

PERANCANGAN MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS BERSUMBER DAYA SISTEM HYBRID BERBASIS MIKROKONTROL

Dendin Supriadi¹⁾, Agus Saleh²⁾

Teknik Otomasi¹⁾, Mekanik Industri dan Desain²⁾ - Politeknik TEDC Bandung

Email : sdendin@gmail.com¹⁾, agus.mesinbubut@gmail.com²⁾

Abstrak

Data Badan Pusat Statistik (BPS) Peternakan 2017 menyatakan bahwa Statistik menunjukkan konsumsi kebutuhan ayam pedaging (*broiler*) menunjukkan pada posisi 1,69 miliar ekor, sedangkan kebutuhan akan petelur (*layer*) menunjukkan pada posisi 166,72 juta ekor, dan kebutuhan akan ayam kampung (*buras*) pada kondisi 310,52 ekor. Angka kebutuhan produksi tersebut menunjukkan peta kebutuhan akan daging ayam untuk penduduk Indonesia sebesar 11,5 per orang per tahun. Sedangkan kebutuhan akan telur sendiri tercatat sebesar 6,53 kg per orang per tahun. Hal ini memberikan gairah bagi para petani unggas untuk andil memenuhinya, oleh karena itu banyak penelitian tentang mesin penetas telur bahkan sampai dengan diproduksi secara masal dengan berbagai bentuk dan system konsumsi energinya. Dari berbagai mesin penetas telur yang dibuat hampir 95% masih ketergantungan akan energy listrik dari pasokan PLN. Hal ini tentunya akan bermasalah bagi petani pada saat pasokan energi listrik PLN mengalami gangguan. Maka harus dicari energi alternatif yang dapat menggantikan pasokan energi listrik dari PLN. Pemanfaatan energi terbarukan merupakan salah satu jawaban dari permasalahan tersebut. Dengan menggunakan kekuatan 2 keping solar sel berkekuatan masing-masing 50 WV digunakan untuk mensuplay mesin melalui sebuah sel accu, dari hasil data didapat 4-5 Ampere pengisian dengan tegangan antara 15,5-18,4 V mulai dari cahaya redup sampai dengan maksimal saat kondisi accu dalam keadaan kosong. Daya dari accu dihasilkan hanya mampu untuk mensuplay listrik kemesin incubator maksimal 1,5 jam sehari. Pengaturan suhu pada mesin penetas ditetapkan pada suhu 38-40°C, Kelembaban 60-70% dengan menggunakan *system turning* rak telur dihasilkan efisiensi daya listrik sebesar 8% dari konsumsi daya keseluruhan, besarnya daya listrik PLN yang digunakan 146,3 kWh dan konsumsi daya listrik solar sel sebesar 13,44 kWh. Pengujian mesin dilakukan dengan menggunakan 150 butir telur ayam yang diletakkan pada 3 susun telur, dan masing-masing rak berisi dengan penempatan diatur merata pada tiap rak untuk melihat hasil tetas. Dari data didapat bahwa rak atas menetas 44 butir, rak kedua 36 butir telur dan rak ke tiga 42 butir telur. Dari 28 telur yang tidak menetas terdapat 10 butir telur yang sudah terjadi perkembangan sel, akan tetapi tidak bisa menetas sedangkan sisanya tidak ada perkembangan sel. Secara keseluruhan hasil penetasan baru mencapai angka 81,3%, dan pertumbuhan sel telur sampai menjadi anak sebesar 88%.

