

Perancangan Sistem Kontrol & Monitoring Berbasis IoT Pada Irigasi Pertanian Bawang Merah Menggunakan Pembangkit Listrik Hybrid

¹Rizqi Cahyo M Putra, ²Irmalia Suryani Faradisa, ³Alfarid Hendro Yuwono S

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia

¹rizqicahyo01@gmail.com, ²irmaliafaradisa@yahoo.com, ³alfaridhendroyuwono@lecturer.itn.ac.id

Abstract — *Pembangkit listrik hybrid merupakan pembangkit listrik gabungan dari kedua pembangkit listrik energi baru terbarukan, seperti halnya PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) yang digabungkan. Kedua pembangkit listrik ini mampu menggantikan peran dari pembangkit listrik fosil yang saat ini masih sering digunakan. Penggunaan dari kedua pembangkit ini sangat cocok digunakan di area pertanian, dengan adanya pembangkit listrik ini maka para petani dapat memanfaatkan energi baru terbarukan (EBT) yang ada saat ini dengan jumlah potensinya sebesar 3.686 gigawatt(GW). Untuk menambah efisiensi dari penggunaan pembangkit hybrid ini maka dapat ditambahkan sistem untuk memonitoring dan mengontrol pembangkit hybrid yang ada dan juga area pertanian nantinya. Sistem monitoring dan controllingnya adalah berbasis Internet of Thing (IoT). Parameter yang nantinya di monitoring adalah tegangan, arus, daya yang dihasilkan pembangkit lalu untuk monitoring area pertanian adalah suhu dan kelembapan. Beban yang dikontrol adalah pompa air irigasi pertanian. Komponen pendukung sistem ini sangat banyak diantaranya, panel surya 50Wp, kincir angin, sensor tegangan, sensor arus INA219, sensor DS18B20, sensor YL-69, dan sensor irradiasi BH1750.*

Kata Kunci – *Pembangkit Hybrid, Internet of Thing (IoT), Irigasi*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang sangat melimpah, seperti energi surya, bayu, hidro, bioenergy, panas bumi dan juga laut yang total potensinya 3.686 gigawatt(GW), sedangkan kapasitas pembangkit listrik yang terpasang di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 81,2 gigawatt[Rida Mulyana]. Masyarakat Indonesia saat ini masih sangat bergantung pada listrik PLN dimana listrik-listrik tersebut masih menggunakan pembangkit listrik konvensional yang berbahan bakar fosil. Hal

tersebut dikarenakan biaya investasi energi terbarukan terlalu mahal, sehingga masyarakat tetap berkeinginan mendapatkan listrik PLN karena lebih murah [1].

Padahal penggunaan energi terbarukan di Indonesia sebagai salah satu alternatif untuk meminimalkan kerusakan lingkungan sebagai dampak kegiatan eksploitasi [2]. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) adalah contoh pengembangan dari pemanfaatan energi terbarukan. Penerapan penggunaan PLTS dan PLTB sangat cocok jika digunakan pada konsep pertanian cerdas yang berada pada daerah dengan keadaan berangin dan mendapat intensitas cahaya yang baik. Daerah di Jawa Timur yang memiliki iklim yang berangin dan mendapat intensitas cahaya yang cukup adalah Nganjuk, hal ini dikuatkan oleh pernyataan Soni Fahruri selaku Tenaga Ahli VII DPR RI “Misalnya Nganjuk dikenal sebagai kota angin maka dapat mengangkat Nganjuk sebagai kota listrik bayu”. Konsep penggabungan kedua pembangkit atau PLTH (Pembangkit Listrik Hibrida) ini sangat cocok pada berbagai sektor seperti sektor pertanian, potensi unggulan yang ada di Kabupaten Nganjuk adalah komoditas tanaman bawang merah[Sekda Yasin], selain itu menurut BPS Provinsi Jawa Timur Nganjuk menempati posisi pertama penghasil bawang merah tercatat pada tahun 2021 sebesar 1.936.524 kuintal dan tahun 2022 sebesar 1.939.881 kuintal. Kendala yang dihadapi oleh para petani adalah di sistem pengairan area pertanian, dimana area pertanian yang jauh dari sumber air membuat petani tersebut akan lebih ekstra untuk menyediakan air dengan menggunakan tenaga badannya agar area pertaniannya mendapatkan pengairan yang pas, bagi para petani yang bermodal akan menjalankan usahanya dengan memanfaatkan listrik PLN

menarik kabel listrik sangat panjang. Kedua hal tersebut sangat tidak efektif dan efisien, sehingga untuk sistem pengairan lahan pertanian dengan pompa membutuhkan energi terbarukan seperti PLTS dan PLTB agar produksi pertanian meningkat dan tidak membahayakan para petani [3]. Selain meningkatkan produksi, manfaat yang didapatkan dengan menggunakan Pembangkit Listrik Hibrida adalah sistem ini dapat dipindahkan dengan mudah sesuai keinginan para petani.

