, pp. 1–4. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9243640/>.
- Hauck, M., Rumeau, A., Bratcu, A.I., Bacha, S., Munteanu, I. and Roye, D. 2018. Identification and Control of a River-Current-Turbine Generator - Application to a Full-Scale Prototype. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*. doi: 10.1109/TSTE.2017.2782759.

- Heryana, D. 2021. *Otomatisasi Pengatur Suhu Kelembaban Dan Udara Kandang Close House Peternakan Puyuh Berbasis Internet Of Things (Iot) Di Peternakan Puyuh Aziz*. Univeristas Komputer Indonesia.
- Lita, I., Visan, D.A., Cioc, I.B., Mazare, A.G. and Teodorescu, R.M. 2016. Indoor environmental parameters monitoring for building automation systems. In: *2016 8th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*. IEEE, pp. 1-4. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7861083/>.
- Nazir, R., Pawawoi, A., Latif, M., Hamid, M.I., Anugrah, P., Fitrianto, E. and Ahmad. 2021. Identification of Power Plant Operation and Loading Problems at Ngalau Baribuik Micro Hydro, Padang. *Jurnal Andalas: Rekayasa Dan Penerapan Teknologi* 1(2), pp. 66-70.
- Santoso, S.B., Adhy, S., Bahtiar, N. and Waspada, I. 2020. Development of The Smart Chicken Eggs Incubator Based on Internet of Things Using The Object Oriented Analysis and Design Method. In: *2020 4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*. IEEE, pp. 1-6. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9299000/>.
- Syahputra, R. and Soesanti, I. 2021. Renewable energy systems based on micro-hydro and solar photovoltaic for rural areas: A case study in Yogyakarta, Indonesia. *Energy Reports*. doi: 10.1016/j.egy.2021.01.015.
- Zulkarnain. 2013. *Aplikasi Sistem Kendali Temperatur Otomatis Pada Mesin Penetas Telur*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.