Kata kunci : listrik PLN, solar sel, *turning system*, kendali mikrokontrol

Abstract

The Central Bureau of Statistics (BPS) of Animal Husbandry in 2017 states that Statistics data show the consumption of broiler needs shows at 1.69 billion head, while the need for layer shows layer 166.72 million, and the need for native chickens (free-range) at 310.52 birds. The production needs figure shows a map of the need for chicken meat for the Indonesian population of 11.5 per person per year. While the need for eggs alone was recorded at 6.53 kg per person per year. This gives enthusiasm for poultry farmers to contribute to fulfill it, therefore a lot of research on egg incubators even to mass produced with various forms and systems of energy consumption. Of the various egg incubators made almost 95% are still dependent on electricity from electricity supplied by PLN. This certainly will be problematic for farmers when PLN's electricity supply is disrupted. Then you must look for alternative energy that can replace the electricity supply from PLN. Utilization of renewable energy is one of the answers to these problems. By using the power of 2 pieces of solar cells with a strength of 50 WV each used to supply the engine through an accu cell, from the results of the data obtained 4-5 Ampere charging with a voltage between 15.5-18, 4 V ranging from low light to maximum when the battery is empty. The power from the batteries produced is only able to supply electricity to the incubator maximum 1.5 hours a day. The temperature setting on the incubator is set at a temperature of 38-40°C, Kelembaban 60-70% by using an egg rack turning system resulting in an electric power efficiency of 8% of the overall power consumption, the amount of PLN electricity used 146.3 kWh and solar electricity consumption a cell of 13.44 kWh. Machine testing is carried out using 150 chicken eggs which are placed on 3 egg stacking racks, and each rack containing the placement is evenly arranged on each rack to see the results of hatching. From the data it was found that the upper rack hatched 44 eggs, the second rack had 36 eggs and the third rack had 42 eggs. Of the 28 eggs that did not hatch, there were 10 eggs that had developed cells, but could not hatch while the rest had no cell development. Overall hatching results only reached 81.3%, and egg growth to become a child by 88%.

Keywords: PLN electricity, solar cells, *turning system*, microcontrol control

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan daging unggas (Bebek dan Ayam) serta telur (Bebek, Ayam dan Puyuh) makin lama semakin tinggi seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan beralihnya konsumsi masyarakat dari daging merah (Sapi, Kambing, Kerbau) ke daging putih (unggas) yaitu sebesar 15% yaitu menjadi 67% (Julianto, 2016). Hal ini seakan memberikan peluang baru bagi masyarakat disaat kebutuhan akan tenaga kerja yang tinggi tetapi kesempatan yang sangat terbatas bagi para usia kerja dan tidak memiliki kemampuan teknik sesuai kebutuhan.

Seiring dengan kesempatan tersebut maka petani penggemuk unggas (bebek, ayam) begitu pula petani petelur (bebek, ayam dan puyuh) bermunculan dimana-mana. Tentunya keadaan ini mendorong akan permintaan DOD, DOC maupun DOP sedangkan disisi lain perusahaan pemasok akan bibit unggas ini terbatas. Keterbatasan ini memberikan peluang usaha untuk para petani penetas telur dimasyarakat mulai dengan cara konvensional yang menggunakan lampu lilin ataupun lampu minyak sampai dengan menggunakan lampu listrik. Penetasan dengan system ini mendapatkan hasil yang kurang menggembirakan, hampir rata-rata hasil penetasan yang didapat para petani tidak bisa melebihi dari 70% (Jufri & Rahmadya, 2015), hal ini menggelitik dunia pendidikan untuk melakukan riset pada mesin penetas telur. Banyak sudah riset dilakukan bahkan sampai saat ini telah ditemukan beberapa mesin penetas hasil penelitian para dosen dan mahasiswa dengan menggunakan perangkat teknologi terkini (*system* otomatis).

Dari beberapa penelitian yang dilakukan menunjukkan kisaran keberhasilan mulai dari 10% sampai dengan 89,1% (Budi Laksono & Bachri, n.d.) untuk ayam dan bebek sedangkan pada alat penetas telur puyuh sampai dengan 100%. Dari rata-rata penelitian yang dilakukan didapat bahwa keberhasilan tetapan disebabkan dari konstannya suhu ruang incubator oleh karena pasokan energy listrik yang stabil. Adapun ketidak berhasilan penetasan diakibatkan oleh kurangnya stabilnya suhu ruangan incubator dari akibat tidak pasokan energy ke mesin penetas. (Jufri & Rahmadya, 2015) Sumber daya listrik PLN sebagai pemasok energy pada incubator dijadikan sebagai penyebab permasalahannya. Oleh karena itu harus dicari energy lain sebagai alternative disaat sumber daya listrik PLN mengalami kendala.

Indonesia sebagai Negara yang memiliki 2 (dua) musim, panas dan hujan memiliki kekayaan alam sinar matahari yang tidak terbatas, hampir setiap hari sinar ini akan selalu memayungi bumi Indonesia,

begitu pula dengan tiupan angin yang pastinya akan selalu ada kesehariannya. Berdasarkan atas hasil studi literatur didapat bahwa kurangnya pemanfaatan energi matahari pada mesin penetas telur, akhirnya peneliti tertarik untuk mencoba memanfaatkan sumber energy tersebut pada penelitian dengan menggunakan 2 (tiga) pasokan sumber daya listrik, yaitu : PLN, dan Matahari.

