

Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch* Antara Listrik PLN Dan PLTS Skala Kecil Untuk Alat Penetas Telur Berbasis *Internet Of Things*

Ilham Farisi Almadani

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: ilham.17050874001@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Haryudo., Unit Three Kartini., Joko

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: subuhisnur@unesa.ac.id, unitthree@unesa.ac.id, joko@unesa.ac.id

Abstrak

Listrik yang dihasilkan oleh PLN tidak selamanya kontinu dalam penyalurannya ke konsumen, ketiadaan akan energi listrik tersebut dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan konsumen. Dalam industri penetasan telur, membutuhkan listrik dengan ketersediaan yang stabil untuk mengoperasikan alat penetas telur yang berfungsi membantu proses penetasan dengan menghangatkan suhu pada telur melalui media lampu sebagai pengganti peneraman alami oleh induk. Upaya untuk memenuhi kebutuhan listrik yang kontinu, memacu dikembangkannya kebaruan penelitian dengan penggabungan antara listrik PLN sebagai sumber utama dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber cadangan. Penggabungan dua sumber listrik dapat dioptimalkan dengan otomatisasi pemindahan sumber listrik yang digunakan dengan menggunakan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS). Pengawasan parameter suhu alat penetas dapat dimaksimalkan dengan menambahkan sistem *monitoring* jarak jauh menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sistem ATS antara listrik PLN dan PLTS skala kecil untuk alat penetas telur berbasis IoT, mengetahui kinerja sistem ATS, PLTS serta unjuk kerja alat penetas telur berbasis IoT. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Setelah melakukan penelitian diperoleh hasil penelitian yaitu sistem ATS bekerja dengan baik untuk memindahkan koneksi apabila listrik PLN (utama) gangguan sehingga alat penetas dapat beroperasi menggunakan sumber listrik PLN atau PLTS. Pengujian penggunaan PLTS menghasilkan tegangan dan arus rata-rata sebesar 12,85 V dan 1,37 A. Dalam proses pengisian baterai berbeban, PLTS dapat menaikkan tegangan baterai sebesar 0,2 V. Lama penggunaan PLTS untuk mensuplai listrik adalah 14 jam. Pengawasan parameter data suhu dan kondisi lampu alat penetas dapat dilakukan secara jarak jauh melalui gawai yang terhubung internet. Implikasi penelitian ini diharapkan dapat membantu industri penetasan telur dalam memperoleh ketersediaan sumber listrik cadangan agar proses penetasan telur tidak mengalami kegagalan.

Kata Kunci: Alat penetas Telur, *Automatic Transfer Switch*, *Internet of Things*, PLTS.

Abstract

The electricity produced by PLN is not always continuous in its distribution to consumers, the absence of this electrical energy can disrupt the continuity of consumer activities. In the egg hatchery industry, electricity is needed with stable availability to operate an egg incubator that functions to assist the hatching process by heating the temperature of the eggs through light media as a substitute for natural incubation by the broodstock. Efforts to meet the demand for continuous electricity, spur the development of new research by combining PLN electricity as the main source with solar power plants (PLTS) as a backup source. The combination of two power sources can be optimized by automating the transfer of the power source used by using the automatic transfer switch (ATS) system. Supervision of incubator temperature parameters can be maximized by adding a remote monitoring system using *Internet of Things* (IoT) technology. The purpose of this study was to produce an ATS system between PLN electricity and small-scale PLTS for IoT-based egg incubators, determine the performance of the ATS system, determine the performance of PLTS and determine the performance of IoT-based egg incubators. The research method used is the experimental method. The research results obtained that the ATS system worked well to move the connection if the PLN (main) electricity was interrupted so that the incubator could operate using a PLN or PLTS power source. Testing the use of PLTS produces an average voltage and current of 12.85 V and 1.37 A. In the process of charging a loaded battery, PLTS can increase the battery voltage by 0.2 V. Monitoring of temperature data parameters and the condition of the incubator lamp can be carried out remotely via an internet-connected device. The implications of this research are expected to help the egg hatchery industry in obtaining the availability of a backup power source so that the egg hatching process does not fail.

Keywords: Automatic Transfer Switch, Egg Incubator, Internet of Things, Solar Power Plant.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu hal yang sangat penting dan vital yang dibutuhkan oleh semua kalangan baik individu, rumah tangga, maupun industri. Bertambahnya jumlah penduduk dan adanya perkembangan teknologi, industri dan informasi maka kebutuhan akan konsumsi energi listrik kian meningkat guna menunjang kegiatan manusia. Listrik yang dihasilkan oleh PLN tidak selamanya kontinu dalam penyalurannya ke konsumen, ketiadaan akan energi listrik tersebut dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan konsumen sehingga perlu adanya pembangkit listrik lain yang berfungsi sebagai *back-up* suplai listrik utama dari PLN agar kebutuhan listrik konsumen tidak terganggu.

Upaya untuk memenuhi kebutuhan listrik yang kontinu dan guna menekan penggunaan energi listrik berbasis fosil yang cadangan bahan bakar energinya semakin berkurang sehingga dapat menimbulkan masalah pada kehidupan manusia di masa depan, memacu dikembangkannya pembangkit listrik alternatif dengan sumber energi baru terbarukan (Hidayat dan Firmansyah, 2019).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu pembangkit listrik yang memanfaatkan energi baru terbarukan yaitu matahari. Alasan utama dalam penggunaan PLTS adalah sumber energi matahari yang melimpah dan dalam prosesnya tidak menghasilkan emisi gas buang dan limbah cair atau padat yang berbahaya (White, 2015).

Sistem PLTS terdiri dari beberapa komponen yaitu panel surya merupakan alat yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik, *Solar Charge Controller* (SCC) merupakan alat pengubah keluaran panel surya untuk mencapai tingkat tegangan baterai dan mengatur pengisian baterai, baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya dan digunakan pada saat panel surya tidak mencukupi untuk memasok energi ke beban, dan inverter merupakan pengubah listrik DC menjadi listrik AC (Suryawinata dan Sunardiyo, 2017).

