Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Peternakan Bebek Pintar berbasis IoT dengan Implementasi *Hybrid Power Supply* Panel Surya dan PLN

Muhammad Rasyid Annafi[1], Agus Supardi[1], Aris Budiman[1], Umi Fadlilah[1]

[1]Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57162

Email korespondensi: Muh.Rasyid.Annafi5@gmail.com

Abstrak Sektor peternakan di Indonesia memiliki permasalahan dalam operasional dan pengoptimalan energi yang berkelanjutan. Pemberian pakan dan minum secara manual banyak memakan waktu dan tenaga, tidak jarang juga ternak mengalami sakit karena suhu kandang yang kurang stabil, sehingga menghambat produktivitas ternak, sementara itu penggunaan listrik PLN sering terganggu oleh biaya operasional yang tinggi dalam pengoperasian kandang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pertenakan bebek pintar bebasis *Internet of Things* (IoT) yang diintegrasikan *hybrid power supply* antara panel surya dan PLN. Kelebihan sistem dirancang untuk pemberikan pakan, pengisian air minum, pengaturan suhu kandang, monitoring dan kontrol kondisi secara *real-time*, serta mengoptimalkan sumber daya energi dengan lebih efisien dengan melakukan pengisian baterai, nilai pengisian tertinggi di nilai daya panel 6,106 W dan daya baterai 5,226 W dengan efisien sebesar 85,57 %. Sistem menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang diintegrasikan ke sensor, diantaranya DHT22, HC-SR04, RTC, DC *voltase*, dan relay SSR. *Hybrid power supply* diimplementasikan dengan menggunakan panel surya 20 Wp, *solar charge controller*, aki 12 V, sistem transfer switch beroperasi dengan kondisi energi baterai aki. Didapatkan nilai kapasitor 2200 uf dengan kapasitas penyimpanan daya 6,1 ms untuk *transfer switch.* Penggunaan daya tertinggi di 1,19 W dengan energi 0,595 Wh dan daya terendah di 0,895 W dengan energi 7,16 Wh. Penerapan akurasi RTC dapat dicapai dengan selisih waktu 6 detik dari jadwal yang ditentukan.

Kata kunci: *IoT; Peternakan bebek pintar; Hybrid power supply; Real-time Monitoring*

PENDAHULUAN

Perternakan unggas bebek terdapat tantangan dalam pengelolaan pemeliharaan, diantaranya pada pemberian pakan, pemberian air minum, pengaturan suhu kandang serta pencahayaan. Peternak sering mendapatkan masalah pada keterlambatan pemberian pakan dan air minum, hingga cuaca dingin yang berubah secara singkat akan mempengaruhi suhu kandang yang akhirnya angka kematian ternak yang tinggi [10].

Kendala yang kerap dihadapi para peternak diantaranya sering lupa memeriksa ketersediaan pakan sehingga membuat keterlambatan dalam pemberian pakan, pemberian pakan secara teratur dan porsi yang cukup merupakan salah satu faktor penentu produksi telur bebek [9]. Faktor penentu lainnya juga disebabkan dari suhu kandang, dimana suhu yang baik antara 27-30 ˚C yang merupakan temperatur optimal yang mendukung produktivitas bebek dalam menghasilkan telur [7].

Dalam pegoperasian peternakan bebek, pemberian pakan yang teratur dan pengaturan kondisi suhu kandang yang teratur atau stabil merupakan salah satu langkah penting sehingga bisa mencegah ternak mengalami sakit [8]. Dengan pesatnya perkembangan teknologi, alat-alat otomatis telah menjadi solusi untuk membuat pekerjaan manusia lebih praktis dan efisien dan handal, maka berdasarkan permasalahan yang ada, dapat dibuat alat untuk peternakan otomatis dengan menggunakan sistem *Internet of Things (IoT)* dengan fitur pengiriman pesan melalui telegram secara *real-time* [5]. Proses pengiriman data akan dipengaruhi delay yang digunakan pada sistem [4]. Sistem ini juga meningkatkan proteksi terhadap mikro dengan menggunakan relay sebagai proteksi utama [6].

Sistem *hybrid power supply* memungkinkan peternakan untuk mengurangi dalam ketergatungan penggunaan PLN dengan mengunakan energi terbarukan dari matahari, sistem ini menggunakan relay sebagai pengalih sumber daya ke beban [2]. Dengan menggunakan sensor tegangan ke monitoring baterai untuk kondisi *transfer* [3]. Peternak dapat mengurangi biaya operasional dengan sistem tersebut. Sistem *transfer switch* dalam metode *hybrid* memastikan operasional akan secara otomatis malakukan *transfer power supply* berdasarkan kondisi ketersediaan energi [1].

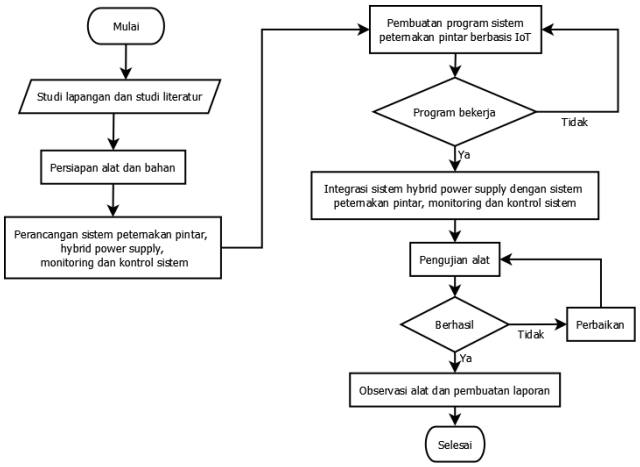
Dalam penggunaan *mikrokontroller* ESP32 yang diintergrasikan pada beberapa sensor dan aktuator dapat membantu peternak dalam mengelola perternakan yang lebih efektif dan efisien. Sistem ini dirancang untuk dapat bekerja dengan memberikan pakan, mengontrol ketersediaan air minum, mengontrol suhu kandang dengan efektif, memberikan pencahayaan peternakan dengan lebih optimal, monitoring secara *real-time*, dan pengontrolan secara otomatis. Sistem juga dirancang untuk dapat memberikan *supply* energi ke baterai dengan metode *hybrid*, dimana sistem dapat beralih antara sumber daya PLTS dan PLN. Sistem ini juga memberikan pemantauan data secara *real-time* dengan

menggunakan platform telegram, sehingga peternak bisa dapat memantau operasional dan mengoperasikan sistem melalui pesan instan.

METODE

Tahapan Penelitian

Alur pelaksanaan dapat dilihat pada Gambar 1.

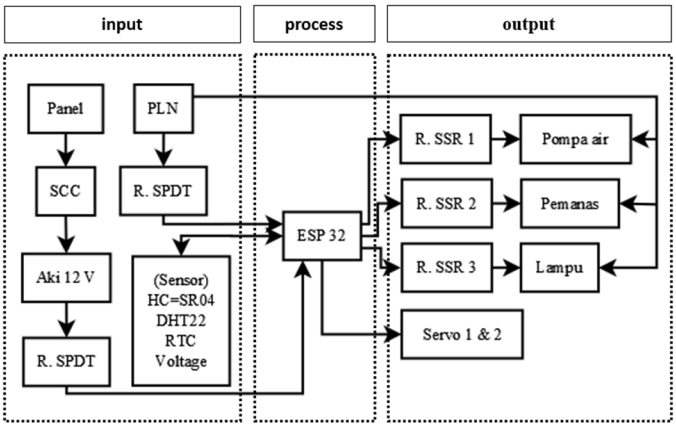


Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Pembuatan project peternakan bebek pintar berbasis IoT dengan implementasi *hybrid power supply* panel surya dan PLN menggunakan susunan seperti yang tertera pada gambar 1. Proses dimulai dari studi literatur dan perancangan sistem sebagai penentuan program sistem, tahap lanjut dengan mengintegrasikan *hybrid power supply* ke sistem dan melakukan pengujian pada area peternakan bebek.