Pemanfaatan sistem pembangkit listrik hibrida ini sangat efisien dalam menjalankan usaha pertanian. Untuk lebih efisien maka pembangkit listrik hibrida tersebut harus memiliki sistem monitoring tegangan, arus dan dayanya [4]. Maka dari itu penelitian ini merancang sebuah sistem agar dapat dimonitoring dan dicontrolling melalui sistem internet of things (IoT) menggunakan aplikasi ThinkSpeak sebagai software monitornya. Cara kerjanya adalah Internet of Things akan berkomunikasi dengan sensor dan data akan dikirim untuk diolah dan ditampilkan secara realtime yang berarti data akan berubah setiap detik secara real [4]. Hal ini dapat mempermudah para petani untuk memonitoring sistemnya melalui jaringan internet. Selain monitoring pembangkit listriknya petani juga dapat melakukan monitoring keadaan lahan pertanian dan mengontrol beban yang tersedia berupa pompa air untuk mengairi lahan pertaniannya ketika dibutuhkan air. Sistem ini dapat dimanfaatkan pada area pertanian yang sangat banyak mendapatkan angin dan intensitas matahari yang pas. Sehingga kemudian di rumuskan masalah dari penelitian ini adalah perancangan sistem yang sesuai dengan permasalahan diatas.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka, perumusan masalah yang akan diangkat penulis adalah :

1. Bagaimana perancangan sistem yang mempermudah petani untuk memonitoring dan mengontrol sistem pertaniannya dengan berintegrasi IoT menggunakan pembangkit listrik hybrid?
2. Bagaimana pemakaian daya terhadap beban pompa air irigasi pertanian?

C. Tujuan

Adapun tujuan dari sistem ini dibuat yaitu sebagai berikut :

1. Membangun sistem monitoring dan controlling pada irigasi pertanian yang berintegrasi IoT menggunakan pembangkit listrik hybrid
2. Mengukur besar pemakaian daya untuk pompa air irigasi pertanian

II. KAJIAN PUSTAKA

Kondisi Lahan Pertanian Bawang Merah

Pada beberapa kasus tertentu kondisi lahan pertanian bawang merah yang sangat baik adalah kondisi tanah yang memiliki kelembapan sebesar 60% keatas, sehingga ketika keadaan kelembapan tanah berada dibawah angka tersebut maka harus dilakukan penyiraman agar kelembapan tanah tetap terjaga [5]. Bawang merah merupakan salah satu jenis komoditas pertanian yang tidak banyak membutuhkan air dalam masa tumbuhnya sehingga pada penyiraman bawang merah hanya dilakukan sebanyak 2x pada awal pertumbuhan dan penyiraman 1 kali setelah itu.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan pembangkit listrik photovoltaic, dimana pembangkit ini mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik [5]. Cara kerja PLTS adalah saat panel surya menangkap radiasi matahari bukan panas matahari, radiasi hanya bisa didapatkan dari pagi sampai sore hari..

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Pembangkit listrik tenaga bayu merupakan pembangkit yang menggunakan energi angin untuk menghasilkan listrik. Cara kerja PLTB adalah mengkonversi energi kinetik angin menjadi energi listrik menggunakan turbin angin dan generator.

Rectifier AC to DC

Rectifier atau penyearah merupakan rangkaian yang berguna untuk mengubah sinyal listrik bolak balik (AC) menjadi sinyal listrik searah (DC), rangkaian penyearah ini menggunakan diode sebagai komponen utamanya.

Sensor Tegangan

Modul Sensor tegangan 25V DC memiliki prinsip yang dapat disebut dengan pembagi tegangan resistif, dimana dapat membuat tegangan input 5 kali lebih kecil, jika tegangan input analog Arduino sampai 5v maka tegangan yang dideteksi memiliki nilai maksimal sebesar $5V \times 5 = 25V$.

Sensor arus INA219

Modul Sensor Arus INA219 merupakan sensor yang tidak hanya dapat mengukur arus, melainkan sensor ini dapat mengukur tegangan dengan jenis tegangan dan arus DC yang dapat diukur oleh sensor ini.

Solar Charger Controller

Solar Charger Controller merupakan alat elektronik yang berguna untuk mengatur arus listrik yang masuk ke baterai atau saat pengecasan baterai tersebut, SCC hanya digunakan oleh panel surya dengan sistem off grid.

Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital one wire atau bisa disebut hanya membutuhkan 1 pin sebagai jalur data komunikasinya, DS18B20 memiliki seri 64 bit yang berarti kita dapat menggunakan beberapa sensor pada bus daya yang sama.

Sensor YL-69

Soil Moisture merupakan salah satu jenis sensor untuk mengukur atau mendeteksi kelembapan tanah sekitar yang dapat diakses melalui mikrokontroler seperti Arduino, esp dan lain-lain. Sensor ini dimanfaatkan pada sistem pertanian, perkebunan, hidroponik dan lainnya. Jenis sensor kelembapan ini adalah YL-69, digunakan pada sistem penyiraman otomatis atau untuk memantau kelembapan tanah

Sensor BH1750

Sensor BH1750 merupakan modul sensor irradiasi matahari dengan antarmuka bus I2C. IC ini sangat cocok untuk mendapatkan data cahaya ambien, rentangan resolusi sekitar 16-bit.

ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang terintegrasi memiliki fitur lengkap dan kinerja tinggi, mikrokontroler ini pengembangan dari modul ESP8266. Mikrokontroler ESP32 memiliki 2 prosesor komputasi yaitu prosesor jaringan WiFi dan Bluetooth, serta prosesor menjalankan aplikasi, dilengkapi juga dengan memori RAM yang cukup besar untuk menyimpan data.

ESP8266

ESP8266 atau biasa disebut NodeMCU merupakan sebuah mikrokontroler seperti Arduino tetapi modul ESP ini memiliki lebih banyak fungsi dan lebih powerful, dan modul ini dapat digunakan untuk membuat alat berbasis IoT (Internet of Things).