Pada prinsipnya PLTS bekerja dengan cara mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Energi listrik yang dihasilkan disimpan dalam baterai. Listrik yang disimpan dalam baterai dirubah dengan inverter dari listrik DC (*Direct Current*) menjadi listrik AC (*Alternating Current*) agar dapat digunakan untuk peralatan yang membutuhkan listrik AC (Ramadhani, 2018).

Penggunaan cara *hybrid* atau penggabungan antara listrik PLN sebagai sumber utama dengan PLTS sebagai sumber cadangan merupakan solusi guna meningkatkan keandalan dalam menjamin ketersediaan atau kontinuitas suplai listrik ke beban. Penggabungan dua sumber listrik

dapat dioptimalkan dengan otomatisasi pemindahan sumber listrik yang digunakan dengan menggunakan sistem *Automatic Transfer Switch* (Sawle, 2016).

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan sistem yang digunakan untuk memindahkan koneksi antara sumber listrik satu dengan sumber listrik yang lainnya secara otomatis (Yazdanpanah, 2014).

Pembuatan sistem ATS dilakukan dengan merangkai beberapa komponen seperti *relay* yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat membuka dan menutup rangkaian dengan menggunakan rangkaian elektronik lain. *Mini Circuit Breaker* (MCB) berfungsi sebagai proteksi untuk melindungi peralatan listrik dari arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan hubung pendek (*short circuit*). *Time Delay Relay* (TDR) berfungsi sebagai relay pengatur waktu peralatan yang dikendalikan secara otomatis. Lampu sebagai indikator sumber listrik yang beroperasi (Suharto dan Sujono, 2018).

Kebutuhan akan ketersediaan listrik yang stabil diperlukan dalam dunia industri salah satunya adalah untuk industri penetasan telur. Proses penetasan telur membutuhkan pasokan listrik yang terjaga dan stabil agar proses penetasan telur tidak mengalami kegagalan.

Dalam industri penetasan telur diperlukan alat yang dapat menggantikan proses pengeraman telur alami oleh indukan akibat keterbatasan kemampuan pengeraman induk guna menghasilkan anak ayam yang lebih banyak (Ardiansyah dan Hadi, 2019).

Alat penetas telur merupakan suatu alat yang digunakan untuk membantu proses penetasan telur dengan menghangatkan suhu pada telur sebagai pengganti pengeraman alami oleh indukan. Proses penghangatan suhu pada alat penetas telur menggunakan lampu sebagai sumber panas dan kipas sebagai media penghantar panas agar terjadi pemerataan suhu ruangan pada alat penetas telur. Pengaturan suhu dalam proses penetasan telur yang tepat merupakan syarat mutlak untuk mendapatkan keberhasilan daya tetas yang tinggi. Suhu ideal pada alat penetas telur dalam proses penetasan telur diatur antara 37°C - 38°C (Wirajaya dan Nasibu, 2020).

Proses pengaturan suhu alat penetas telur yang sudah ada masih dilakukan dengan mengoperasikan lampu secara manual sehingga dibutuhkan pengaturan suhu secara otomatis guna menghindari terjadinya fluktuasi suhu yang tinggi. Pengaturan suhu secara otomatis menggunakan sensor suhu sebagai pendeteksi temperatur suhu dan relay sebagai saklar otomatis lampu sesuai dengan *set point* suhu yang diatur (Yulis dan Sara, 2018).

Alat penetas telur perlu dilengkapi dengan pendeteksi lampu rusak, agar tidak mengganggu proses penetasan telur akibat rusaknya lampu maka dibutuhkan modul sensor cahaya yang berfungsi sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada alat penetas telur kemudian data

yang diperoleh dari sensor digunakan untuk menyalakan buzzer sebagai notifikasi bahwa terjadi kerusakan pada lampu.

Pengawasan parameter suhu pada alat penetas yang dilakukan dengan cara pengecekan tatap muka dinilai kurang efektif oleh karena itu perlu menambahkan sistem *monitoring* suhu jarak jauh menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT), dimana parameter suhu alat penetas telur dapat terhubung dengan aplikasi pada gawai *android* melalui mikrokontroler yang tersambung jaringan internet.

Internet of Things adalah sebuah konsep bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang terhubung secara terus-menerus guna dapat menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga diharapkan mesin dapat berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen (Efendi, 2018).

Berdasarkan uraian di atas maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul rancang bangun sistem *automatic transfer switch* antara listrik pln dan plts skala kecil untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things*.

Dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja sistem ATS yang dirancang dalam mensuplai listrik untuk mengoperasikan alat penetas telur, mengetahui kinerja penggunaan PLTS, dan mengetahui kinerja alat penetas telur berbasis *Internet of Things*.

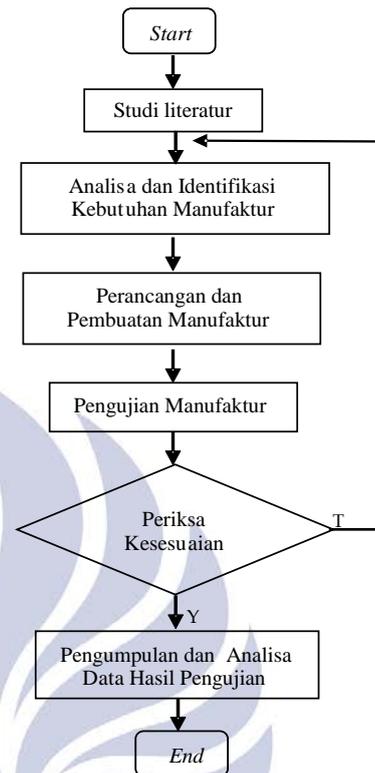
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian berjenis eksperimen (percobaan). Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan (observasi), yaitu mengumpulkan data dengan cara pengamatan pada objek yang diuji selanjutnya mencatat data-data yang akan dianalisis. Tujuan dari Teknik pengumpulan data adalah untuk mendapatkan data yang valid sehingga dapat digunakan untuk menjelaskan permasalahan yang timbul dari penelitian secara objektif.

Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuatkan dalam bentuk tabel. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data yang diperoleh dalam bentuk kalimat dan direpresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

Langkah Penelitian

Tahapan perancangan penelitian ini dilakukan secara bertahap yang prosesnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 dipaparkan mengenai diagram alir penelitian, dapat dijelaskan sebagai berikut:

Studi literatur pada penelitian ini berdasarkan teori yang diberikan saat perkuliahan dan diskusi dengan pihak-pihak yang memiliki pemahaman terkait dengan penelitian. Pada penelitian ini juga merujuk pada jurnal ilmiah dan buku yang relevan dengan penelitian.

Analisis dan identifikasi kebutuhan manufaktur merupakan proses analisa terkait permasalahan penelitian berdasarkan studi literatur yang dilakukan sehingga menunjang proses perancangan serta realisasi secara *hardware* dan *software*. Dalam proses realisasi manufaktur, perlu adanya identifikasi kebutuhan penelitian agar menunjang penyelesaian perancangan manufaktur.

Perancangan dan pembuatan manufaktur merupakan proses realisasi manufaktur secara *hardware* dan *software* sehingga diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Pengujian manufaktur bertujuan untuk mengetahui kinerja dari manufaktur yang dirancang.

Pemeriksaan kesesuaian dilakukan untuk mengetahui kinerja manufaktur apakah sudah sesuai dengan rancangan penelitian. Apabila terjadi error maka dilakukan ulang proses analisis dan identifikasi kebutuhan manufaktur.

Pengumpulan dan analisis data hasil pengujian manufaktur dilakukan berdasarkan parameter yang ditentukan dalam penelitian, sehingga dapat digunakan untuk penyusunan laporan akhir penelitian.

Variabel Penelitian

Variabel yang termasuk dalam penelitian ini adalah variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah sistem *automatic transfer switch*. Variabel terikatnya adalah koneksi sumber listrik antara listrik PLN atau PLTS. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah sistem ATS menggunakan rangkaian komponen sederhana, komponen yang digunakan adalah relay dan MCB, waktu pengujian yaitu mulai jam 08.00-04.30 WIB, panel surya yang digunakan adalah tipe *polycrystalline* dengan kapasitas 2X20 WP, peletakan panel surya saat pengujian tidak memperhatikan sudut kerja panel surya, jenis baterai yang digunakan yaitu *deep cycle VRLA AGM 60 AH*, jenis Inverter MSW 300 W, alat penetas telur menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 beserta sensor DHT11 dan LDR dan lampu yang digunakan yaitu lampu pijar 5 W dan LED 1 W.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini bertujuan agar proses pengujian dan pengambilan data dapat dilakukan dengan baik dan benar. Berikut adalah urutan prosedur penelitian yang telah ditentukan penulis.

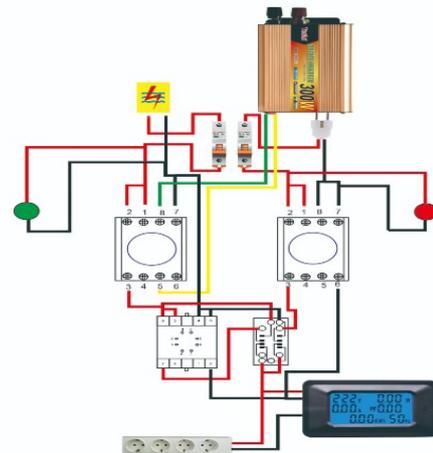
Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch

Pada penelitian ini sistem ATS dirancang mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Galande dan Autade tahun 2015 dengan menggunakan rangkaian elektronika sederhana dengan menggabungkan dua sumber listrik dari PLN (utama) dan PLTS (cadangan) menggunakan dua buah relay MK2P dan *time delay relay*. Kemudian menggunakan MCB sebagai proteksi terjadinya hubungan singkat dan lampu sebagai indikator sumber listrik yang sedang beroperasi.

Prinsip kerja sistem ATS yang digunakan adalah ketika sumber listrik PLN (utama) mengalami kegagalan atau terputus maka relay MK2P akan otomatis bekerja untuk *switching* sumber listrik ke PLTS (cadangan) dan mengoperasikan inverter. Begitupun sebaliknya, apabila sumber listrik PLTS terputus atau sumber listrik PLN beroperasi maka relay MK2P akan otomatis bekerja untuk *switching* sumber listrik ke sumber PLN (utama). Ketika listrik PLN beroperasi tidak langsung terhubung ke beban, melainkan ditunda oleh *time delay relay* selama 10 detik. Kemudian keluaran sumber listrik PLN dan PLTS yang terhubung ke beban dipisah oleh relay

MY2N sebagai proteksi agar tidak terjadi pertemuan fasa antara sumber listrik PLN dan PLTS.

Rangkaian pengkabelan sistem *automatic transfer switch* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sistem ATS

Pengujian Sistem Automatic Transfer Switch

Pengujian sistem ATS bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem ATS yang sudah dirancang dalam mensuplai listrik untuk mengoperasikan alat penetas telur.

Perancangan Penggunaan PLTS Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet of Things.

Perancangan PLTS dalam penelitian ini dilakukan pengkabelan dalam rangkaianannya. Dua unit panel surya berkapasitas masing-masing 20 WP dirangkai paralel lalu dihubungkan ke Watt Meter sebagai pendeteksi indikator keluaran yang dihasilkan panel surya dan dihubungkan ke *solar charge controller* PWM.

Pada keluaran *solar charge controller* dipasang volt dan ampere meter sebagai indikator tegangan dan arus keluaran dari *solar charge controller*. Kemudian dihubungkan ke baterai. Pada baterai dipasang voltmeter sebagai indikator tegangan baterai. Selanjutnya, baterai dihubungkan ke inverter. Pada input inverter dipasang juga voltmeter sebagai indikator tegangan masukan inverter.

Pada prinsipnya PLTS bekerja dengan cara mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya distabilkan tegangannya agar mencapai tingkat tegangan baterai oleh *solar charge controller* yang kemudian disimpan dalam baterai. Listrik yang disimpan dalam baterai dirubah dengan inverter dari listrik DC (*Direct Current*) menjadi listrik AC (*Alternating Current*) agar dapat digunakan untuk peralatan yang membutuhkan listrik

AC. Rangkaian pengkabelan PLTS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian PLTS

Pengujian Penggunaan PLTS Untuk Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*.