Perancangan dan Pembuatan

Blok Sistem



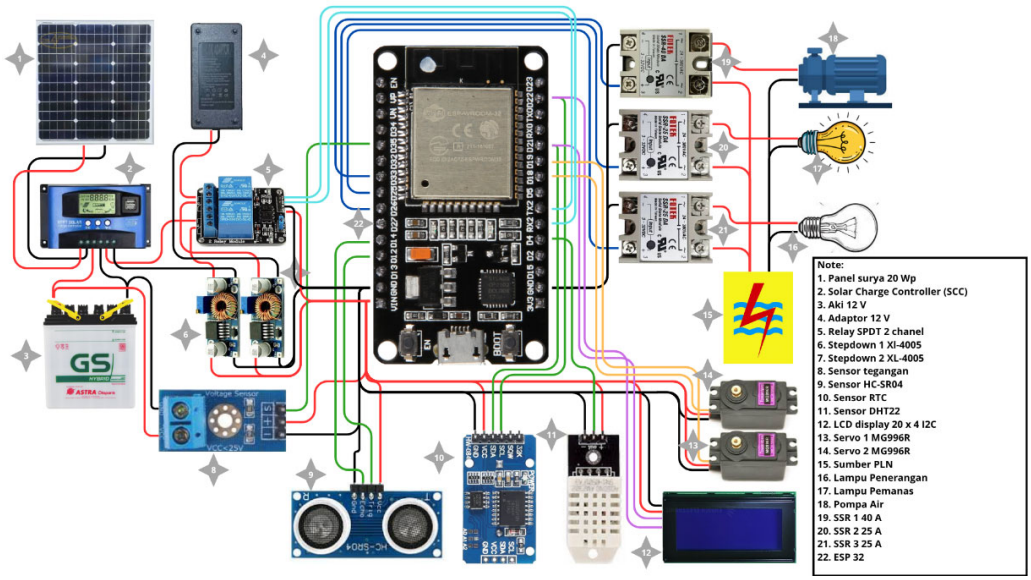
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Gambar 2 menunjukan tiga tahap bagian, diantaranya *inputan, process, dan output*. Penjelasan dari tiga bagian sebagai berikut :

- **Bagian Input**
  a. Panel surya digunakan untuk sumber inputan utama untuk daya pengisian baterai.
  b. *Solar Charger Controller* (SCC) untuk pengatur daya pengisian baterai dari panel surya, untuk menghindaari pengisian daya berlebih.
  c. Aki 12 V digunakan sebagai penyimpan daya dari panel sebelum digunakan ke beban.
  d. *Rellay Single Pole Double Throw* (R. SPDT) digunakan untuk *transfer power supply* antara sumber panel surya dan PLN sebelum digunakan beban.
  e. PLN digunakan untuk sumber daya cadangan, yang digunakan untuk cadangan sumber utama (panel surya).
  f. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi jarak ketinggian debit air minum, digunakan sebagai pengisian air minum.
  g. Sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu ruangan kandang, digunakan sebagai penghangatan ruangan.
  h. Sensor *Real-Time Clock* (RTC) digunakan untuk memberikan set waktu, digunakan sebagai pemberian pakan dan penerangan ruangan.
  i. Sensor *Voltage* untuk pembacaan tegangan dari baterai, digunakan sebagai indikator *transfer power supply.*
- **Bagian Proses**
  a. ESP32 sebagai kendali utama dalam fungsi mengatur sistem *transfer power supply* dengan menggunakan data dari sensor tegangan. Sistem pemberian pakan dengan menggunakan data dari sensor RTC dan 2 servo sebagai aktuator, sistem penerangan dengan menggunakan data dari sensor RTC, sistem pemanas dengan menggunakan data sensor DHT22, sistem pengisian air minum dengan menggunakan data sensor HC-SR04, sistem monitoring LCD display, dan sistem monitoring dengan menggunakan platform telegram secara *real-time.*
- **Bagian Output**
  a. SSR1, 2, dan 3 digunakan untuk mengontrol output, SSR memungkinkan untuk pengontrolan baban arus AC dengan menggunakan mikrokontroler arus DC.
  b. Servo 1 dan 2 digunakan sebagai aktuator dari sistem pemberian pakan.
  c. Pompa air digunakan sebagai output beban untuk sistem pengisian air minum.

d. Pemanas digunakan sebagai output beban untuk sistem penghangan suhu ruangan kandang bebek.
e. Lampu digunakan sebagai output beban untuk sistem penerangan kandang disaat malam hari.

Wiring diagram



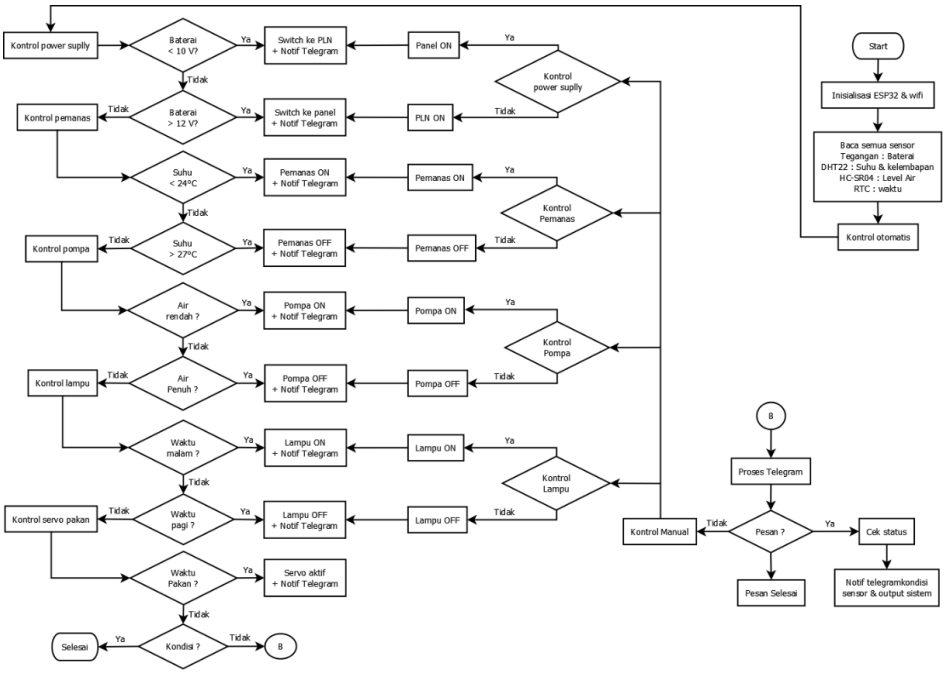
Gambar 3. *Wiring Diagram*

Pada tahap ini rancang *wiring* sesuai gambar 3 yang digunakan menampilkan komponen yang saling dihubungkan. Dimana ESP32 dihubungkan dengan sitem *transfer switch power supply* dari pin RX2 TX2, sedangkan inputan ditentukan dari pembacaan sensor tegangan dengan membaca kondisi tegangan baterai. ESP32 dihubungkan sistem pakan dan penerangan dari pin 21 22, sistem pengisian minum dari pin 12 14, sistem pemanas dari pin 4. Input ditentukan dari pembacaan sensor RTC, ultrasonik, DHT22 dengan membaca kondisi dari masing masing sensor. Sistem *hybrid power supply* menggunakan sumber PLN dan panel, sumber PLN dengan menggunkan adaptor 12 V dan diturunkan ke 5 V oleh *stepdown* sebelum ke beban. Sumber panel menggunakan SCC untuk pengaturan *charging* aki dan penerus sumber ke baban.