Thingspeak

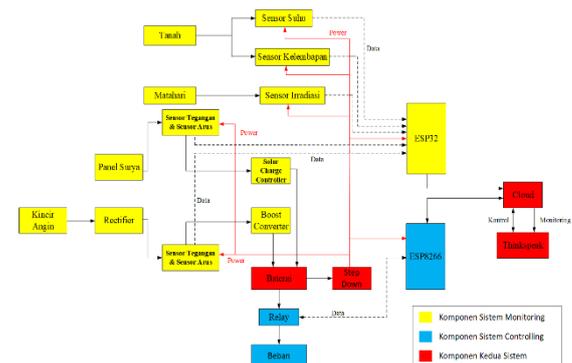
Thingspeak dapat digunakan secara open source yang berfungsi untuk menjalankan aplikasi dan API (Application Programming Interface). Data yang dikirimkan pada Thingspeak dapat disimpan dan diambil dengan berbagai perangkat menggunakan Hypertext Transfer Protocol (HTTP) dan harus menggunakan koneksi internet atau Local Area Network (LAN).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab perancangan alat ini akan dijelaskan mengenai komponen-komponen pendukung yang digunakan untuk merancang sistem monitoring dan controlling berbasis IoT pada irigasi pertanian menggunakan pembangkit listrik hybrid. Perancangan sistem ini terdapat 2 rancangan yaitu Rancangan hardware dan juga rancangan software, seperti berikut ini :

Konsep Perancangan Alat

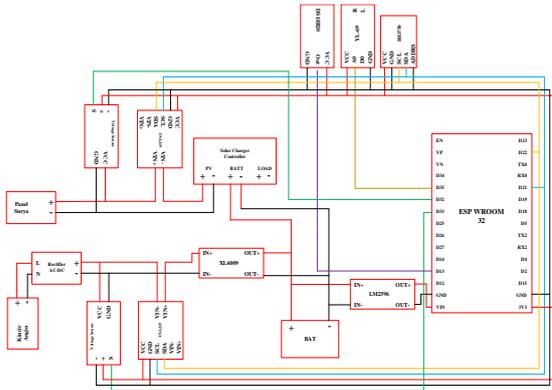
Konsep perancangan alat ini merupakan bagian dimana penulis merancang sebuah sistem monitoring dan kontrol yang digabungkan menjadi satu diagram blok sistem.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Rancangan hardware alat pada penelitian ini terdapat 2 sistem, yaitu berupa sistem monitoring dan juga sistem controlling. Pada komponen sistem monitoring dapat dilihat pada warna kuning dan merah diatas, dimana sistem monitoring diatas merupakan monitoring pembangkit Hybrid yaitu PLTS dan PLTB, monitoring tanah pertanian dan monitoring irradiasi matahari. Pada sistem monitoring ini terdapat beberapa komponen diantaranya yaitu, Panel dan Kincir sebagai sumber energi atau pembangkit, untuk PLTB harus melalui rectifier agar sinyal AC dapat diubah menjadi DC kemudian kedua sumber tegangan dan arus dari pembangkit Hybrid diukur oleh sensor tegangan DC sensor arus INA219, kemudian setelah diukur tegangan dan arus PLTS masuk ke SCC dan untuk tegangan dan arus PLTB masuk ke Boost Converter. Kedua komponen tersebut sebagai modul charger baterai, selain itu terdapat beberapa sensor yaitu sensor soil moisture sebagai pengukur kelembapan tanah, ditambah sensor suhu sebagai pengukur suhu tanah pertanian, terdapat juga sensor irradiasi matahari, pada sistem ini juga terdapat step down 5v sebagai supply dari sensor dan juga esp32 yang menjadi mikrokontroler dalam sistem ini, esp32 juga sebagai pengolah data yang kemudian dikirim ke cloud untuk dapat di monitor pada software Thingspeak. Sedangkan pada sistem controlling terdapat beberapa jenis komponen diantara baterai sebagai supply step down 5v dan juga supply beban, terdapat relay sebagai skalar beban (pompa air), step down 5v sebagai supply esp8266 yang merupakan mikrokontroler untuk mengolah data dan dikirimkan pada cloud yang diteruskan ke software Thingspeak untuk dilakukan controlling.

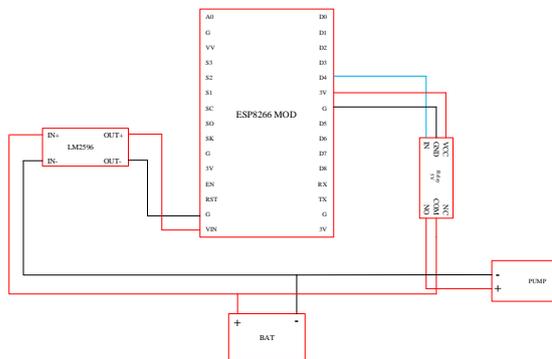
A. Skematik Sistem Monitoring



Gambar 2. FlowChart proses Training

Didalam perangkat sistem monitoring diatas terdapat beberapa komponen diantaranya sebagai berikut, Panel Surya sebagai modul pembangkit listrik tenaga surya, Kincir Angin sebagai modul pembangkit listrik tenaga bayu, Rectifier sebagai pengubah sinyal AC menjadi DC dari PLTB, Sensor Tegangan DC, Sensor Arus INA219 dan MAX417, Solar Charger Controller sebagai modul charger PLTS ke baterai, Boost converter sebagai penaik tegangan dari Rectifier, Baterai (Aki) merupakan penyimpanan untuk dapat menjalankan beban dan sistem, Modul Step down 5V, Modul ESP32 sebagai mikrokontroler yang dapat terhubung ke jaringan wifi untuk mengirimkan data yang diterima, Sensor Irradiasi BH1750, Sensor Suhu DS18B20, Sensor Soil Moisture. Sistem monitoring ini berguna untuk memonitoring pembangkit listrik hybrid melalui sensor tegangan dan arus, selain itu untuk memonitoring keadaan tanah dan matahari kemudian data dikirim menggunakan ESP32 menggunakan sistem IoT (Internet of Things) ke software Thingspeak.