Penelitian yang akan dilakukan adalah Perancangan Mesin Penetas Telur berdaya Hybrid berbasis mikrokontrol, dimana hasil yang diharapkan adalah sebuah mesin penetas telur yang memiliki hasil penetasan tinggi dengan konsumsi daya listrik yang efisien.

II. LANDASAN TEORI

Pada penelitian ini dilakukan penggalian beberapa sumber, sebagai bahan kajian dari beberapa sumber yang ada, baik dari buku ada maupun hasil penelitian para dosen dan mahasiswa yang telah dipublikasi dalam jurnal dan tugas akhir. Kajian ini nantinya diharapkan akan memberikan arah yang jelas didalam penelitian yang akan dilakukan, sehingga pada akhirnya akan dihasilkan suatu mesin yang benar-benar sesuai yang diharapkan. Dari hasil pencarian didapat beberapa pendapat dari peneliti, antara lain :

- Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 33 (tiga puluh tiga) buah telur ayam, menggunakan pemanas (*heater*) berdaya sebesar 29 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh ATMega 8535 sedangkan suhu diatur pada kisaran 35°C-40°C dengan kelembaban antara 55%-65%, dari perancangan ini dicapai keberhasilan sebesar 80% (Irfan, Maleakhi, Mulyana, & Susanto : 2011).
- Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 10 (sepuluh) buah telur ayam, menggunakan pemanas 2 (dua) buah lampu berdaya sebesar 25 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh ATMega 328 sedangkan suhu diatur pada kisaran 38°C-40°C dengan kelembaban antara 55%-65%, dari perancangan ini dicapai keberhasilan sebesar 88% (Budi, Bachri, n.d.).
- Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 91 (sembilan puluh satu) buah telur ayam, menggunakan pemanas 4 (empat) buah lampu berdaya sebesar 20 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh ATMega 8 sedangkan suhu diatur pada kisaran 38°C-39°C dengan kelembaban antara 52%-55%, dari perancangan ini dicapai

keberhasilan sebesar 89,1% (Nurhad, Puspita : 2009)

- d. Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 10 (sepuluh) butir telur ayam, menggunakan *Heater* sebagai pemanas berdaya sebesar 20 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh ATMega 8 sedangkan suhu diatur pada kisaran 35,3°C-40,5°C dengan kelembaban antara 60%-70%, dari perancangan ini dicapai keberhasilan sebesar 10%. Permasalahan ketidakberhasilan diindikasikan dari tidak stabilnya suplay daya listrik (Jufri, Rahmadya : 2015).
- e. Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 91 (sembilan puluh satu) buah telur ayam, menggunakan 2 buah bohlam lampu sebesar 15 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh ATMega 8 sedangkan suhu diatur pada kisaran 37,5°C-38°C dengan kelembaban antara 52%-55% (Wahyudi : 2017).
- f. Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 91 (sembilan puluh satu) buah telur ayam, menggunakan pemanas 2 (dua) buah lampu berdaya sebesar 5 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh Arduino IDE sedangkan suhu diatur pada kisaran 38°C-40°C dengan kelembaban antara 54%-60%, dari perancangan ini dicapai keberhasilan sebesar 80% (Mido : 2018).
- g. Penelitian dengan merancang mesin penetas otomatis pada 10 (sepuluh) buah telur puyuh, menggunakan pemanas 2 (dua) buah lampu berdaya sebesar 5 watt bersumber daya dari PLN, pengendalian system dilakukan oleh Arduino IDE sedangkan suhu diatur pada kisaran 38°C-40°C dengan kelembaban antara 54%-65%, dari perancangan ini dicapai keberhasilan sebesar 100% (Kundowo : 2017).