Flowchart Sistem

Sistem menampilkan alur kerja sistem yang berjalan pada peternakan bebek pintar seperti yang tertampil pada gambar 4 Proses dimulai dari inisialisasi

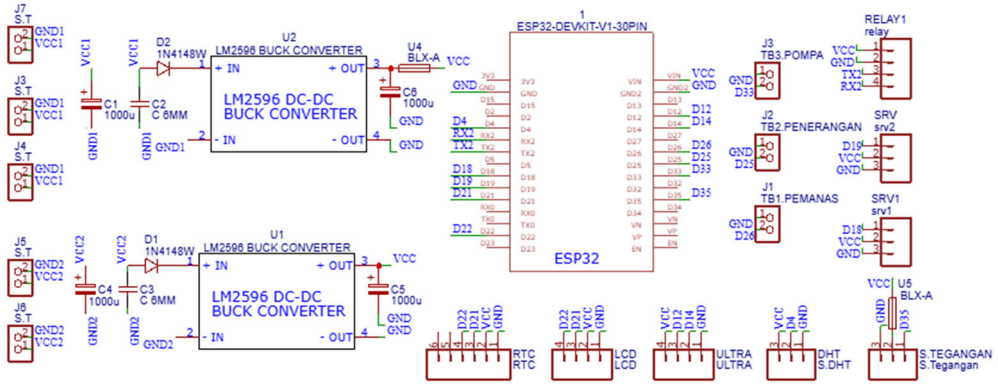
mikrkontroller dan sensor inputan yang digunakan, sistem menjalankan kontrol otomatis output dengan menggunakan data dari sensor. Pertama-tama, sistem *hybrid power supply* bekerja berdasarkan kondisi baterai, sistem pemanas bekerja berdasarkan kondisi suhu, sistem pegisian air minum bekerja berdasarkan kondisi level air, selanjutnya sistem penerangan dan sistem pakan bekerja berdasarkan kondisi waktu. Output akan mengontrol komponen dan memberikan notifikasi melalui platform telegram. Selain mode otomatis, sistem menyediakan mode monitoring dan kontrol manual yang dapat diakses melalui telegram, monitoring dan kontrol dilakukan dengan mengirimkan pesan singkat. Monitoring akan menampilkan kondisi dari data sensor dan output komponen, sedangkan kontrol manual akan menampilkan pemilihan pesan pengontrolan output sistem *power supply*, sistem pemanas, sistem pengisian air, dan sistem penerangan.



Gambar 4. *Flowchart* Sistem

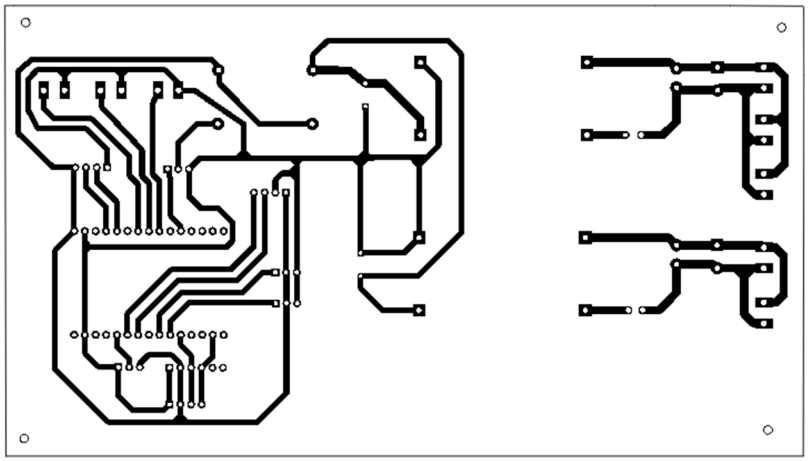
Desain Elektrikal

Elektrikal dibuat dalam bentuk PCB (Papan Circuit Cetak) yang di desain menggunakan *software* EasyEDA dengan merancang desain skematik seperti ditunjukan gambar nomor 5, berfungsi untuk memberikan keterangan jalur hubungan antara komponen yang akan digunakan sebelum dicetak dalam bentuk PCB.



Gambar 5. Skematik PCB

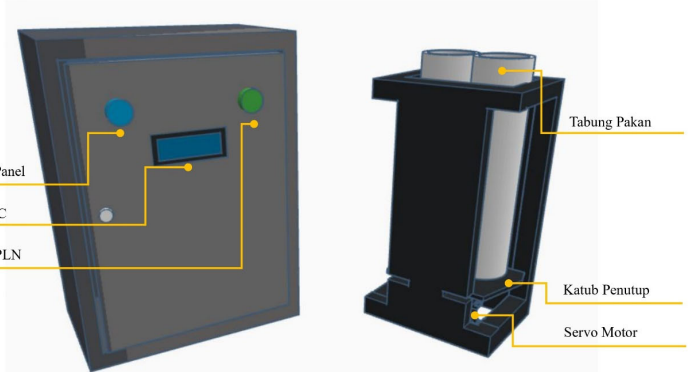
Pada desain *layout* pada gambar 6 menampilkan tampak bawah, dimana terlihat pada sisi bawah terdapat garis yang menghubungkan antara kaki-kaki komponen yang digunakan seperti umumnya VCC, GND dan pin ke mikroprosesor.



Gambar 6. Design *layout PCB*

Desain Mekanik

Tahapan ini merancang bentuk fisik alat dalam bentuk dua dimensi. Rancang gambar akan memberikan kemudahan dalam merancang bangun alat untuk meminimalisir ketidaksesuaian ukuran dan untuk keperluan memotong box panel dan kayu sehingga petetakan komponen di box panel dan penyusunan kerangka sistem pakan hanya tinggal disusun sesuai gambar. Desain ini memiliki 2 gambar, yaitu box panel untuk peletakan sistem utama dan gambar untuk sistem pakan seperti gambar 7.



Gambar 7. Desaind 2D

Pengujian Sistem

Setelah proses perancangan dan pembuatan alat selesai, tahap yang perlu dilakukan selanjutnya adalah pengujian alat. Tahap ini merupakan fase krusial dimana uji coba komponen, fitur, fisik dan program alat akan diuji secara keseluruhan operasional untuk memastikan bahwa alat sudah bekerja sesuai dengan spesifikasi dan perancangan yang diharapkan. Pengujian meliputi sistem *hybrid power supply* disaat *transfer switch* ke sumber yang berbeda. Pengujian sistem penghangat ruangan dengan menggunakan lampu pemanas berdasarkan data suhu ruangan. Pengujian sistem pengisian air munum dengan menggunakan pompa air berdasarkan data level air. Pengujian sistem penerangan dengan menggunakan lampu penerangan berdasarkan kondisi waktu. Pengujian sistem pakan dengan menggunakan servo motor berdasarkan kondisi waktu. Pengujian terahir sistem monitoring dan kontrol dengan menggunakan platform telegram. Pengujian ini dilakukan untuk menyempurnakan sistem alat sehingga jika terdapat eror, kontrol manual berbasis telegram bisa digunakan sebagai solusi pertama sebelum perbaikan sistem.

Pengambilan Data dan Analisis

Tahap analisis data adalah langkah krusial dalam proses penelitian. Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan menggunakan berbagai metode teknik pengumpulan akan diproses dan disajikan untuk membantu menjawab pertanyaan penelitian. Analisis data melibatkan pemisahan, perhitungan, dan pengkajian data agar dapat diinterprestasikan menjadi informasi yang relevan. Dalam pengambilan data dan analisis menggunakan beberapa perhitungan sebagai berikut:

Nilai Kinerja Hybrid Power Supply

$$Efesiensi = \frac{P_{Masuk_baterai}}{P_{panel}} \times 100\ \% \qquad (1)$$

Transfer switch akan bekerja otmatis disaat tegangan baterai < 10 V & > 12,5 V. Efesiensi pengisian dapat dihitung dengan menggunakan rumus 1.