B. Skematik Sistem Kontrol



Gambar 3. FlowChart Proses Prediksi

Pada perangkat sistem controlling terdapat beberapa komponen yang terdiri dari Baterai/Aki yang digunakan sebagai penyimpanan energi cadangan dan sebagai supply sistem maupun beban (pompa air), Step down 5v sebagai penurun tegangan dari 12V ke 5V untuk mensupply ESP8266 sebagai mikrokontroler dari relay yang

membutuhkan supply tegangan 3.3V dari ESP8266, Relay sebagai saklar dari beban Pompa air dimana pompa air ini sebagai alat irigasi pertanian. Sistem ini berjalan dengan cara thingspeak akan mengirimkan data berupa 0 (mati) dan 1 (hidup) melalui cloud ke ESP32 yang kemudian akan mengontrol relay sesuai keadaan yang diberikan sehingga pompa air dapat dikontrol melalui software Thingspeak dengan Internet of Things.

C. Desain Fisik Alat



Gambar 4. Skematik Pengolah Citra

Desain alat sistem monitoring dan controlling diatas berupa box X6 yang didalamnya terdapat beberapa komponen yaitu, sensor tegangan dc, sensor arus MAX471, ESP32, ESP8266, step down, dan relay. Untuk bagian luar dari box ini terdapat saklar sebagai ON/OFF dari sistem, led indicator sebagai penanda bahwa sistem menyala atau mati, terminal block sebagai penghubung untuk kabel data sensor eksternal ke ESP32 sebagai controller dari sensor-sensor eksternal, meliputi sensor suhu DS18B20, Soil Moisture Sensor, Sensor Irradiasi BH1750, selain itu terdapat juga terminal jack banana sebagai penghubung dari pembangkit PLTS dan PLTB, supply 12V, dan supply 5V.

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Pada bab pembahasan mengenai perancangan sistem monitoring dan controlling terdapat beberapa sub bab pembahasannya, dari hasil sistem yang dibuat akan ditampilkan hasilnya pada bab ini, berikut sub-sub babnya :

A. Hasil Pengujian Sensor dan Kalibrasi

Pada sub bab pembahasan kali ini adalah perbandingan nilai dari sensor yang digunakan dalam sistem dan juga alat ukur sebenarnya yang dipakai pada umumnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai error yang dihasilkan dari perbandingan kedua sistem pengukuran tersebut.

Rumus dari nilai error sebagai berikut :

$$\left| \frac{\text{nilai dari alat ukur} - \text{nilai dari sensor}}{\text{nilai dari alat ukur}} \right| \times 100 \quad (1)$$



Gambar 5. Sensor Tegangan dan Multimeter

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian ke -	Sensor Tegangan (V)	Multimeter (V)	Selisih Sensor dan Multimeter	Nilai Error (%)
1	13,42	13,32	0,1	0,75%
2	11,95	11,98	0,03	0,25%
3	11,64	11,73	0,09	0,77%
4	24,39	24,21	0,18	0,74%
5	22,88	23,12	0,24	1,04%

Pada tabel pengujian diatas terlihat bahwa rata-rata nilai error dari selisih pengujian sensor tegangan dan multimeter sebesar 0,71%, pengujian sensor tegangan ini menggunakan berbagai jenis suplai tegangan mulai dari PLTS, Power supply 12V dan juga power supply 24V.



Gambar 6. Sensor Arus dan Multimeter

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Arus Ina219

Pengujian ke -	Sensor INA219 (A)	Multimeter (A)	Selisih Sensor dan Multimeter	Nilai Error (%)
1	0,208	0,21	0,002	0,95%
2	0,52	0,52	0	0
3	0,98	0,975	0,005	0,51%
4	1,01	1,02	0,01	0,98%
5	1,43	1,42	0,01	0,70%

Pada pengujian diatas merupakan data sensor arus INA219 dengan rata-rata nilai error pengujian dari sensor tersebut sebesar 0,63%. Sehingga sensor ini cocok digunakan. Pengujian sensor dilakukan dengan beban berupa lampu LED, pengecasan baterai.



Gambar 7. Sensor YL-69 dan Hygrometer

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor YL-69

Pengujian ke -	Sensor YL-69 (%)	Alat Ukur Hygrometer (%)	Selisih Sensor dan Alat Ukur	Nilai Error (%)
1	54%	52%	2	3,85%
2	79%	74%	5	6,76%
3	87%	84%	3	3,57%
4	91%	89%	2	2,25%
5	93%	89%	4	4,49%

Dari hasil pengujian keduanya antara Sensor YL-69 dengan alat ukur hygrometer dapat dilihat bahwa rata-rata nilai error yang di hasilkan dari selisih keduanya sebesar 4,18%. Data diatas diambil saat keadaan tanah yang berbeda jika persentase rendah maka tanah dalam keadaan kering dan sebaliknya ketika persentasenya besar maka tanah basah.