Berdasarkan atas kajian pustaka diatas dapat dilihat bahwa hampir seluruh perancangan mesin penetas telur menggunakan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Sedangkan untuk pengatur suhu sebagian besar menggunakan perangkat mikrokontrol dan sensor suhu yang digunakan terbagi atas 3 yaitu, thermostat, sensor suhu DTH11 dan SHT 11 dengan kisaran suhu antara 35°C-40°C. Sedangkan kelembaban berkisar antara 60%-70% dan rata-rata hasil tetas berkisar dari 70%-89,1% adapun ada 1 hasil penelitian dengan tingkat keberhasilan sebesar 10% (Jufri, Rahmadya : 2015). Jika menilik pada permasalahan yang dihadapi sebagian besar terjadi pada kurang stabilnya pasukan energy listrik pada mesin penetas,

dikarenakan sumber yang mensuplay hanya dari satu tempat yaitu PLN. Melihat dari hasil tersebut maka peneliti akan memberikan focus pada hal yang menjadi kelemahan pada penelitian terdahulu dan memberikan solusi yang harus dilakukan, antara lain:

a. Sumber Daya

Berdasar pada penelitian yang telah lalu, hampir 95% peneliti menggunakan tenaga listrik dari PLN. Sehingga untuk menutupi kelemahan tersebut penulis mencoba untuk memasukan sumber lain sebagai alternative yaitu tenaga matahari. Dengan berubahnya pemberian sumber daya pada mesin akan menambah pula perangkat peralatan yang diperlukan, maka pada penelitian ini akan ditambahkan komponen penyimpan dan pengubah tenaga dari matahari yaitu *accumulator* (aki), *inverter* dan *converter*.

b. Pemanas Ruang Inkubator

Berdasarkan pada penelitian di atas, digunakan 2 bentuk pemanas untuk ruang incubator antara lain thermostat dan bola lampu pijar. Pada thermostat pemasangan pemanas pada salah satu dinding ruang sehingga kesan panas merambat sesuai tempat awal hingga pemanasan akan lebih terkondisi pada tempat thermostat itu sendiri. Kedua menggunakan lampu pijar rata-rata dipasang ruang incubator sehingga pemanasan akan lebih merata keseluruhan ruang incubator, akan tetapi pembatasan suhu optimum dilakukan oleh perintah mikrokontrol melalui sebuah relay. Dengan system ini di indikasikan daya yang diambil akan lebih besar pada saat awal lampu nyala. Oleh karena itu penulis mencoba untuk mengganti matinya lampu dengan system dimmer, dimana lampu akan meredup pada saat suhu incubator berapada pada suhu diatas nilai yang ditetapkan.

c. Rangkaian kendali

Bila pada penelitian sebelumnya semua kendali yang digunakan hanya untuk mengatur thermostat ataupun lampu pijar mati, disaat suhu ruang incubator melebihi pengaturan maksimal, maka pada penelitian ini kendali akan dilakukan pada beberapa komponen antara lain mengatur daya pada siang hari suplay yang memberikan dari system sumber tenaga matahari, sumber tenaga matahari yang disimpan terlebih dahulu dalam *accumulator* (aki) dirubah oleh *inverter* menjadi tegangan AC 220 Volt. Pada saat daya yang ada di *accumulator* menurun maka kendali akan memindahkan daya dari sumber listrik PLN. Begitu pula pada saat malam tiba maka suplay

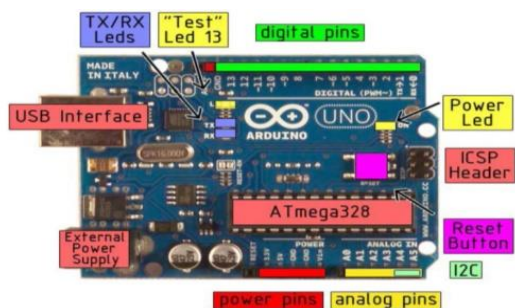
tenaga ke incubator secara langsung akan berpindah pada sumber daya PLN, sedangkan pada saat terjadi masalah pada sumber daya PLN (padam lampu), maka secara otomatis pasokan daya akan berpindah dari sumber accumulator.

Tingkat suhu dan kelembaban yang diterapkan untuk penelitian ini, akan mengacu pada keberhasilan penetasan tertinggi dari hasil penelitian. Sehingga diharapkan bahwa penetasan dapat mencapai diatas 90%.

Mikrokontrol

Mikrokontroler merupakan perangkat komputer yang berukuran kecil (mikro) yang ditempatkan dalam satu kemasan bersama tetapi memiliki kemampuan tersendiri dalam bahasa inggrisnya di sebut dengan IC (integrated circuit). IC ini terdiri dari beberapa bagian antara lain bagian pemroses (processor), bagian penyimpanan data (memory) dan penghubung antar mesin (interface). Jadi bisa dikatakan bahwa mikrokontroler ini sama prinsipnya dengan sebuah computer PC akan tetapi perbedaannya dari input (I) dan output (O) yang dijadikan sebagai masukan dan keluaran dari program yang diinginkan pengguna. Pada mikrokontroler ini bagian input/output biasanya disebut dengan PIN.