Nilai Level Air

$$Tinggi\ air = Tinggi\ kolam - \text{jarak pembacaan} \quad (2)$$

Sensor HC-SR04 menentukan debit level air dengan menggunakan rumus nomor 2. Pompa akan beroperasi di saat ketiggian air < 10 cm dan stop di ketinggian > 25 cm.

Nilai Konsumsi Energi

$$E = V \times I \times t \quad (3)$$

Data konsumsi energi dihitung dengan menggunakan rumus nomor 3, energi dihitung dalam beberapa kondisi, disaat ESP32 + sensor aktif, servo aktif, pompa aktif, dan pemanas aktif.

Pembuatan Laporan

Tahap pembuatan laporan ini terdiri dari mengenai alur proses pembuatan dan perancangan alat, serta memasukan hasil dari penelitian yang didapatkan dari pelaksanaan pegujian alat yang kemudian dibuat dalam bentuk laporan.

HASIL

Realisasi Alat

Perancangan Hardware Dan Elektronika

Gambar 8. Realisasi alat berdasarkan desain

Gambar 8 merupakan realisasi desain yang sudah dibuat, menggunakan bahan boks panel ukur panjang 30 cm, lebar 18 cm, dan tinggi 40 cm. Boks dilakukan penyesuaian kembali untuk pemasangan sensor RTC, sensor tegangan, dan komponen elektronika di dalamnya. Area dalam boks juga terdapat terminal yang digunakan sebagai penghubung tegangan AC 220 V. Terdapat juga sumber *power supply* dari PLN dan sumber aki sebagai sistem *hybrid power supply* mikrokontroller.

Gambar 9. Realisasi Rangkaian Elektronika

Rancangan elektronika pada Gambar 9 dibuat berdasarkan desain *wiring diagram* sistem pada Gambar 3. Pada papan PCB, terdapat konektor *molex* berfungsi sebagai penghubung antara papan PCB yang berisi mikrokontroller dengan sensor digunakan dalam sistem. Pada sistem ini terdapat *power supply* PLN dan aki 12 V yang digunakan sebagai sumber, modul *stepdown* digunakan untuk menurunkan tegangan menjadi 5 V yang digunakan sebagai catu daya mikrokontroler dan sensor yang dipakai. Kontrol lampu indikator menggunakan sumber dari masing masing *power suplly*, sedangkan kontrol tegangan AC 220 V menggunakan SSR dengan kapasitas 25 A untuk kontrol pemanas dan penerangkan dan kapasitas 40 A untuk kontrol pompa.

Perancangan *Software*

Aplikasi arduino IDE

Aplikasi Arduino IDE digunakan sebagai aplikasi untuk memrogram ESP32, karena apliasi Arduino IDE merupakan software untuk menulis kode dan sebagai penghubung program dari komputer ke perangkat keras mikrokontroler. Gambar 10 menunjukan tampilan program menggunakan software Arduino IDE.

```
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <RTClib.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <time.h>

const char* ssid = "TREMBIS";         //nama wifi
const char* password = "135790TMS_1"; //pasword wifi

// Konfigurasi NTP
const char* ntpServer = "pool.ntp.org";
const long gmtOffset_sec = 25200;     // GMT+7 untuk Indonesia (7*3600 detik)
const int daylightOffset_sec = 0;     // Tidak menggunakan daylight saving time

#define BOTtoken "7067495646:AAH6cn5oKZcISaJ8dQPbbfnE0zREIl5BNg8" //token bot telegram
#define CHAT_ID "1426035148"                                      //ID chat telegram pengguna
#define LINE Serial.println("========================================")
#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT22

int botRequestDelay = 1000;   //jeda pengecekan pesan
unsigned long lastTimeBotRan; //save waktu terakhir

WiFiClientSecure client;                    //membuat klien wifi aman
UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, client); //membuat objek bot telegram
```

Gambar 10. Aplikasi Arduino IDE

Aplikasi Telegram

Telegram digunakan sebagai aplikasi pemantauan jarak jauh. Terdapat dua menu utama yaitu cek status dan kontrol manual. Data yang dihasilkan sensor akan dikirimkan ke telegram dengan menggunakan bot pesan singkat pada pilihan menu cek status. Pesan singkat juga memungkinkan untuk memberikan pengontrolan sistem dengan pilihan menu kontrol manual, menu ini menyediakan pengontrolan terhadap sistem *power supply*, sistem lampu, sistem pemanas, dan sistem pompa. Telegram ini dapat diakses melalui *website* dan aplikasi *smartphone*. Gambar 11 merupakan tampilan aplikasi telegram yang ada di *smartphone*.

Gambar 11. Aplikasi Telegram

Hasil Pengujian Alat

Hasil pengujian sistem secara menyeluruh diantaranya pengujian sistem *hybrid power supply* untuk sumber mikrokontroler, dengan menggunakan 2 sumber berbeda, sistem ini memungkinkan penggunaan sumber cadangan jika sumber utama mengalami masalah dengan melakukan *switching power supply*. Pengujian data spesifikasi komponen, dengan melakukan pengecekan antara sistem dengan melakukan pengujian sesuai peroperasian sistem. Pengujian pada akurasi waktu RTC di sistem penjadwalan pakan dan sistem penerangan, sehingga set waktu akan menentukan sistem beroperasi. Pengujian pada data suhu ruangan kandang, sehingga kondisi suhu ruangan akan menentukan sistem pemanas mulai beroperasi. Pengujian level air minum, sehingga level air akan menentukan sistem beroperasi. LCD akan menampilkan data pembacaan sensor mulai dari suhu, kelembapan, level air, waktu, dan tegangan baterai. Telegram digunakan untuk monitoring serta kontrol sistem disaat beroperasi secara *real-time*, sistem monitoring menampilkan status suhu, kelembapan, ketinggian air, tegangan baterai, kondisi lampu, kondisi pemanas, kondisi pompa, status sumber daya, dan waktu saat ini.

Pengujian Data *Hybrid Power supply*

Sensor *DC voltage* digunakan dalam sistem dengan diprogram dengan 2 kondisi. Dimana jika kondisi tegangan kurang adalah jika tegangan < 10 V, dan kondisi tegangan cukup jika tegangan > 12 V. Sumber akan dipilih dari 2 kondisi tersebut, disaat kondisi pada tegangan kurang, sumber akan otomatis *switching* dari Baterai ke PLN. Sumber akan kembali switching ke sumber utama disaat kondisi tegangan cukup terpenuhi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Data *Hybrid Power Supply*

WAKTU	TEGANGAN PANEL (V)	TEGANGAN BATERAI (V)	ARUS PENGISIAN BATERAI (A)	DAYA KE PANEL (W)	DAYA KE BATERAI (W)	EFESIENSI (%)	STATUS SUMBER DAYA	STATUS SWITCHING
06.00	3,2	12,6	0,042	0,134	0,529	0	Panel	Tidak
07.00	8,8	12,6	0,112	0,985	1,411	0	Panel	Tidak
08.00	13,8	12,8	0,210	2,898	2,688	92,73	Panel	Tidak
09.00	12,84	12,7	0,152	1,951	1,930	98,97	Panel	Tidak
10.00	13,23	13,2	0,245	3,241	3,234	99,69	Panel	Tidak
11.00	14,13	13,6	0,305	4,309	4,148	96,27	Panel	Tidak
12.00	16,24	13,9	0,376	6,106	5,226	85,57	Panel	Tidak
13.00	14,22	13,8	0,342	4,863	4,719	96,91	Panel	Tidak
14.00	14,02	13,6	0,323	4,528	4,392	97,12	Panel	Tidak
15.00	13,4	13,3	0,141	1,889	1,875	99,25	Panel	Tidak
16.00	13,07	13,0	0,131	1,712	1,703	99,29	Panel	Tidak