Gambar 8. Sensor DS18B20 dan Hygrometer

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Ds18b20

Pengujian ke -	Sensor DS18B20 (°C)	Alat Ukur Hygrometer (°C)	Selisih Sensor dan Alat Ukur	Nilai Error (%)
1	28,05	27,52	0,53	1,93%
2	27,25	26,80	0,45	1,68%
3	27,31	26,60	0,71	2,67%
4	27	27,41	0,41	1,5%
5	26,87	27,44	0,57	2,08%

Dari data hasil pengujian sensor DS18B20 dengan hygrometer diatas dapat dilihat selisih atau perbedaan hasil dari keduanya, dengan nilai rata-rata presentase errornya sebesar 1,97%. Data diambil saat keadaan tanah belum disiram dan setelah disiram sehingga menampilkan perbedaan yang signifikan.



Gambar 9. Sensor BH1750 dan Luxmeter

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Bh1750

Pengujian ke -	Sensor BH1750 (lux)	Alat Ukur Luxmeter (lux)	Selisih Sensor dan Alat Ukur	Nilai Error (%)
1	673,33	689	15,67	2,27%
2	564	572	8	1,40%
3	343,83	351	7,17	2,04%
4	75,83	77	1,17	1,52%
5	64,17	66	1,83	2,77%

Dari hasil pengujian sensor BH1750 dengan perbandingan alat ukur lux meter didapatkan hasil nilai error sebesar 2% rata-ratanya. Pengujian tersebut dilakukan dengan keadaan lingkungan cukup cahaya dan tempat yang sedikit gelap

B. Konfigurasi Perangkat Sistem dengan Thingspeak

Konfigurasi Mikrokontroler ke software Thingspeak dapat dibedakan melalui jenisnya, software thingspeak dapat diatur sebagai penerima maupun pengirim datanya, sehingga dalam pengkoneksiannya membutuhkan beberapa komponen penting sebagai berikut :

1. Channel ID

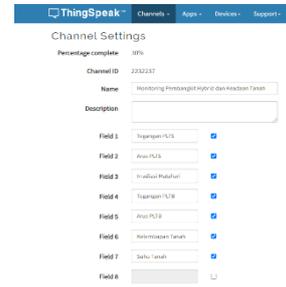
Channel ID merupakan channel number yang digunakan untuk dapat mengetahui channel yang dihubungkan, channel ID berisi angka yang kemudian di inputkan kepada Program di Arduino IDE menjadi myChannelNumber, hal tersebut dilakukan agar Arduino IDE dapat terkoneksi dengan channel Thingspeak yang telah dibuat.

2. APIKeys

APIKeys merupakan kunci agar dapat masuk ke data Thingspeak, dimana kepanjangan API adalah Application Programming Interface. API Key pada thingspeak terdapat 2 jenis, Read API Key dan Write API Key. Fungsi dari kedua API Key berbeda, Read API Key untuk pembacaan data dari Thingspeak ke mikrokontroler maupun perangkat lainnya, sedangkan Write API Key sebagai API Key pengiriman data ke Thingspeak. API Key berisi angka dan huruf, pada API Key sendiri dapat di perbarui jika dirasa API Key tidak dapat berjalan dengan baik atau sudah terekspos oleh orang lain. Hal ini agar data pada thingspeak dapat terjaga kerahasiannya (Private).

3. Fields Thingspeak

Fields Thingspeak merupakan bagian dalam Thingspeak yang memunculkan nilai yang kita inginkan dari sebuah mikrokontroler maupun perangkat lainnya, disini fields thingspeak dapat dikatakan sebagai monitor untuk memantau nilai yang akan ditampilkan, pada fields ini dapat berupa grafik maupun angka.



Gambar 10. Tampilan Setting Thingspeak

C. Hasil Monitoring Pembangkit Hybrid

Hasil percobaan sistem monitoring pada pembangkit hybrid dibedakan menjadi 2 yaitu pengujian pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pengujian pada pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Dari hasil pengujian tersebut didapatkan data-data seperti tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh kedua pembangkit tersebut, berikut hasil pengujiannya :

Sistem Monitoring PLTS

Monitoring PLTS 50Wp dilakukan untuk mengambil data tegangan dan arus yang dihasilkan oleh pembangkit untuk melakukan pegecasan terhadap baterai maupun digunakan secara langsung oleh beban. Berikut adalah data yang dihasilkan pada tanggal 29 Desember 2023 :

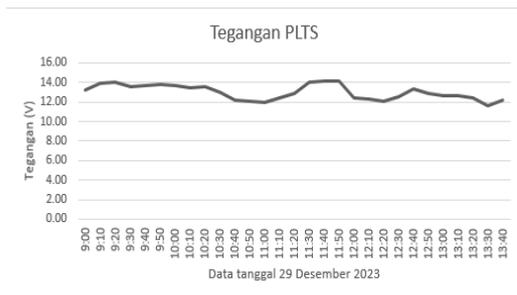


Gambar 11. Pengujian Monitoring PLTS 50Wp

Tabel 6. Hasil Pengujian Plts 50wp

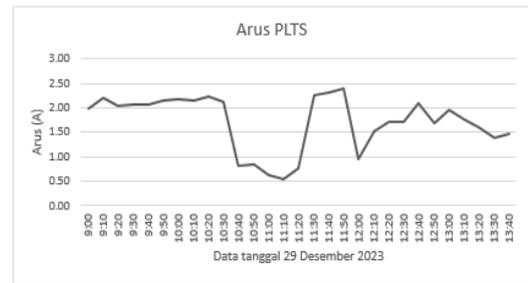
Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Lux (Ix)
9:00	13.18	1.98	26.03	47418.33
9:10	13.92	2.21	30.71	52844.16
9:20	14.02	2.04	28.54	49510.00
9:30	13.60	2.07	28.16	49028.33
9:40	13.68	2.08	28.40	50406.66
9:50	13.78	2.15	29.66	51752.50