Jenis modul mikrokontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah modul Arduino uno. Pilihan ini jatuh pada piranti tersebut bukan saja pemrogramannya yang mudah dilakukan akan tetapi juga jumlah I/O yang mencukupi yaitu terdapat 20 I/O terdiri dari input Analog dan Digital.



Gambar 1. Modul Arduino IDE
(Sumber : Jufiril, Rahmadya, 2015)

Sensor SHT11

Untuk mengendalikan kondisi suhu dan kelembaban pada ruang incubator pada perancangan ini digunakan sensor SHT11. Jenis sensor ini memiliki kapasitif polimer untuk mengukur seberapa jauh kelembaban ruangan terdeteksi dan

terdapat pula pita regangan yang dimanfaatkan untuk mengukur seberapa tinggi suhu yang dicapai pada ruang incubator. Dengan hanya menggunakan 1 (satu) komponen dapat digunakan mengukur 2 (dua) keadaan.

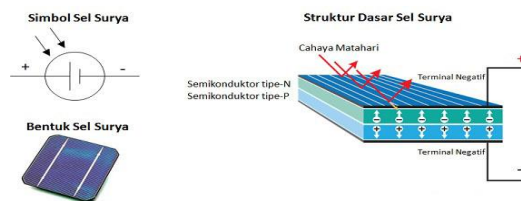


Gambar 2. Sensor SHT11
(Sumber : Jufiril, Rahmadya, 2015)

Sumber listrik tenaga matahari (*Solar sel*)

Sumber energi dari matahari adalah sumber tenaga yang tidak akan pernah berhenti keberadaannya. Banyak ahli berlomba melakukan riset untuk memanfaatkan tenaga ini, akhirnya pada tahun 1839 seorang ahli bernama Henri Becquerel menemukan bagaimana cara memanfaatkan sumber energy matahari. Dengan menggunakan prinsip pengaruh cahaya terhadap tegangan (efek *photovoltaic*) yang menghubungkan 2 buah elektroda dalam bentuk cairan ataupun padatan merubah cahaya yang diterima menjadi sebuah tegangan dc.

Pada umumnya sel surya berbentuk photodiode (diode foto), berbahan semikonduktor dengan pemisahan kutub positif dan kutub negative. Tegangan yang dihasilkan oleh tiap sel sebesar 0,5 volt dan arus 0,1 A. sehingga untuk mendapatkan nilai tegangan yang dikehendaki maka dapat diatur susunan posisi solar selnya, struktur dari solar sel dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3. Struktur solar sel
(Sumber : Julianto, 2016)

Ketika sel dalam kondisi short circuit, arus short circuit ISC dihasilkan, sedangkan pada kondisi open circuit tidak ada arus yang dapat mengalir sehingga tegangannya maksimum, disebut tegangan open-

circuit. VOC. Titik pada kurva I-V yang menghasilkan arus dan tegangan maksimum disebut titik daya maksimum (MPP). Karakteristik penting lainnya dari sel surya yaitu fill factor (FF), dengan persamaan (Julianto, 2016):

$$FF = V_{MPP} \cdot I_{MPP} / V_{OC} \cdot I_{SC} \dots\dots\dots(1)$$

daya maksimum dari sel surya dinyatakan dengan,

$$P_{MAX} = V_{MPP} \cdot I_{MPP} = V_{OC} \cdot I_{SC} \cdot FF \dots\dots\dots(2)$$

Rangkaian solar sel seri, adalah solar sel yang dipasang secara seri, artinya kutub positive sel akan bertemu dengan kutub negative sel. Berapa tegangan yang akan didapat dihitung secara penjumlahan aljabar (Ditto, Permana, Wibawa, Utomo : 2016):

$$V_{TOT} = V_1 + V_2 + \dots\dots\dots + V_n \text{ Volt} \dots\dots\dots(3)$$

Pada hubungan secara seri maka tegangan yang didapat akan besar tetapi nilai arusnya kecil.