17.00	12,85	12,7	0,011	0,14 1	0,139	98,58	Panel	Tidak
18.00	2,2	12,5	0	0	0	0	Panel	Tidak
19.00	0	12,5	0	0	0	0	Panel	Tidak
20.00	0	12,5	0	0	0	0	Panel	Tidak
21.00	0	12,4	0	0	0	0	Panel	Tidak
22.00	0	12,4	0	0	0	0	Panel	Tidak
23.00	0	12,4	0	0	0	0	Panel	Tidak
24.00	0	12,4	0	0	0	0	Panel	Tidak
01.00	0	12,4	0	0	0	0	Panel	Tidak
02.00	0	12,3	0	0	0	0	Panel	Tidak
03.00	0	12,3	0	0	0	0	Penel	Tidak
04.00	0	12,2	0	0	0	0	Panel	Tidak
05.00	0	12,2	0	0	0	0	Panel	Tidak

Tabel 1 merupakan hasil pengujian data *hybrid power supply* yang menunjukan penggunaan suber daya utama (panel surya) berhasil digunakan selama 24 jam dengan mengunakan baterai. Baterai akan mendapatkan sumber dari panel surya untuk mengisi daya dari pukul 08.00 – 17.00, dengan batas energi tersebut, pengsian daya dapat dilakukan kurang lebih selama 9 jam. Berdasarkan data tersebut pengisian memasuki puncak pada puku 12.00, dengan tegangan panel 16,24 V, tegangan baterai 13,9 V, arus pengisian baterai 0,376 A, daya ke panel 6,106 W, daya ke baterai 5,266 W, dan efesiensi sebesar 85,57 %. Nilai pada pengisian terhadap waktu berbeda karena pengaruh intensitas cahaya ke panel, sehingga pada pukul 18.00 – 07.00 panel tidak bisa menyuplai energi ke baterai dikarenakan kurangnya intensitas cahaya. Sampel perhitungan daya ke panel, daya ke baterai, dan efesiensi sebagai berikut:

Daya ke panel

$$P_{\text{panel}} = V_{\text{panel}} \times I$$
$$P_{\text{panel}} = 16{,}24 \times 0{,}376 = 6{,}106 \text{ Watt}$$

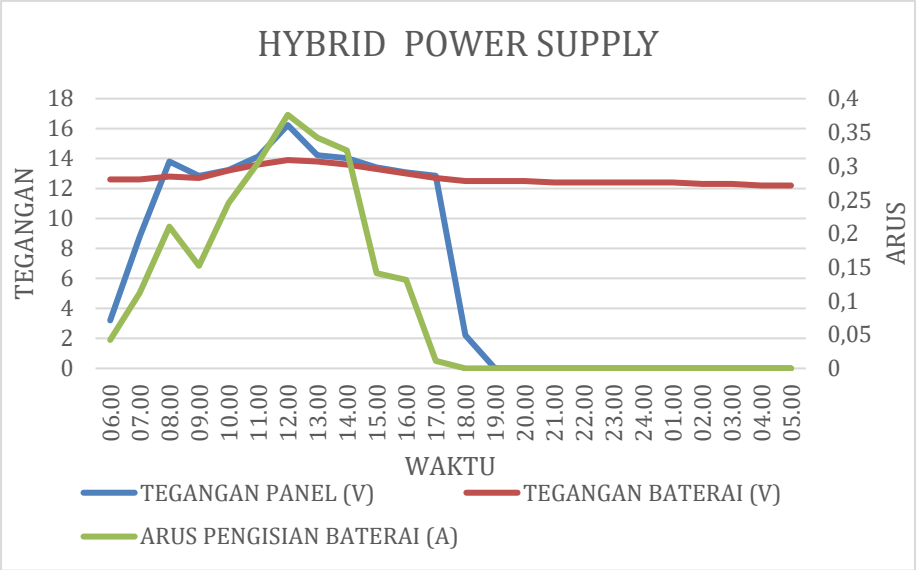
Daya ke baterai

$$P_{\text{baterai}} = V_{\text{baterai}} \times I$$
$$P_{\text{baterai}} = 13{,}9 \times 0{,}376 = 5{,}226 \text{ Watt}$$

Efesiensi

$$\text{Efesiensi} = \left(\frac{P_{\text{baterai}}}{P_{\text{panel}}}\right) \times 100\%$$
$$\text{Efesiensi} = \left(\frac{5{,}226}{6{,}106}\right) \times 100\% = 85{,}57\%$$

Berdasarkan data percobaan pada Tabel 1, maka perbandingan tegangan baterai dan tegangan panel dengan arus pengisian baterai dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik H*ybrid Power Supply*

Grafik pada Gambar 12 merupakan garfik perbandingan antara tegangan panel, tegangan baterai, dan arus pengisian baterai terhadap waktu. Data menunjukkan bahwa tegangan baterai disaat tersuplai dari panel, kondisi tegangan bisa mencapai 13,9 V, sedangkan disaat panel berhenti menyuplai baterai, baterai menyuplai beban tanpa pengisian dengan tegangan kerja di 12 V sampai mendapat sumber panel kembali. Kondisi ini memungkinkan baterai digunakan pada batas aman selama 24 jam tanpa melakukan *switching* ke sumber cadangan (PLN).

Tabel 2. Pengujian kapasitor *transfer switch*

Kapasitor (µF)	C (F)	I (A)	V_0– Vf (V)	Waktu Bertahan (ms)	*Switching* (Aman / Tidak)
470	0,00047	0,18	0,5	1,3	Tidak
1000	0,001	0,18	0,5	2,7	Tidak
2200	0,0022	0,18	0,5	6,1	Aman

Keterangan simbol pada tabel:

C (F) : Nilai kapasitansi dalam Farad (konversi dari µF).

I (A) : Arus beban yang diuji, sebesar 0,18 Ampere

$V_0 - Vf$ (V) : Penurunan tegangan selama *switching*, sebesar 0,5 Volt

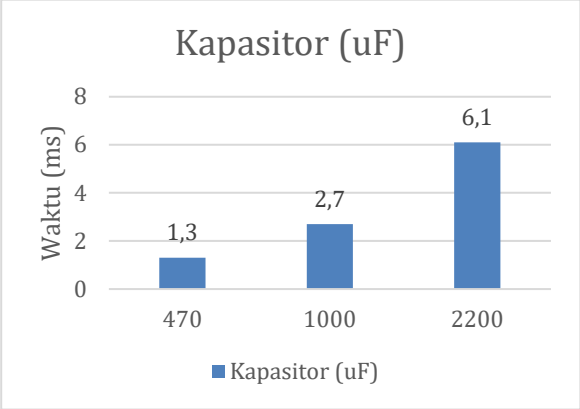
Tabel 2 merupakan perbandingan perhitungan kapasitor yang digunakan pada sistem *transfer switch.* Sistem ini memerlukan sumber cadangan yang digunakan untuk suplai mikrokontroller disaat *transfer* yang bertujuan agar sistem selalu mendapat suplai tanpa putus. Spesifikasi data pada relay diperlukan *delay switching* 5 – 10 ms, sehingga diperluknya kapasitor dengan waktu bertahan yang memadai. Dari data pengujian, didapatkan untuk waktu aman di kapasitor 2200 uf dengan nilai waktu bertahan 6,1 ms. Sampel perhitungan nilai waktu bertahan kapasitor sebagai berikut :

Nilai waktu kapasitor

$$t = \frac{C \times (v_0 - v_F)}{I} =$$

$$t = \frac{0{,}0022 \times 0{,}5}{0{,}18} = \frac{0{,}0011}{0{,}18} = 6{,}1\ ms$$

Berdasarkan data percobaan pada tabel 2, maka perbandingan kapasitor dengan hasil waktu dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Nilai Waktu Kapasitor

Grafik pada Gambar 13 merupakan grafik pengujian nilai waktu kapasitor, didapatkan nilai waktu kapasitor sebagai *switching* dengan waktu 6,1 ms pada nilai kapasitor 2200 uf. Penggunaan kapasitor 2200 uf cocok digunakan untuk *switching* dengan nilai arus rata rata 0,18 A.