10:00	13.74	2.18	29.91	53111.66
10:10	13.50	2.16	29.16	52283.33
10:20	13.57	2.24	30.38	53498.33
10:30	13.03	2.12	27.63	46785.00
10:40	12.16	0.82	9.97	20381.67
10:50	12.10	0.85	10.27	20830.83
11:00	11.94	0.62	7.44	15805.83
11:10	12.40	0.55	6.84	15186.67
11:20	12.94	0.76	9.85	20250.00
11:30	14.09	2.26	31.90	53765.00
11:40	14.12	2.31	32.65	54627.50
11:50	14.13	2.40	33.92	54627.50
12:00	12.42	0.95	11.77	24832.50
12:10	12.30	1.53	18.86	37267.50
12:20	12.09	1.70	20.57	41845.00
12:30	12.59	1.71	21.59	41255.00
12:40	13.32	2.10	27.94	52348.33
12:50	12.93	1.69	21.91	42060.00
13:00	12.61	1.96	24.70	48005.00
13:10	12.63	1.78	22.46	45933.33
13:20	12.47	1.60	19.93	43197.50
13:30	11.63	1.38	16.04	37874.16
13:40	12.14	1.47	17.86	41311.66



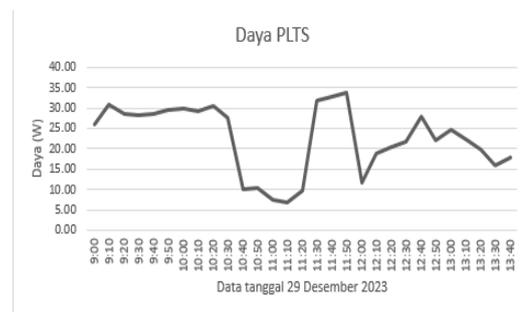
Gambar 12. Grafik Tegangan PLTS 50Wp

Gambar diatas merupakan grafik hasil output tegangan dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 50Wp dengan hasil grafik yang mengalami naik turun, hal tersebut dikarenakan pada saat proses pengambilan datanya terdapat kondisi berawan sehingga panel surya tidak tersinari dengan baik. Di jam 09.00 sampai 10.30 grafik mengalami kestabilan karena panel surya mendapatkan intensitas matahari yang cukup, di jam 10.40 sampai 11.20 grafik mengalami penurunan dikarenakan kondisi berawan, setelah itu mengalami peningkatan selama 30 menit lalu grafik mulai mengalami perubahan yang tak beratur dikarenakan kondisi cuaca diatas jam 12.00 berubah-ubah. Rata-rata tegangan output yang dihasilkan dari panel surya 50Wp sebesar 13V.



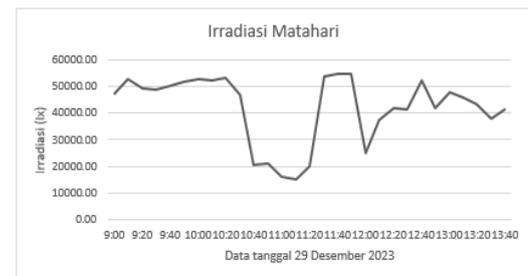
Gambar 13. Grafik Arus PLTS

Gambar diatas merupakan grafik dari Arus PLTS, dimana arus tersebut terukur saat PLTS terhubung ke beban, dalam hal ini PLTS terhubung ke SCC untuk mengecaskan baterai. Data arus PLTS diatas mengikuti tegangan yang dihasilkan oleh PLTS dan pengecasan beban sehingga pada saat pengecasan terjadi arus yang kurang stabil, nilai arus mengikuti tegangan yang dihasilkan, jika tegangan yang dihasilkan tinggi maka arus yang mengalir akan tinggi dan sebaliknya jika tegangan yang dihasilkan rendah maka arus yang mengalirpun akan rendah. Rata-rata arus yang digunakan untuk mengecaskan baterai sebesar 1.71A.



Gambar 14. Grafik Daya PLTS

Gambar diatas adalah data dari daya PLTS yang dihasilkan melalui perhitungan antara tegangan dan arus yang dihasilkan. Maka dari itu grafik daya memiliki kesamaan dengan grafik tegangan dan arus yang memiliki hasil yang kurang stabil. Rata-rata daya yang dihasilkan oleh PLTS 50Wp sebesar 22,59Watt



Gambar 15. Grafik Irradiasi Matahari

Gambar diatas merupakan grafik irradiasi matahari PLTS pada pengujian kemarin menghasilkan data seperti diatas. Dimana data yang terbaca oleh sensor irradiasi sama seperti data lainnya yaitu mengalami naik turun yang disebabkan oleh

intensitas matahari yang mengalami perubahan diwaktu tertentu seperti ada keadaan yang cerah dan ada keadaan yang berawan secara mendadak, dengan rata-rata pembacaan irradiasi matahari sebesar 42.001,49 lux.