Rangkaian solar sel terhubung parallel, adalah solar sel yang dipasang secara sejajar, dimana kutub positive bertemu dengan positif dan negative bertemu dengan kutub negative. Pada hubungan ini maka besarnya tegangan akan sama untuk seluruh sel yang tergabung yaitu 0,5 volt, akan tetapi nilai arus yang didapat sesuai dengan jumlah dari solar sel yang terpasang, atau dihitung dengan rumusan sebagai berikut (Ditto, Permana, Wibawa, Utomo : 2016) :

$$I_{TOT} = I_1 + I_2 + \dots\dots\dots + I_n \text{ Ampere} \dots\dots\dots(4)$$

Acculator (Aki)

Akumulator adalah komponen/alat yang berfungsi untuk menyimpan energy listrik sementara waktu. Dalam bahasa kesehariannya disebut sebagai baterai atau aki. Baterai (aki) dibuat dengan berbagai ukuran seiring dengan besarnya kemampuan daya simpan energinya. Semakin besar dari bentuk fisik baterai maka semakin besar pula daya listrik yang dapat disimpan didalamnya. Pada dasarnya struktur baterai aki tersusun dari beberapa slot (sel) yang tersusun parallel akan tetapi terhubung seri. Setiap sel dari baterai berdasar pada ketentuan internasional memiliki kapasitas tegangan 2 volt, sehingga bilamana diinginkan besarnya tegangan sebesar 12 volt, maka jumlah sel didalam sebuah baterai aki terdapat 6 buah sel yang tersusun parallel dan terhubung seri. Susunan dari sebuah baterai aki terdiri dari bahan Pb sebagai Anode dan

PbO₂ sebagai Katode, sedangkan cairan yang dipergunakan adalah asam sulfat (H₂SO₄) Struktur dari sebuah baterai aki dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Baterai

Pada baterai inilah nantinya energy dari solar sel dan energy angin untuk sementara waktu disimpan, sebelum dipergunakan untuk mensuplay ke ruang incubator. Berapa besarnya daya yang akan digunakan akan dihitung sesuai kebutuhan pemanas dan berapa lama waktu yang diperlukan.

Bola Lampu Pijar

Bola lampu pijar adalah komponen lainnya yang tidak kalah pentingnya dalam penelitian ini. Karena dari bola lampu pijar inilah rambatan panas akan didapatkan. Bola lampu pijar tidak akan sehemat dari lampu LED, mengapa penulis mengambil bola lampu pijar disbanding lampu LED, karena lampu pijar memiliki daya panas lebih baik daripada lampu LED, dan untuk penelitian ini kebutuhan panas lebih utama dibandingkan dengan kebutuhan cahayanya. Lampu pijar dari Philip yang akan digunakan sebagai pemanas incubator adalah : 15 Watt dan 25 Watt.



Gambar 5. Lampu Pijar

Automatic Trasfer Switch (ATS)

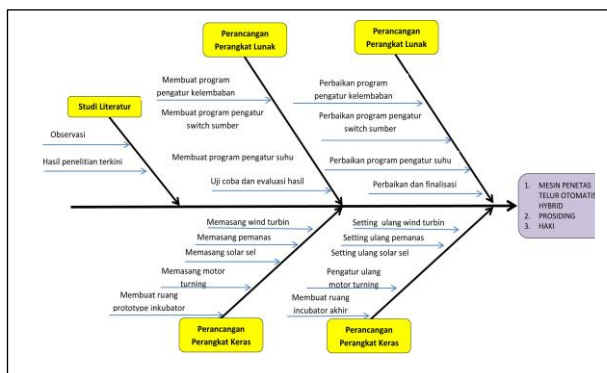
Automatic Transfer Switch adalah suatu unit yang berfungsi sebagai pengatur perpindahan penggunaan listrik dari 2 sumber yang berbeda. Pada saat pasokan daya listrik mati (dimatikan) maka unit ATS akan langsung memindahkan daya suplay dari sumber lain lainnya sesuai dengan pengaturan yang dilakukan.



Gambar 6. Automatic Transfer Switch (ATS).