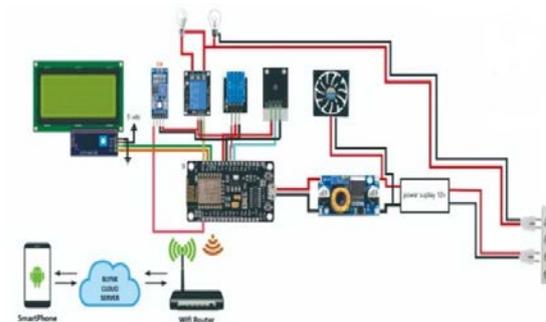
Pengujian penggunaan PLTS bertujuan untuk mengetahui kinerja PLTS dalam mensuplai listrik untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things*. Dalam proses pengujian, dilakukan pengambilan data terkait karakteristik panel surya, perbandingan tegangan dan arus keluaran panel surya dengan tegangan dan arus keluaran *solar charge controller*, proses pengisian baterai berbeban dan penggunaan baterai untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things*.

Perancangan Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things* (IOT)

Alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dirancang menggunakan rangkaian elektronika yang terdiri dari beberapa komponen. Alat penetas telur bersumber dari listrik PLN atau listrik PLTS yang digunakan untuk mensuplai listrik ke lampu dan adaptor.

Keluaran dari adaptor bertegangan 12 V digunakan untuk menyalakan kipas dan rangkaian *controller*. Dibutuhkan modul *dc to dc converter* untuk mensuplai rangkaian *controller* yang membutuhkan tegangan 5 V.

Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 sebagai komponen utama terhubung dengan sensor suhu DHT11, Sensor cahaya LDR, buzzer, LCD dan relay DC yang berfungsi untuk mengatur lampu. Data dari sensor akan diolah oleh NodeMCU yang akan dieksekusi sesuai perintah. data dari sensor cahaya LDR digunakan untuk menyalakan buzzer dan data dari sensor suhu DHT11 akan ditampilkan ke LCD I2C dan dikirimkan ke gawai *android* melalui aplikasi *blinky* agar suhu alat penetas telur dapat dimonitoring jarak jauh. Rangkaian pengkabelan dari alat penetas telur dapat dilihat pada Gambar 4.



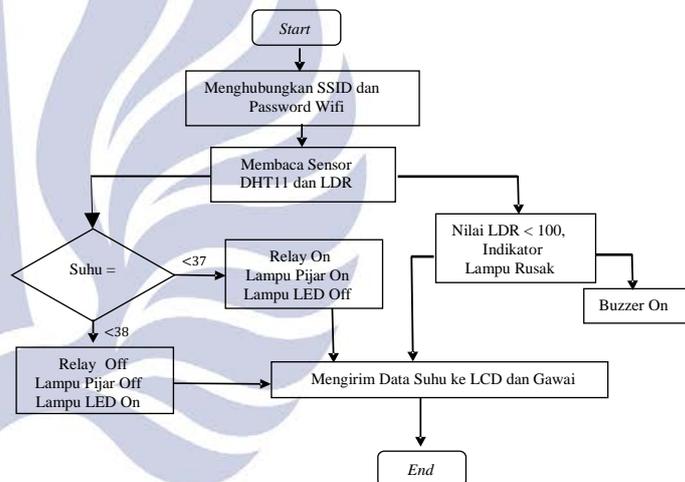
Gambar 4. Rangkaian Alat Penetas Telur Berbasis IOT

Pengujian Alat Penetas Telur berbasis IOT

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi alat penetas telur berbasis *Internet of Things* terhadap sumber listrik PLN atau PLTS.

Perancangan Pemrograman Mikrokontroler

Perancangan pemrograman ini dilakukan secara bertahap yang prosesnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Pemrograman Mikrokontroler

Pada Gambar 5 dipaparkan mengenai diagram alir pemrograman pada mikrokontroler NodeMCU yang menggunakan bahasa C untuk proses pembuatan program pada *software* Arduino. Pada prinsipnya, mikrokontroler NodeMCU akan terhubung otomatis dengan jaringan internet yang tersedia. Kemudian sensor DHT11 akan bekerja untuk mendeteksi suhu alat penetas telur dan sensor LDR bekerja untuk medeteksi intensitas cahaya alat penetas telur. Data hasil sensor yang diterima akan diolah mikrokontroler NodeMCU sesuai dengan yang diprogramkan pada *software* arduino. Jika suhu pada alat penetas telur dibawah suhu minimal 37°C maka relay 5 VDC otomatis bekerja dan apabila suhu diatas nilai maksimal 38°C maka relay 5 VDC otomatis tidak bekerja. Relay 5 VDC berfungsi untuk mengatur operasi lampu yang digunakan.

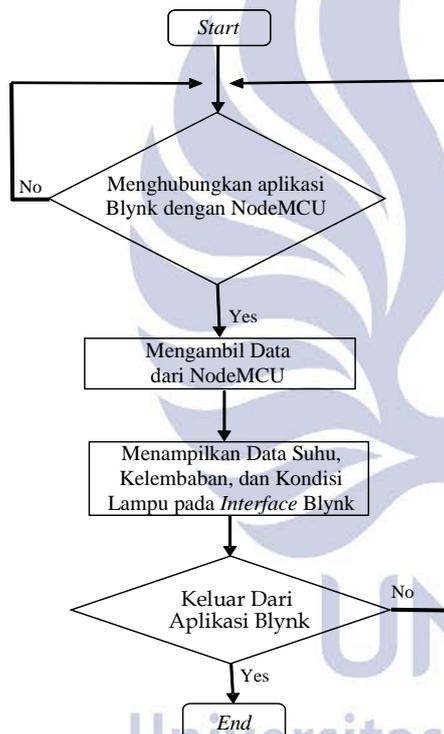
Kemudian apabila intensitas cahaya dibawah nilai minimal yang ditentukan maka buzzer akan otomatis bekerja yang menandakan adanya kerusakan lampu pada alat penetas telur. Data suhu akan ditampilkan pada LCD I2C sekaligus dikirimkan ke aplikasi *blynk*. Data kondisi lampu hasil sensor LDR juga dikirimkan ke aplikasi *blynk* pada gawai.