Sistem Monitoring PLTB

Monitoring PLTB dilakukan untuk mengambil data tegangan dan arus yang dihasilkan oleh pembangkit untuk melakukan pegecasan terhadap baterai maupun digunakan secara langsung oleh beban. Berikut adalah data yang dihasilkan pada tanggal 12 Desember 2023 :



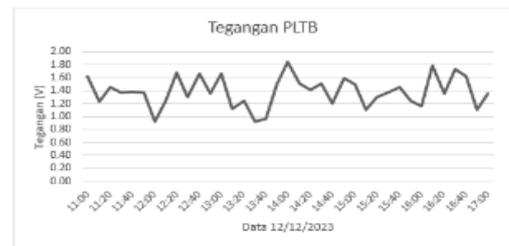
Gambar 16. Pengujian PLTB

Tabel 7. Hasil Pengujian Pltb

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
11:00	1.62	0.010	0.015722
11:10	1.24	0.033	0.040984
11:20	1.45	0.051	0.074742
11:30	1.37	0.021	0.028959
11:40	1.39	0.001	0.002016
11:50	1.37	0.002	0.002242
12:00	0.93	0.001	0.001349
12:10	1.25	0.042	0.052081
12:20	1.68	0.130	0.21799
12:30	1.30	0.002	0.002595
12:40	1.66	0.220	0.366192
12:50	1.36	0.004	0.005683
13:00	1.67	0.215	0.358651
13:10	1.12	0.002	0.001935
13:20	1.25	0.001	0.001814
13:30	0.92	0.001	0.001006
13:40	0.96	0.002	0.001493
13:50	1.50	0.083	0.12377
14:00	1.84	0.173	0.31769
14:10	1.51	0.036	0.05399
14:20	1.41	0.005	0.007578
14:30	1.51	0.025	0.038008
14:40	1.20	0.002	0.002192
14:50	1.60	0.091	0.145341
15:00	1.50	0.071	0.107127
15:10	1.10	0.002	0.002008
15:20	1.30	0.014	0.018747

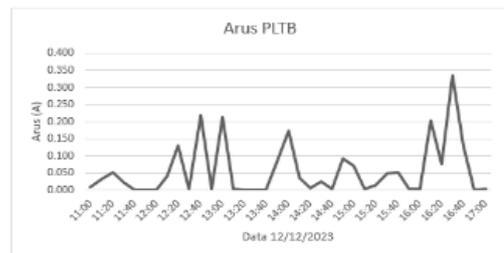
15:30	1.37	0.049	0.066504
15:40	1.46	0.051	0.074485
15:50	1.25	0.002	0.002164
16:00	1.17	0.002	0.002855
16:10	1.79	0.202	0.36282
16:20	1.36	0.076	0.103077
16:30	1.73	0.335	0.58113
16:40	1.62	0.130	0.209335
16:50	1.11	0.002	0.001722
17:00	1.35	0.002	0.002582

Tabel diatas merupakan pengambilan data PLTB pada tanggal 12 Desember 2023 mulai pukul 11.00 – 17.00 WIB dengan jeda pengambilan datanya setiap 10 menit.



Gambar 17. Grafik Tegangan PLTB

Pada grafik diatas merupakan tegangan kincir angin dimana grafik mengalami naik turun yang tidak stabil dikarenakan kurangnya angin untuk memutar generator motor kincirnya. Maka dari itu grafik dari kincir angin mengalami naik turun yang tidak stabil. Rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 1,38V



Gambar 18. Grafik Arus PLTB

Pada grafik diatas menunjukkan grafik arus PLTB yang digunakan untuk pengecasan baterai mengalami ketidakstabilan mengikuti tegangan yang dihasilkan oleh kincir angin. Grafik diatas juga terdapat nilai 0 karena saat itu kincir tidak terkena angin yang pas. Rata-rata arus yang dihasilkan oleh kincir angin sebesar 0,056A

D. Sistem Kontrol Pompa Air Irigasi

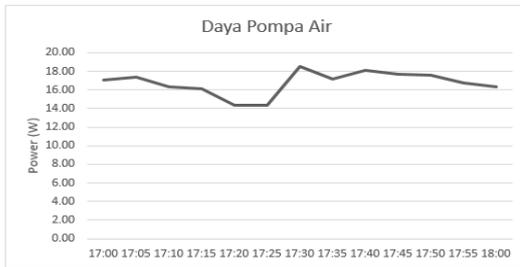
Pada sistem kontrol pompa air dilakukan melalui thingspeak dan daya yang digunakan oleh pompa diukur selama 1 jam pemakaian, berikut hasil pengukuran daya yang digunakan oleh pompa air.



Gambar 19. Pengujian Beban Pompa Air

Tabel 8. Hasil Pengujian Pompa Air

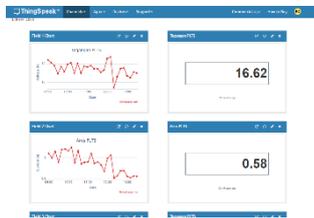
Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
17:00	11.36	1.50	17.08
17:10	11.70	1.40	16.32
17:20	10.40	1.39	14.41
17:30	11.66	1.59	18.49
17:40	11.50	1.57	18.09
17:50	11.38	1.55	17.63
18:00	11.29	1.45	16.32



Gambar 20. Daya Pompa Air

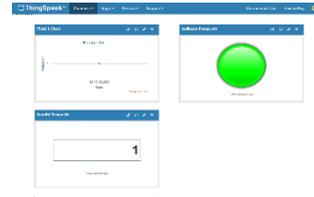
Dari hasil monitoring daya beban berupa pompa air didapatkan penggunaan daya rata-rata per jam nya adalah sebesar 16,75 Watt.

E. Hasil Perancangan Perangkat Sistem



Gambar 21. Hasil Monitoring

Dapat dilihat bahwa saat sistem terhubung dan melakukan pengambilan data maka data akan dikirimkan ke thingspeak. Terdapat 2 data yang ditampilkan yaitu data grafik dan angka. Angka yang ditampilkan oleh keduanya merupakan angka dari perangkat sistem.