III. METODOLOGI PENELITIAN DAN RANCANGAN ALAT

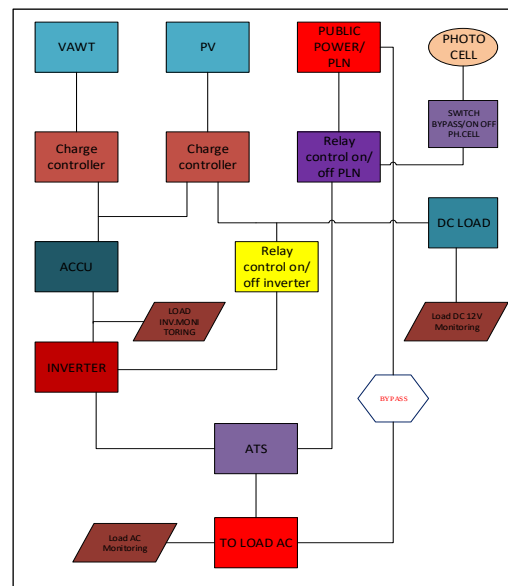
Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode perbandingan, yaitu hasil penelitian terdahulu (kekurang dan kelebihan dari hasil penelitian) dijadikan sebagai sumber acuan untuk data perancangan. Selanjutnya dilakukan observasi kepada para petani penetas telur akan perkembangan yang sudah dimiliki. Data hasil dari observasi dan studi literature dijadikan sebagai acuan perancangan mesin penetas dalam skala prototype. Setelah didapat perancangan sesuai perhitungan maka selanjutnya dilakukan pemilihan komponen (motor gearbox, modul mikrokontrol, solar sel dll) . setelah selesai rancangan prototype dibuat maka selanjutnya dilakukan uji bagian kendali untuk switching energy solar sel dan listrik PLN. Pada perancangan ini diharapkan bahwa pada siang hari seluruh energy listrik di suplay dari perangkat energy terbarukan sedangkan mulai sore hari sampai pagi suplay energy diambil dari listrik PLN, pengambil alihan (switching) akan dilakukan secara otomatis. Begitu pula pada keadaan listrik PLN mati baik siang atau malam maka suplay energy disuplay dari energy terbarukan (daya yang tersimpan dalam *accumulator*). Adapun metode yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Alur penelitian

Untuk melakukan pengendalian perpindahan listrik dari sumber daya terbarukan (matahari) dan

sumber daya listrik PLN digunakan Automatic Transfer Switch (ATS), adapun rancangan pengendalian diperlihatkan pada gambar 3.2



Gambar 8. Diagram sistem energi listrik *hybrid*

RANCANGAN ALAT

Mesin penetas telur dibuat dengan dimensi 140cmx70cmx160cm dengan menggunakan bahan holo 5cmx5cm seperti gambar 9.



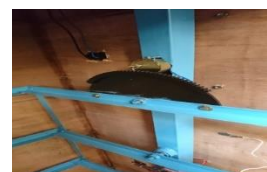
a. Pembuatan rak telur



b. Penempatan rak telur



c. Pemasangan rak & Lampu



d. Penempatan turning

Gambar 9. Mesin tetas

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini kunci utama ada pada pengendalian suhu ruang incubator, kelembaban serta pembalikan posisi telur. Hal ini dapat terlaksana dengan dukungan sumber daya yang tidak bermasalah. Dari hasil hasil uji coba, maka didapat data seperti pada table 1.

Tabel 1. Data hasil percobaan

HARI	SUHU	KELEM BABAN	ARUS	TEGANGAN	DAYA	KONS. DAYA	HASIL TETAS
1	37	76	1.45	220	319	7.7	0
2	38	73	1.46	217	316.82	7.6	0
3	39	62	1.45	219	317.55	7.6	0
4	38	63	1.44	218	313.92	7.5	0
5	38	65	1.47	220	323.4	7.8	0
6	39	65	1.46	220	321.2	7.7	0
7	38	63	1.45	220	319	7.7	0
8	38	62	1.45	217	314.65	7.6	0
9	38	60	1.43	218	311.74	7.5	0
10	39	60	1.43	218	311.74	7.5	0
11	39	60	1.44	219	315.36	7.6	0
12	38	60	1.46	217	316.82	7.6	0
13	39	60	1.45	218	316.1	7.6	0
14	39	60	1.45	220	319	7.7	0
15	38	62	1.45	220	319	7.7	0
16	38	63	1.46	220	321.2	7.7	0
17	38	64	1.44	220	316.8	7.6	0
18	39	62	1.43	218	311.74	7.5	4
19	39	60	1.44	219	315.36	7.6	13
20	38	61	1.45	218	316.1	7.6	65
21	38	61	1.45	220	319	7.7	40
	38.33	62.95	1.45	218.86	316.93	159.7	122