Pengujian Mikrokontroler NodeMCU

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor DHT11 dalam mengatur relay untuk lampu dan sensor LDR dalam mendeteksi kerusakan lampu.

Perancangan *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi *Blynk*

Proses perancangan *Internet of Things* menggunakan aplikasi *blynk* pada gawai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Perancangan *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi Blynk

Pada Gambar 6 dipaparkan diagram alir perancangan *Internet of Things* menggunakan aplikasi *blynk*. Langkah awalnya aplikasi *blynk* dihubungkan ke perangkat mikrokontroler NodeMCU, pastikan mikrokontroler NodeMCU dan gawai terhubung dengan jaringan internet. Setelah terhubung, aplikasi *blynk* akan menerima dan menampilkan data keluaran dari mikrokontroler NodeMCU pada *interface* aplikasi *blynk*. Dengan demikian dapat digunakan untuk monitoring data suhu dan kondisi lampu alat penetas telur secara jarak jauh.

Pengujian *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi *Blynk*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan parameter data suhu pada LCD dan kondisi buzzer dengan aplikasi *blynk* pada gawai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem *Automatic Transfer Switch*

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian sistem *automatic transfer switch* yang dirancang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui unjuk kerja sistem *automatic transfer switch* dalam mensuplai listrik untuk mengoperasikan alat penetas telur.

Data hasil pengujian unjuk kerja sistem ATS dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambar pengujian unjuk kerja ATS dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Unjuk Kerja ATS

Tabel 1. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Sistem ATS

PLN	PLTS	Suplai Listrik Ke Beban	Lama Terhubung Ke Beban	Kondisi Alat Penetas Telur
On	Off	PLN	10 Detik	Beroperasi
Off	On	PLTS	-	Beroperasi
Off	Off	-	-	Tidak Beroperasi

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan sistem ATS yang dirancang sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut dibuktikan dengan apabila listrik PLN sebagai sumber utama beroperasi maka sumber listrik PLTS sebagai cadangan tidak beroperasi secara otomatis sehingga yang digunakan untuk suplai listrik ke beban adalah sumber PLN dengan lama terhubung ke beban selama 10 detik dan kondisi alat penetas telur dalam keadaan beroperasi.

Sebaliknya, apabila sumber listrik PLN (utama) mengalami kegagalan maka suplai listrik ke beban *switching* ke sumber listrik PLTS (cadangan) secara otomatis dan langsung terhubung ke beban untuk mengoperasikan alat penetas telur. Apabila sumber listrik PLN (utama) dan PLTS (cadangan) tidak beroperasi maka tidak ada suplai listrik ke beban sehingga alat penetas telur juga tidak beroperasi.

Pengujian Penggunaan PLTS Untuk Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*.

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian penggunaan PLTS untuk sumber listrik alat penetas telur berbasis IoT. Pengujian dilakukan di Gedung A8 lantai 4 Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya pada pukul 08.00 - 04.30 WIB. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja PLTS dalam mensuplai listrik ke alat penetas telur berbasis IoT.

Gambar pengujian penggunaan PLTS untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Penggunaan PLTS Untuk Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*

Analisis Karakteristik Panel Surya

Pengambilan data karakteristik panel surya bertujuan untuk mengetahui kinerja panel surya dalam menghasilkan tegangan, arus dan daya terhadap kondisi penyinaran matahari tiap waktunya. Data hasil pengujian karakteristik panel surya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Panel Surya

Waktu (WIB)	Tegangan Keluaran (V)	Arus keluaran (A)	Daya yang dihasilkan (WH)	Watt-Peak (WP)
08.00	12,52	0,47	0,8	16,2
08.30	12,59	0,83	4,4	16,2
09.00	12,63	1,21	16,8	22,4
09.30	12,68	1,26	22,3	22,4
10.00	12,79	1,32	33,6	22,6
10.30	12,85	1,38	44,8	28,7
11.00	12,91	1,42	62,2	28,7
11.30	12,96	1,68	86,4	29,3
12.00	13,21	2,05	100,3	32,4
12.30	13,28	2,12	124,7	33,5
13.00	13,25	2,08	148,5	33,5
13.30	13,15	1,95	159,2	33,5
14.00	12,97	1,81	168,7	33,5
14.30	12,88	1,65	175,2	33,5
15.00	12,76	1,32	183,3	33,5
15.30	12,72	1,22	199,1	33,5
16.00	12,63	0,71	202,1	33,5
16.30	12,54	0,24	205,3	33,5
17.00	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh data karakteristik panel surya. Dapat diketahui tegangan dan arus keluaran panel surya tidak konstan setiap jamnya dikarenakan oleh penyinaran matahari akan selalu berubah setiap waktu. Tegangan dan arus keluaran panel surya mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai tegangan maksimal 13,28 V dan arus maksimal 2,12 A pada pukul 12.30 WIB.

Kemudian tegangan dan arus keluaran mengalami penurunan secara bertahap hingga mencapai 12,54 V dan 0,24 A pada pukul 16.30 WIB. Pada pukul 17.00 WIB panel surya tidak menghasilkan tegangan dan arus untuk mensuplai listrik ke beban dikarenakan panel surya sudah tidak menerima penyinaran cahaya matahari.

Perubahan kondisi penyinaran matahari juga mempengaruhi daya yang dihasilkan apabila semakin tinggi tegangan dan arus yang dihasilkan semakin besar pula daya yang dihasilkan, begitupun sebaliknya apabila semakin kecil tegangan dan arus yang dihasilkan semakin kecil pula daya yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan apabila penyinaran cahaya matahari pada keadaan maksimal, maka tegangan dan arus yang dihasilkan semakin besar dan sebaliknya apabila penyinaran matahari pada keadaan minimal, maka tegangan dan arus yang dihasilkan semakin kecil.

Tegangan dan arus rata-rata yang dihasilkan panel surya sekitar 12,85 V dan 1,37 A. Sedangkan daya yang dihasilkan selama penyinaran matahari adalah 205,3 WH dan watt-peak maksimum panel surya mencapai 33,5 WP. Hasil daya yang dihasilkan dan *WattPeak* tercapai selama pengujian tidak maksimal dikarenakan dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang berawan dan kondisi penyinaran matahari yang tidak konstan setiap waktunya.