Gambar 22. Hasil Kontrol

Pada gambar diatas merupakan tampilan dari sistem kontrol, dimana saat pompa menyala lampu indicator juga akan menyala dan sebaliknya. Tidak hanya lampu indicator melainkan juga terdapat display untuk melihat kondisi pompa air apakah menyala bernilai 1 apakah mati bernilai 0

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari beberapa pengujian perkomponen hingga keseluruhan sistem monitoring dan kontrol, maka dari itu dapat diambil kesimpulan pada laporan penelitian ini sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian perkomponen yang digunakan dalam sistem monitoring dan kontrol ini, didapatkan perbandingan nilai antara sensor dan juga alat ukur. Perbandingan atau selisih nilai tersebut merupakan nilai error. Beberapa nilai error sensor yang digunakan sebagai berikut sensor tegangan memiliki nilai error sebesar 0,71%, sensor Arus INA219 memiliki nilai error sebesar 0,63%, sensor YL-69 memiliki nilai error sebesar 4,18%, sensor DS18B20 memiliki nilai error sebesar 1,97% dan juga BH1750 memiliki nilai error 2%. Dari data-data tersebut maka sensor-sensor tersebut baik untuk digunakan.
2. Pengujian kedua pembangkit listrik dilakukan dengan waktu tertentu dan mendapatkan hasil outputan berupa tegangan, arus dan daya dari masing-masing pembangkit dan dapat dimonitoring secara real time. Untuk panel surya 50Wp mampu menghasilkan tegangan dengan rata-rata sebesar 13V, arus yang digunakan untuk mengecan baterai rata-rata sebesar 1,71A dengan daya rata-rata sebesar 22,59W. Pada Kincir Angin turbin mampu menghasilkan tegangan dengan rata-rata sebesar 1,38V, arus yang dihasilkan dengan rata-rata sebesar 0,056A. Dari data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa dari kedua pembangkit yang cukup efektif adalah panel surya yang digunakan pada area yang terkena sinar matahari, dan untuk pembangkit kincir angin dapat digunakan pada area yang memiliki kecepatan angin yang tinggi, seperti dataran rendah atau pantai.

3. Pengujian daya beban pompa air bertujuan mengetahui pemakaian pompa air dalam mengairi irigasi pertanian, dapat disimpulkan bahwa daya pembangkit menghasilkan sebesar 22,59Watt dan daya yang digunakan untuk menghidupkan pompa air irigasi pertanian sebesar 16,75Watt, sehingga sangat pas jika digunakan.
4. Pengujian monitoring pada tanah pertanian dilakukan dengan memonitoring keadaan tanah pertanian, kelembapan tanah dan suhu tanah dilakukan monitoring. Dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil melakukan monitoring keadaan lahan pertanian dengan baik.
5. Sistem kontrol beban pompa air dengan menggunakan software thingspeak sangat mudah dengan memasukkan link pada browser dan memberikan nilai 1 untuk menyalakan dan nilai 0 untuk mematikannya. Dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol ini dapat dilakukan dimana saja dengan bantuan IoT (Internet of Things).

Dari beberapa kesimpulan diatas maka sistem yang dirancang pada penelitian ini dapat bekerja dengan cukup baik dan membantu para petani dalam mengatasi permasalahan irigasi lahan pertanian miliknya, ditambah pada sistem ini dapat dilakukan monitoring dan kontrol agar mempermudah para petani pada umunya.

B. Saran

Saran bagi penelitian yang akan datang, dikembangkan lagi teknologi yang digunakan saat ini seperti software yang digunakan, maupun komponen-komponen yang digunakan agar baik lagi dari penelitian ini. Pengembangan software yang lebih baik seperti, saklar pompa air langsung terintegrasi dengan smartphone tanpa harus masuk ke link terlebih dahulu.

VI. REFERENSI

- [1] I. G. N. Janardana dan I. W. A. Wijaya, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Listrik Pada Kelompok Usaha Pertanian," *SPEKTRUM*, vol. VIII, no. 3, p. 54, March 2021.
- [2] I. A. Medina, I. A. D. Giriantari dan I. W. Sukerayasa, "Kajian dan Evaluasi Sistem Suplai Energi Listrik PLTS dan PLTB di Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran Bali," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. XVII, no. 9-12, pp. 311-312, 2018.
- [3] F. A. Syuhada dan Z. Fuadi, "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida untuk Menggerakkan Pompa Air di Area Pertanian," *Jurnal Teknik Mesin Unsyiah*, vol. IV, no. 6, pp. 1-2, 2016.
- [4] I. Ramadhan dan D. B. Santoso, "Penerapan Internet Of Things Pada Sistem Monitoring Pembangkit Hibrida," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. VIII, no. 8, pp. 170-171, 2022.
- [5] A. Rezki, I. G. P. W. W. Wirawan and A. Zubaidi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Internet of Things," no. 8, 2021.

VII. BIODATA PENULIS



Rizqi Cahyo M Putra, lahir di Gresik 03 Januari 2002. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Sidokumpul Gresik 2014 dilanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Kebomas 2016, SMPK Frater Maumere 2017 dan SMAK Frateran Maumere tahun 2020. Kemudian penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi swasta Institut Teknologi Nasional Malang dengan program studi S-1 Teknik Elektro, konsentrasi Teknik Elektronika. Penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesainya skripsi ini dengan judul "Perancangan Sistem Kontrol & Monitoring Berbasis Iot Pada Irigasi Pertanian Bawang Merah Menggunakan Pembangkit Listrik Hybrid