Sumber : data olahan

Dari data diatas didapat beberapa hasil, bahwa suhu dalam incubator rata rata sebesar 38,33°C dengan kelembaban sebesar 62,97%, menarik arus listrik rata rata sebesar 1,45 ampere dengan rata-rata tegangan 218,86 volt dan penggunaan daya rata-rata sebesar 316,93 Watt, sehingga dalam waktu 21 hari terpakai daya sebesar 159,7 kWh dengan bantuan daya dari solar sel sebesar 13,44 kWh dapat menghasilkan daya tetas telur sebesar 81,3% . Jika harga listrik per kWh untuk golongan R-1/TR 900 VA blok 3 sebesar Rp. 530,- maka biaya yang dikeluarkan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Biaya penetasan telur} &= (159,7 - 13,44) \times 530 \\ &= \text{Rp. } 77.535,-\end{aligned}$$

Perubahan pada suhu yang terjadi sangat dipengaruhi oleh salah satu lampu yang mengalami putus, sehingga suhu turun dan kelembaban akan meningkat. Kelembaban dipengaruhi oleh air yang ditempatkan dalam bak air plastik dibawah incubator.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil uji didapat hasil penetasan sebanyak 122 butir telur dari 150 butir telur yang ditempatkan maka didapat sebesar 81.3%
2. Konsumsi daya yang digunakan rata-rata sebesar 316,93 watt maka dalam sehari terpakai sebesar 7700 watt atau 7,7 kWh. Besarnya daya masukan dari Solar sel sebesar 13,44 kWh, sehingga besarnya biaya untuk penetasan telur dengan pasangan dayagolongan R-1/TR 900 VA blok 3 sebesar Rp. 77,535. Sedang pengaruh efisiensi biaya dari energi terbarukan sebesar Rp. 7.123,-
3. Penetasan maksimal terjadi pada hari ke 20 dengan jumlah telur yang menetas sebesar 43%.

SARAN

1. Pengaturan suhu dari pemanasan lampu pijar berdampak pada kematian beberapa lampu sehingga akan mempengaruhi penurunan suhu,

sebaiknya dibuat kendali lampu dengan system peredupan otomatis (*dimmer*).

2. Uji coba belum dilakukan dengan jumlah maksimal (sampai 2000 butir), sehingga prosentasi penetasan belum diketahui.
3. Untuk menghasilkan daya sebesar 320 watt maka sebaiknya menggunakan solar sel minimal 4 keping dengan kapasistas 50 WV per keeping.

DAFTAR PUSTAKA

- Laksono, A. B., Bachri, A., and Sukin, (2016) *Rancang bangun otomatisasi mesin penetas telur sistem turning berbasis mikrokontroler ATMEGA 328*, Jurnal Program Studi Teknik Elektro JE-Unisla, Vol 1, No 2.
- Ditto, Adi Permana1, Unggul Wibawa, Ir., M.Sc.2, Teguh Utomo, Ir., M. (2016). *Studi analisis pembangkit listrik hybrid (diesel- angin) di pulau karimun jawa*, repository.upi.edu, 1–8.
- Irfan, M., Maleakhi, A., Mulyana, R., & Susanto, R. (2011). *Metode Modul Sistem*, 19(9), 148–158.
- Jufril, D., & Rahmadya, B. (2015). *Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis*, (November), 1–6.
- Julianto, P. A. (2016). *Industri Peternakan Ayam Maju tetapi Peternak Rakyat Makin Terjepit*. *kompas*. Retrieved from <https://ekonomi.kompas.com/read/2016/08/04/172207326/industri.peternakan.ayam.maju.tetapi.peternak.rakyat.makin.terjepit..>
- Kundowo, R. (2018). *Pengembangan Mesin Penetas Telur Sebagai Aplikasi Materi Suhu Dan Kalor*. Thesis, UIN Raden Intan Lampung.
- Mido, A. R. (2018). Rancang bangun mesin otomatis penetas telur berbasis nodemcu dan android. *JURNAL TeknoSAINS Seri Teknik Komputer*.
- Nurhadi, I., & Puspita, E. (2009). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Omtomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Menggunakan Sensor SHT 11. Surabaya.
- Wahyudi, R. (2017). Pembuatan mesin penetas telur otomatis. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang. Padang