Analisis Perbandingan Tegangan dan Arus Dari Panel Surya Dengan Tegangan dan Arus Dari *Solar Charge Controller*

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dan pengaruh nilai tegangan dan arus keluaran panel surya dengan tegangan dan arus keluaran *solar charge controller* terhadap pengisian baterai. Hasil pengujian perbandingan tegangan dan arus dari panel dengan tegangan dan arus dari *solar charge controller* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Tegangan dan Arus Antara Panel Surya Dengan *Solar Charge Controller*

Waktu (WIB)	Tegangan Panel Surya (V)	Arus Panel Surya (A)	Tegangan SCC (V)	Arus SCC (A)
08.00	12,52	0,47	12,4	0,47
08.30	12,59	0,83	12,4	0,83
09.00	12,63	1,21	12,4	1,21
09.30	12,68	1,26	12,5	1,26
10.00	12,79	1,32	12,6	1,32
10.30	12,85	1,38	12,6	1,38
11.00	12,91	1,42	12,7	1,42
11.30	12,96	1,68	12,7	1,68
12.00	13,21	2,05	12,9	2,05
12.30	13,28	2,12	12,9	2,12
13.00	13,25	2,08	12,9	2,08
13.30	13,15	1,95	12,8	1,95
14.00	12,97	1,81	12,7	1,81
14.30	12,88	1,65	12,7	1,65
15.00	12,76	1,32	12,6	1,32
15.30	12,72	1,22	12,6	1,22
16.00	12,63	0,71	12,5	0,71
16.30	12,54	0,24	12,4	0,24
17.00	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh data perbandingan antara tegangan dan arus keluaran dari panel surya dengan tegangan dan arus keluaran dari *solar charge controller*. Ketika pengambilan data dilakukan bersamaan, data tegangan keluaran dari *solar charge controller* selalu lebih kecil jika dibandingkan dengan tegangan keluaran dari panel surya. Untuk data arus keluaran dari panel surya dan dari *solar charge controller* bernilai sama.

Dapat dilihat juga pada tabel 3 tegangan keluaran dari panel surya lebih tidak stabil jika dibandingkan dengan tegangan keluaran dari *solar charge controller* dimana jarak nilai maksimal dan minimal tegangan keluaran panel surya sebesar 0,8 V. Nilai itu masih lebih besar jika dibandingkan dengan tegangan keluaran *solar charge controller* yaitu sebesar 0,4 V.

Tanpa *solar charge controller*, baterai akan cepat rusak akibat ketidakstabilan tegangan ataupun *overcharge* apabila proses pengisiannya langsung terhubung dengan panel surya.

Pada pukul 17.00 WIB panel surya tidak menghasilkan tegangan dan arus sehingga mengakibatkan *solar charge controller* juga tidak menerima *input* tegangan dan arus untuk mensuplai listrik ke beban dikarenakan panel surya sudah tidak menerima penyinaran cahaya matahari.

Analisis Proses Pengisian Baterai Dengan Beban Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pengisian baterai dengan beban dari tegangan dan arus *Solar Charge Controller* (SCC). Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian pengisian baterai dengan penggunaan beban alat penetas telur berbasis IOT

Waktu (WIB)	Tegangan SCC (V)	Arus SCC (A)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Input Inverter (V)
08.00	12,4	0,47	12,3	12,0
08.30	12,4	0,83	12,3	12,0
09.00	12,4	1,21	12,3	12,0
09.30	12,5	1,26	12,3	12,0
10.00	12,6	1,32	12,3	12,0
10.30	12,6	1,38	12,3	12,0
11.00	12,7	1,42	12,3	12,0
11.30	12,7	1,68	12,4	12,1
12.00	12,9	2,05	12,4	12,1
12.30	12,9	2,12	12,4	12,1
13.00	12,9	2,08	12,4	12,1
13.30	12,8	1,95	12,4	12,1
14.00	12,7	1,81	12,4	12,1
14.30	12,7	1,65	12,4	12,1
15.00	12,6	1,32	12,5	12,2
15.30	12,6	1,22	12,5	12,2
16.00	12,5	0,71	12,5	12,2
16.30	12,4	0,24	12,5	12,2
17.00	-	-	12,5	12,2

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan kondisi penyinaran matahari berpengaruh terhadap besar tegangan dan arus *solar charge controller* untuk pengisian baterai. Selama 8 jam 30 menit pengisian baterai dan penggunaan baterai, tegangan baterai naik 0,2 V dari 12,3 V – 12,5 V. Hal tersebut dipengaruhi oleh kecilnya tegangan dan arus *solar charge controller* untuk pengisian baterai dan proses pengisian baterai bersamaan dengan penggunaan baterai untuk beban. Sehingga daya tersimpan dalam baterai tidak maksimal.

Besarnya rata-rata arus keluaran dari *solar charge controller* yang masuk dalam baterai adalah 1,37 A. Dengan demikian dapat dihitung lama waktu pengisian baterai dengan efisiensi kapasitas baterai yang digunakan 80% dari 60 Ah yaitu 48 Ah dengan arus rata-rata keluaran *solar charge controller* tersebut dibutuhkan waktu pengisian selama 35 jam (selama matahari bersinar dan tanpa beban). Arus tersebut kurang maksimal untuk pengisian pada baterai karena terlalu kecil sehingga pengisian baterai dibutuhkan waktu yang relatif lama.

Tegangan baterai juga mempengaruhi tegangan *input* inverter, semakin naik tegangan baterai semakin naik pula tegangan *input* inverter. Proses pengisian baterai dengan beban oleh *solar charge controller* berhenti pada pukul

17.00 dengan baterai bertegangan akhir 12,5 V dikarenakan *solar charge controller* tidak menerima *input* tegangan dan arus dari panel surya.