Pengujian Data Spesifikasi Komponen

Pengujian Data spesifikasi komponen menggunakan tegangan input 5 V dengan rata rata arus mencapai 0,18 A/jam. Pengujian dilakukan secara bertahap terhadap kinerja sistem sesuai jadwal waktu, dengan melakukan pengukuran tegangan dan arus dari komponen yang bekerja selama bergantian sesuai set perintah yang diberikan. Hasil pemantauan sistem dan pengukuran dilanjutkan dengan perhitungan nilai daya, energi dalam (Wh), dan energi dalam (mAh). Data hasil dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Data Spesifikasi Kompoenen

WAKTU	KOMPONEN AKTIF	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	DURASI (JAM)	DAYA (W)	ENERGI (Wh)	ENERGI (mAh)
06.00 – 06.30	ESP32 + Sensor + Pakan 1 ON + Penerangan + Pemanas	5	0,275	0,5	1,03	0,688	137,5
06.30 – 07.00	ESP32 + Sensor + Pompa	5	0,186	0.5	0,93	0,465	93
07.00 – 15.00	ESP32 + Sensor	5	0,179	8	0,895	7,16	1.432
15.00 – 15.30	ESP32 + Sensor + Pakan 2 ON	5	0,198	0,5	0,99	0,495	99
15.30 – 17.30	ESP32 + Sensor	5	0,179	2	0,895	1,79	358
17.30 – 18.00	ESP32 + Sensor + Pakan 1 OFF + Pakan 2 OFF + Penerangan + Pemanas	5	0,238	0,5	1,19	0,595	119
18.00 – 22.00	ESP32 + Sensor + Penerangan	5	0,186	1	0,93	0,93	186
22.00- 22.00	ESP32 + Sensor + Penerangan +Pemanas	5	0,193	0,5	0,965	0,483	96,5

Tabel 3 merupakan data perhitungan nilai daya dan energi terhadap kinerja waktu. Dari tabel tersebut didapatkan nilai data arus di beban kecil di 0,179 A dengan penggunaan komponen ESP32 + sensor pada renggang waktu selama 10 jam. Sedangkan penggunaan arus pada beban puncak di nilai 0,238 A dengan pengunaan komponen ESP32 + sensor + pakan 1 + pakan 2 + pemanas + penerangan pada renggang waktu selama 0,5 jam. Sampel perhitungan daya (W), energi (Wh), energi (mAh) sebagai berikut:

Daya (W)

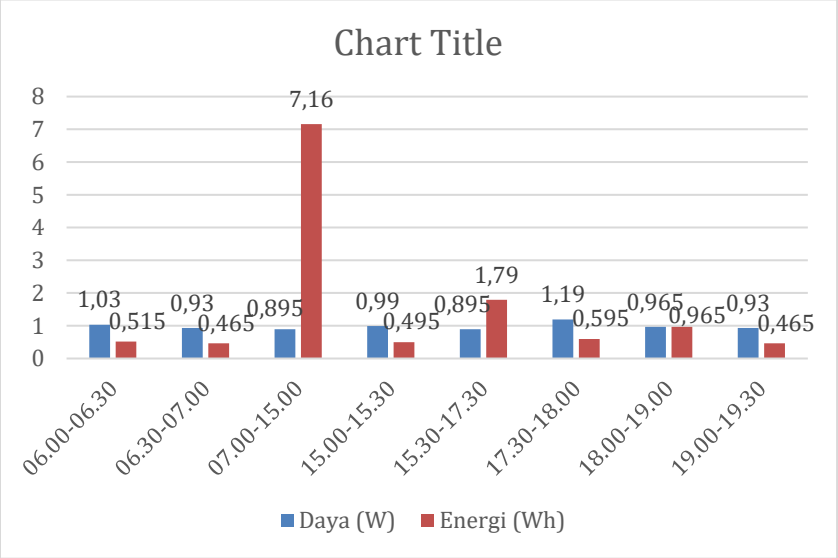
$$W = V \times I$$
$$W = 5 \times 0{,}238 = 1{,}19 \text{ W}$$

Energi (Wh)

$$E = W \times t$$
$$E = 1{,}19 \times 0{,}5 = 0{,}595 \text{ Wh}$$

Energi (mAh)

$$Q = I \times t \times 1000$$
$$Q = 0{,}238 \times 0{,}5 \times 1000 = 119\ mAh$$



Gambar 14. Grafik Daya dan Energi

Gambar 14 merupakan grafik perhitungan nilai daya dan energi terhadap waktu operasional. Dalam percobaan ini dapat diketahui untuk penggunaan daya tertinggi di 1,19 W dengan nilai energi 0,595 Wh pada penggunaan pukul 17.30-18.00. sedangkan untuk penggunaan daya terendah di 0,895 W dengan nilai energi 7,16 Wh pada penggunaan pukul 07.00-15.00.

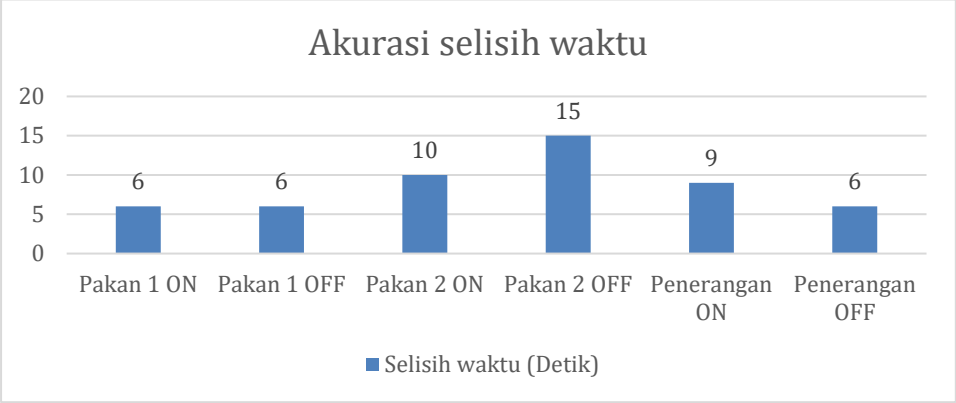
Pengujian Data Akurasi Waktu RTC Di Sistem Pakan Dan Penerangan

Sensor *Real-Time Clock* (RTC) digunakan untuk memberikan set waktu secara akurat dalam perhitungan jam, menit, dan detik. Penggunaan metode *Network Time Protocol* (NTP), bertujuan untuk sinkronisasi waktu perangkat dengan server waktu global melalui koneksi internet dengan menggunakan wifi. Pengujian dilakukan untuk mencari selisih waktu dengan set waktu yang ditentukan. Data hasil dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian akurasi waktu

KERJA SISTEM	JADWAL WAKTU	WAKTU AKTIF	SELISIH (DETIK)	STATUS SIKRON RTC (YA/TIDAK)
Servo pakan 1 ON	06.00	06.00.06	6	Ya
Servo pakan 1 OFF	18.00	18.00.06	6	Ya
Servo pakan 2 ON	15.00	15.00.10	10	Tidak
Servo pakan 2 OFF	18.01	18.00.15	15	Tidak
Penerangan ON	06.30	06.30.09	9	Tidak
Penerangan OFF	17.30	17.30.06	6	Ya

Tabel 4 merupakan hasil pengujian akurasi selisih waktu yang dilakukan pada sistem pakan dan penerangan, sistem dengan RTC sinkron menunjukan akurasi selisih lebih baik dengan nilai selisih sebesar 6 detik.



Gambar 15. Grafik Akurasi Waktu Operasional

Gambar 15 merupakan grafik selisih waktu antara set waktu RTC dengan kerja operasional. Dalam percobaan ini, disaat RTC sinkron selisih waktu operasional di angka 6 detik, sedangkan disaat sistem mengalami ketidak sinkronan RTC, maka selisih waktu akan lebih lebar di 9 detik - 15 detik.

Pengujian sistem Level Air Minum

Sensor HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian debit air dalam satuan cm. Sistem ini menggunakan motor pompa AC yang dikontrol dengan menggunakan mikrokontroller, terdapat dua kondisi yang akan menentukan jalanya sistem operasi, dengan kondisi kurang, pada nilai level air <15 cm akan menghidupkan pompa dan kondisi penuh >35 cm akan mematikan pompa. Penentuan ketinggian air ditentukan dengan menggunakan rumus perhitungan:

Ketinggian Air

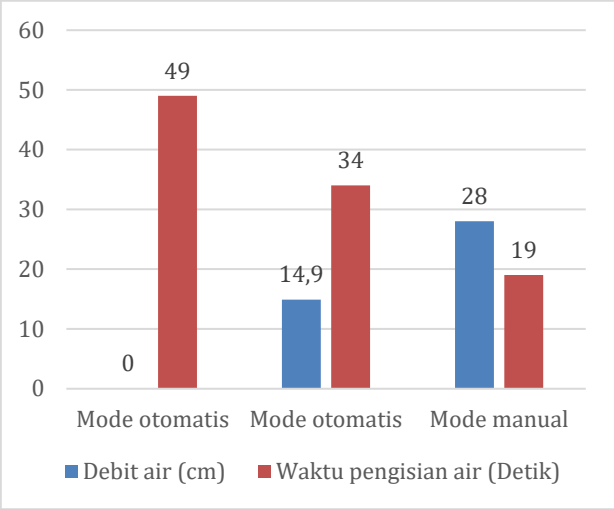
$$\text{Ketinggian air} = \text{ketinggian sensor} - \text{jarak baca sensor}$$

Penentuan ketinggian air memberikan nilai pada kondisi output pompa pada sistem otomatis. Data hasil dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Pengisin Level Air

WAKTU	KETINGGIAN (CM)	STATUS POMPA	LAMA POMPA AKTIF	KETERANGAN
06.36.00	15	ON	34	Air habis, pompa on otomatis
06.36.15	35	OFF	0	Air penuh, pompa off otomatis
06.18.00	28	ON	19	Air setengah, pengisian on kontrol manual
06.18.19	35	OFF	0	Air penuh, pompa off otomatis

Tabel 5 merupakan hasil pengujian sistem level air, pengujian dilakukan dalam mode otomatis dan kontrol manual, pada sistem otomatis menunjukan bahwa pembacaan kondisi level air bisa digunakan sebagai kontrol pompa dengan melakukan pengisian di ketinggian mulai dari 15 cm. Dalam sistem kontrol manual, pengisian bisa dilakukan tanpa harus menunggu ketinggian debit air mencapai habis. Berdasarkan tabel 5, grafik pengisian dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Grafik Pengisian Level Air

Gambar 16 merupakan grafik pengisian air yang membandingkan debit air dan waktu pengisian air. Debit ketingian akan mempengaruhi lama waktu pengisian air. Pengujian di mode otomatis pengisian akan dilakukan jika ketinggian debit pada posisi kurang, sedangkan mode manual bisa dijalankan tanpa perlu menunggu air pada posisi kurang, pengisian akan otomatis berhenti bila kondisi cukup terpenuhi.

3.2.5. Pengujian Sistem Penghangat Ruangan

Sensor DHT22 digunkan untuk mengukur intensitas suhu dan kelembapan runagan. Sistem ini menggunakan pemanas yang dikontrol dengan menggunakan mikrokontroller, terdapat 2 kondisi yang akan menentukan jalanya sistem operasi, dengan kondisi suhu minimum dengan nilai < 27 ˚C yang akan menghidupkan pemanas dan kondisi suhu maksimum > 30 ˚C yang akan mematikan pemanas. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 6.

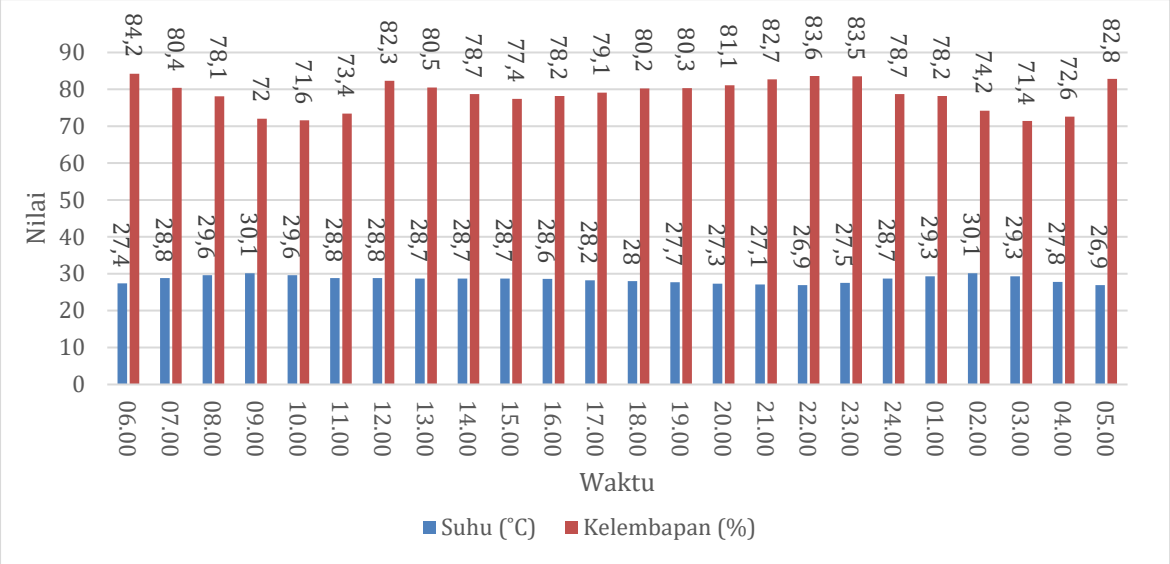
Tabel 6. Pengujian Sistem Peghangat Ruangan

Waktu	Suhu (˚C)	Kelembapan (%)	Status Pemanas (ON/OFF)
06.00	27,40	84,20	ON

07.00	28,80	80,40	ON
08.00	29,60	78,10	ON
09.00	30,10	72,00	OFF
10.00	29,60	71,60	OFF
11.00	28,80	73,40	OFF
12.00	28,80	82,30	OFF
13.00	28,70	80,50	OFF
14.00	28,70	78,70	OFF
15.00	28,70	77,40	OFF
16.00	28,60	78,20	OFF
17.00	28,20	79,10	OFF
18.00	28,00	80,20	OFF
19.00	27,70	80,30	OFF
20.00	27,30	81,10	OFF
21.00	27,10	82,70	OFF
22.00	26,90	83,60	ON
23.00	27,50	83,50	ON
24.00	28,70	78,70	ON
01.00	29,30	78,20	ON
02.00	30,10	74,20	OFF
03.00	29,30	71,40	OFF
04.00	27,80	72,60	OFF
05.00	26,90	82,80	ON

Tabel 6 merupakan hasil pengujian sistem penghangat ruangan, dalam percobaan selama 24 jam sistem akan mennyalakan pemanas selama 2 kali dengan waktu sekitar 4 jam untuk menghangatkan ruangan. Disaat pukul 02.00 pemanas akan off sekitar 3 jam dikarenakan suhu sudah mencapai maksimum, dan menyala kembali pada pukul 04.00. sedangkan pemanas di waktu siang pada pukul waktu 09.00 - 21.00 dalam kondisis off

ikarenakan suhu tidak mencapai minimum. Grafik pembacaan suhu dan kelambapan terhadap waktu dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Grafik Suhu dan Kelembapan

Gambar 17 merupakan grafik sistem penghangat ruangan yang membandingkan nilai suhu dan kelembapan terhadap waktu. Grafik menunjukan bahwa sistem pemanas hidup selama 2 kali dengan renggang waktu 4 jam, pemanas pertama hidup di pukul 22.00 dengan suhu 26,9 ˚C dan kelembapan 83,6 %. Pemanas hidup ke dua kali di pukul 05.00 dengan suhu 26,9 ˚C dan kelembapan 82,8 %. Pemanas akan off disat suhu sudah mencapai 30,1 ˚C di pukul 09.00 dan 02.00.