Analisis Penggunaan Baterai Untuk Alat Penetas Telur Berbasis IoT

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan baterai untuk alat penetas telur berbasis IoT yang hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Penggunaan Baterai Untuk Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*

Waktu (WIB)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Input Inverter (V)
17.00	12,5	12,2
17.30	12,5	12,2
18.00	12,5	12,2
18.30	12,5	12,2
19.00	12,4	12,1
19.30	12,4	12,1
20.00	12,4	12,1
20.30	12,4	12,1
21.00	12,3	12,0
21.30	12,3	12,0
22.00	12,3	12,0
22.30	12,3	12,0
23.00	12,2	11,9
23.30	12,2	11,9
00.00	12,2	11,9
00.30	12,2	11,9
01.00	12,1	11,8
01.30	12,1	11,8
02.00	12,0	11,7
02.30	11,9	11,6
03.00	11,8	11,5
03.30	11,5	11,2
04.00	11,2	10,9
04.30	10,9	10,6

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan tegangan awal baterai dalam mensuplai alat penetas telur berbasis *Internet of Things* tanpa proses pengisian adalah 12,5 V dan tegangan input inverter sebesar 12,2 V pada pukul 17.00 WIB.

Berdasarkan tegangan awal pengisian baterai yaitu 12,3 V maka lama penggunaan baterai untuk alat penetas telur tanpa pengisian dari tegangan 12,5 V hingga 12,3 V selama 5 jam pada pukul 17.00 - 21.00 WIB. Dengan demikian, PLTS dapat beroperasi sebagai sumber listrik cadangan untuk alat penetas telur selama 14 jam dari pukul 08.00 – 21.00 WIB.

Tegangan baterai mengalami penurunan 0,1 V tiap 2 jam dari tegangan 12,5 – 12,1 V, 0,1 V tiap 1 jam dari tegangan 12,1- 12,0 V, 0,1 V tiap 30 menit dari

tegangan 12,0-11,8 V, 0,1 V tiap 10 menit dari tegangan 11,8-10,9 V. Sehingga dapat disimpulkan semakin kecil nilai tegangan baterai berpengaruh terhadap kecepatan penurunan tegangan baterai.

Pengujian Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja alat penetas telur berbasis *Internet of Things*. Gambar pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Alat Penetas Telur Berbasis IoT
(Sumber: Data Primer, 2021)

Pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things* terhadap sumber listrik

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui kondisi alat penetas telur terhadap sumber listrik PLN atau PLTS. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Alat Penetas Telur Terhadap Sumber Listrik

Lampu Menyala	Sumber Listrik	Daya (W)	Kondisi Alat
Pijar	PLN	18,7	Beroperasi
Pijar	PLTS	18,7	Beroperasi
LED	PLN	7,7	Beroperasi
LED	PLTS	7,7	Beroperasi

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dalam kondisi beroperasi terhadap sumber listrik PLN atau PLTS. Daya yang digunakan alat penetas telur apabila lampu pijar menyala sebesar 18,7 W dan jika lampu LED yang menyala sebesar 7,7 W. Dengan demikian, alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dapat digunakan dengan menggunakan sumber listrik PLN atau PLTS.

Pengujian Mikrokontroler

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor DHT 11 dalam mendeteksi suhu alat penetas telur dengan nilai minimal suhu 37°C dan suhu maksimal 38 °C yang berfungsi sebagai indikator

pengatur relay untuk menyalakan lampu. Pengambilan data ini juga untuk mengetahui kinerja sensor LDR dalam mendeteksi kerusakan lampu. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor DHT 11

Suhu (°C)	Relay	Lampu Pijar	Lampu LED
36,90	On	Menyala	Mati
38,10	Off	Mati	Menyala

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan relay akan “ON” ketika suhu kurang dari 37°C sekaligus menyalakan lampu pijar dan mematikan lampu LED secara otomatis hingga suhu alat penetas telur mencapai 38 °C . Begitupun sebaliknya, apabila suhu alat penetas telur melebihi 38 °C maka relay akan “OFF” sekaligus menyalakan lampu LED dan mematikan lampu pijar secara otomatis hingga suhu alat penetas telur mencapai 37°C.

Tabel 8. Hasil Pengujian Sensor LDR

Kondisi Lampu Pijar dan Lampu LED	Buzzer
Menyala	Off
Mati	On

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa apabila kondisi lampu pijar dan lampu LED menyala maka buzzer “OFF”. Begitupun sebaliknya apabila lampu pijar dan lampu LED mati atau rusak maka buzzer akan “ON” secara otomatis.

Pengujian *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi *Blynk*

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara parameter suhu pada LCD dan kondisi buzzer dengan aplikasi *blynk* pada gawai. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Pengujian Perbandingan Nilai Suhu Pada LCD Dengan Aplikasi *Blynk*

Nilai Suhu Pada LCD (°C)	Nilai Suhu Pada Aplikasi <i>Blynk</i> (°C)	Status Nilai Suhu
38,10	38,10	Sama
38,00	38,00	Sama
37,90	37,90	Sama
37,80	37,80	Sama

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan nilai suhu pada LCD dengan nilai suhu pada aplikasi *blynk* bernilai sama. Dengan demikian, monitoring suhu alat penetas telur dapat dilakukan secara jarak jauh melalui aplikasi *blynk* pada gawai yang terhubung dengan internet.

Tabel 10. Hasil Pengujian Perbandingan Kondisi Buzzer dengan Aplikasi *Blynk*

Kondisi Buzzer	Aplikasi <i>Blynk</i>
Off	Kondisi Lampu Normal
On	Kondisi Lampu Rusak

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat ketika kondisi buzzer “OFF” maka pada *interface* aplikasi *blynk* terdapat tulisan “kondisi lampu normal” sedangkan apabila kondisi buzzer “ON” maka pada *interface* aplikasi *blynk* terdapat tulisan “kondisi lampu rusak”. Dengan demikian, dapat disimpulkan kondisi lampu pada alat penetas telur dapat dimonitoring jarak jauh melalui aplikasi *blynk* pada gawai yang terhubung internet.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya berjudul “Panel ATS-AMF di Perumahan Direksi BTDC” oleh Rasmini tahun 2013. Pada penelitian tersebut sistem ATS digunakan untuk mengatur koneksi sumber listrik PLN dengan *generator set* (*genset*) beroperasi dengan baik. Sedangkan pada penelitian ini dilakukan modifikasi pembaharuan pada sistem ATS yaitu untuk mengatur koneksi sumber listrik antara PLN dengan PLTS. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya pemanfaatan energi baru terbarukan guna menekan penggunaan energi listrik berbasis fosil.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya berjudul “Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 WP” oleh Pratama dan Siregar tahun 2018. Penelitian tersebut hanya dilakukan pengujian kinerja penggunaan PLTS tanpa beban dan beroperasi dengan baik. Sedangkan pada penelitian ini dilakukan pengujian kinerja penggunaan PLTS dengan beban alat penetas telur berbasis *Internet of Things*. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya implementasi penggunaan PLTS untuk industri penetasan telur.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya berjudul “Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno” oleh Wirajaya dan Nasibu tahun 2020. Pada penelitian tersebut sistem *monitoring* parameter suhu alat penetas telur hanya dapat dilakukan secara langsung (mendekati alat). Sedangkan pada penelitian ini, sistem *monitoring* parameter suhu alat penetas telur dapat dilakukan secara jarak jauh melalui gawai (aplikasi *blynk*) dengan menggunakan teknologi *Internet of Things*. Hal tersebut sebagai upaya modernisasi industri penetasan telur.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka didapatkan simpulan sebagai berikut:

Rangkaian sistem ATS yang dirancang bekerja dengan baik dalam mengatur koneksi sumber listrik. Apabila sumber listrik PLN (utama) mengalami gangguan maka sistem ATS secara otomatis memindahkan koneksi sumber listrik ke PLTS (cadangan). Dengan demikian ketersediaan sumber listrik untuk mengoperasikan alat penetas telur berbasis *Internet of Things* terjamin.

Pada hasil pengujian kinerja penggunaan PLTS untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things* diperoleh data karakteristik panel dalam menghasilkan listrik dengan tegangan dan arus rata-rata yang dihasilkan panel surya sekitar 12,85 V dan 1,37 A. Sedangkan daya yang dihasilkan selama penyinaran matahari adalah 205,3 WH dan 33,5 WP. Tegangan keluaran dari panel surya lebih tidak stabil jika dibandingkan dengan tegangan keluaran dari *solar charge controller*. Kondisi penyinaran matahari berpengaruh terhadap besar tegangan dan arus keluaran *solar charge controller* untuk pengisian baterai.

Hasil pengujian unjuk kerja alat penetas telur berbasis *Internet of Things* beroperasi sesuai rancangan. Alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dapat digunakan dengan menggunakan sumber listrik PLN atau PLTS. Rangkaian mikrokontroler yang dirancang mampu mendeteksi suhu, mengontrol lampu. Dan mengoperasikan *buzzer*.

Perbandingan parameter nilai suhu pada LCD I2C dengan aplikasi *blynk* pada gawai bernilai sama. Dengan demikian suhu dan kondisi lampu pada alat penetas telur berbasis *Internet of Things* mampu dimonitoring secara jarak jauh melalui aplikasi *blynk* pada gawai yang terhubung internet.

Saran

Sistem *automatic transfer switch* perlu ditambahkan komponen *time delay relay* pada sisi keluaran inverter sebagai proteksi ketika inverter beroperasi tidak langsung terhubung ke beban.

Jumlah panel surya yang digunakan pada sistem PLTS perlu adanya penambahan jumlah kapasitas agar mampu menghasilkan listrik lebih besar sehingga dapat mensuplai listrik ke beban lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, Fery dan Hadi, Charis Fathul. 2019. *Sistem Monitoring Inkubator Penetas Telur Berbasis Android*. Universitas PGRI Banyuwangi. Jurnal ZETROEM, Vol. 1, (2), pp 8-16.

Efendi, Yoyon. 2018. *Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobil*. Pekanbaru. STMIK Amik Riau. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 4, (1), pp 19-26. ISSN 2442-4512.

Galante, S.G dan Autade, P.P. 2015. *An Embedded 1/3 Phase Automatic Transfer Switch with Intelligent Energy Management*. India. Savitribai Phule Pune University. International Journal of Computer Engineering and Applications, Vol. IX, (V), pp 9-14. ISSN 2321-3469.

Hidayat, Taufal dan Firmansyah, Dwiki. 2019. *Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid*. Padang. Institut Teknologi Padang. Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol. 8, (2), pp 87-92.

Pratama, Dimas Adi dan Siregar, Indra Herlamba. 2018. *Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 WP*. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya. JPTM, Vol. 6, (3), pp 79-85.

Ramadhani, Bagus. 2018. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev).

Rasmini, Ni Wayan. 2013. *Panel Automatic Transfer Switch (ATS) – Automatic Main Failure (AMF) Di Perumahan Direksi Btdc*. Politeknik Negeri Bali. Jurnal Logic Elektro, Vol. 13, (1), pp 16-22.

Sawle, S. G. Yashwant 2016. *PV-Wind Hybrid System: A Review with Case Study*. Maulana Azad Institute of Technology. Cogent Engineering, Vol. 3, (1), pp 1-31.

Suharto, Mohammad dan Sujono. 2018. *Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Dan Automatic Mains Failure (AMF) PLN Dan Genset Berbasis Modul Deep Sea Electronics 4520 MKII*. Jakarta. Universitas Budi Luhur. Jurnal Maestro, Vol. 1, (2), pp 310-316.

Suryawinata, Handi dan Sunardiyo, Said. 2017. *Sistem Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307*. Semarang. Universitas Negeri Semarang. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 9, (1), pp 30-36. ISSN 2549- 1571.

White, Sean. 2015. *Solar Photovoltaic Basics*. New York: Routledge.

Wirajaya, Mohammad Rizky dan Nasibu, Iskandar Z. 2020. *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*. Universitas Negeri Gorontalo. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, Vol. 2, (1), pp 24-29, e-ISSN: 2715-0887.

Yazdanpanah, Mohammad Ali. 2014. *Modeling and Sizing Optimization of Hybrid Photovoltaic/Wind Power Generation System*. Iran. University of Sistan and Baluchestan. J. Ind Eng Int, Vol. 10, (49), pp 1-14.

Yulis, T. Yasar dan Sara, Ira D. 2018. *Perancangan Sistem Suhu Otomatis dan Pengaturan Posisi Telur pada Sistem Penetas Telur Berbasis Arduino*. Banda Aceh. Universitas Syiah Kuala. KITEKTRO, Vol. 3, (2), pp 39-45.