PEMBAHASAN

Pengujian alat sistem IoT *hybrid power supply* dilakukan dengan ujicoba sistem pada peternakan bebek, pengujian meliputi sistem pemanas, sistem penerangan, sistem pengisian air, sistem pakan, sistem *hybrid power supply*, dan sistem monitoring. Terdapat parameter suhu, kelembapan, jarak ketinggian air, waktu, dan tegangan baterai yang dapat dilihat pada LCD I2C. Terdapat juga untuk parameter status suhu, kelambapan, ketinggian air, tegangan baterai, kondisi lampu, pemanas, pompa, sumber daya, dan waktu yang dapat dipantau pada telegram dan bagi pemilik dapat memantau secara real-time melalui platform telegram.

KESIMPULAN

Rancang bangun sistem peternakan pintar berbasis IoT *hybrid power supply* ini telah selesai dan dapat bekerja sesuai dengan rancangan penulis. Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancang bangun sistem peternakan pintar berbasis IoT *hybrid power supply* berhasil direalisasikan.
2. Sistem *transfer switch* pada *hybrid power supply* berhasil digunakan, sistem dapat beroperasi secara otomatis dengan menggunakan monitoring kondisi baterai dan beroperasi secara menual dengan dikontrol dengan menggunakan aplikasi telegram.
3. Sistem *transfer switch* dapat beroperasi dengn menggunkan kapasitor dengan nilai 2200 uf, dengan hasil perhitungan nilai penyimpanan daya selama 6,1 ms pada nilai rata rata arus 0,18 A.
4. Sistem pengisian baterai dengan menggunakan panel suya berhasil direalisasikan, ujicoba sistem menghasilkan daya panel 6,106 W dan daya baterai 5,226 W dengan efesiensi sebesar 85,57 %.
5. Pengujian data komponen dapat diketahui untuk penggunaan daya tertinggi di 1,19 W dengan nilai energi 0,595 Wh pada penggunaan pukul 17.30-18.00. sedangkan untuk penggunaan daya terendah di 0,895 W dengan nilai energi 7,16 Wh pada penggunaan pukul 07.00-15.00.
6. Penerapan akurasi waktu RTC pada sistem pakan dan penerangan berhasil digunakan, sistem beroperasi secara otomatis dengan nila akurasi + 6 detik disaat sinkron NTP.
7. Sistem pengisian air minum dengan menggunakan sensor HC-SR04 berhasil digunakan, sistem beroperasi secara otomatis dengan melakukan pengukuran kondisi debit air dan beroperasi secara manual dengan dikontrol dengan menggunakan aplikasi telegram.
8. Sistem penghangat ruangan dengan menggunakan sensor DHT22 berhasil digunakan, sistem beroperasi secara otomatis dengan mengukur intensitas suhu dan kelembapan, sistem juga dapat beroperasi secara manual dengan dikontrol dengan menggunnakan aplikasi telegram.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat saran untuk mengembangkan sistem peternakan pintar berbasis IoT *hybrid power supply*, yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan kapasitas aktuator sistem pakan, sehingga sistem dapat bekerja di kapasitas peternakan yang lebih besar.

2. Penambahan fitur kontrol manual untuk pemberian pakan, sehingga pakan dapat aktif selain set waktu RTC.
3. Penambahan komponen elektronika pendukung untuk melindungi sistem dari arus balik dari kedua sumber.
4. Penambahan sistem step up pada elektronika unntuk mendukung kinerja sensor jika digunakan dalam jangkauan yang lebih lebar.
5. Penambahan mikrokontroller sangat disarankan untuk meringankan kerja dari ESP32.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan kesehatan sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Peternakan Bebek Pintar Berbasis IoT Dengan mplementasi *Hybrid Power Supply* Panel Surya Dan PLN. Penulis menyadari bahwa proses dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih sebesar besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala kesehatan, kemudahan dan segalanya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberi do'a, dukungan materi dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Agus Supardi, S.T., M.T., sebagai pembimbing Tugas Akhir ini yang selalu memberikan arahan dan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Kepada teman-teman yang telah membersamai dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Terima kasih kepada Robot Research terkhusus tim KRI (Kontes Robot Indonesia) yang telah memberikan banyak pengalaman dan sebagai wadah pengembangan ilmu yang didapatkan di bangku perkuliahan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Widodo, E. Wahyuningsih, and Y. G. Adhiyoga, "Solar Panel Power Generator with Automatic Charging using PWM System based on Microcontroller," *J. Infotel*, vol. 16, no. 1, pp. 199–225, 2024, doi: 10.20895/infotel.v16i1.1075.

[2] W. Audia, Mairizwan, R. Anshari, and Yulkifli, "Automatic Transfer Switch Solar Cell Inverter System Based on Android Application," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2309,

no. 1, pp. 262–274, 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2309/1/012026.

[3] I. Wahyudi, E. Kurniawan, and ..., "Pembangkit Hibrida Panel Surya Dan Lintasan Catu Pln," *eProceedings …*, vol. 8, no. 1, pp. 25–33, 2021, [Online]. Available: https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/14250/14034

[4] B. Kusumo, "Simulasi Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ayam Dan Monitoring Suhu Kandang," *J. Syst. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 192–203, 2024, doi: 10.61628/jsce.v5i2.1278.

[5] N. A. Zainab, N. Shafie, S. M. Sam, M. Z. Adam, and A. Azizan, "Real-Time Temperature and Humidity Monitoring Testing Approach in Poultry Farm Article history," *Open Int. J. Informatics*, vol. 10, no. 2, 2022.

[6] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. R. Said, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 151–162, 2021, doi: 10.29408/jit.v4i2.3562.

[7] R. Lingga, S. Adibrata, S. G. Putri, A. D. Sari, and J. Jeniver, "Performa Bebek Petelur yang Dibudidayakan pada Skala Rumah Tangga di Pekarangan Rumah yang Diberi Pakan Berprobiotik," *J. Peternak.*, vol. 20, no. 2, p. 65, 2023, doi: 10.24014/jupet.v20i2.19271.

[8] H. Hilmansyah, G. Purwanto, R. Irawati, and T. W. Wishjnuadji, "Pakan Ternak Otomatis Dan Monitoring Suhu Kandang Berbasis Internet Of Things," *Pros. Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 381–390, 2023.

[9] F. Friendly, Harizahayu, S. Prayudani, and Z. Sembiring, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pemberi Pakan Otomatis Berbasis Iot Pada Umkm Kampung Ternak Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara," *SWARNA J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 3, pp. 365–371, 2022, doi: 10.55681/swarna.v1i3.143.

[10] C. P. W. Cahyono, "Perancangan Sistem Automasi Kandang Bebek Pintar Berbasis IoT (Internet of Things)," *Univ. Balikpapan*, vol. 16, no. 2, p. 8, 2021, [Online]. Available: http://repository.uniba-bpn.ac.id/2209/%0Ahttp://repository.uniba-bpn.ac.id/2209/1/Putut Wahyu Cahyono.pdf