

## Rancang Bangun Sistem Kontrol Pembangkit Hybrid (PLN-Solar Cell) Berbasis Wemos D1 Mini Esp8266

I Wayan Suriana<sup>1</sup>, I Wayan Sugarayasa<sup>2</sup>

Universitas Pendidikan Nasional, Indonesia

[wayansuriana@undiknas.ac.id](mailto:wayansuriana@undiknas.ac.id), [sugarayasa@undiknas.ac.id](mailto:sugarayasa@undiknas.ac.id)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa system monitoring dan sinkronisasi pembangkit system hybrid (PLN dan pembangkit energi matahari). Penelitian terlebih dahulu melihat karakteristik energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Karakteristik ini ditentukan oleh beberapa hal antara lain syarat cuaca dan lamanya penyinaran dalam suatu wilayah yang berpengaruh terhadap nilai intensitas cahaya, tegangan (V), arus (I) dan daya yang bisa ditimbulkan. Pada penelitian ini dirancang perangkat *hybrid* dan *synchroizer power supply* untuk PLTS dan grid PLN menggunakan domain tegangan DC. Pengaturan *level* tegangan DC di sisi PLTS dan grid PLN membuat PLTS menjadi sumber utama untuk mensuplai ke beban sedangkan listrik dari grid PLN akan digunakan ketika energi listrik yang dihasilkan PLTS tidak mencukupi. Uji coba dilakukan untuk mengamati kinerja sistem sinkronisasi yang dirancang pada pukul 08:00 sampai dengan pukul 16:00 dengan pengambilan data konsumsi energi dilakukan setiap 1 jam. Berdasarkan hasil uji coba dapat ditunjukkan bahwa sistem ini bekerja dengan baik untuk mensuplai beban. Pengendalian sistem pembangkit dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan suatu komunikasi internet yang mengimplementasikan *internet of things* untuk proses pemantauan dan pengendalian dalam pembangkit hybrid yang terintegrasi dalam web.

**Kata kunci:** *Hybrid; Internet of Things; Energi Baru Terbarukan; Sinkronisasi.*

---

**Abstract:** For that goal, analyzed the monitoring system and synchronization of hybrid system generators. The first study looked at the characteristics of electrical energy produced by solar power plants (PLTS). This characteristic is determined by several things, including weather conditions and the duration of irradiation in an area which affects the value of light intensity, voltage (V), current (I) and the power that can be generated. In this study, hybrid devices and synchronizer power supplies were designed for PLTS and PLN grids using the DC voltage domain. Setting the DC voltage level on the PLTS side and the PLN grid makes PLTS the main source for supplying the load, while electricity from the PLN grid will be used when the electrical energy produced by PLTS is insufficient. The trial was carried out to observe the performance of the synchronization system which was designed at 08:00 to 16:00 with energy consumption data retrieval carried out every 1 hour. Control of the generator system is carried out remotely by using an internet communication that implements the internet of things for the monitoring and control process in hybrid power plants integrated on the web.

**Keywords:** *Hybrid; Internet of Things; New Renewable Energy; Synchronization.*

---

## A. Pendahuluan

Konsumsi listrik Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Peningkatan kebutuhan listrik diperkirakan akan meningkat rata-rata 6,5% per tahun hingga tahun 2020 (Muchlis & Permana, 2003). Konsumsi listrik Indonesia yang tinggi akan menjadi masalah jika pasokan tidak sesuai dengan permintaan. Kebijakan yang ditempuh PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) penyedia tenaga listrik semakin menunjukkan bahwa PLN sudah tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan listrik nasional. Jika masalah pasokan listrik tidak segera diselesaikan, maka sistem perekonomian Indonesia akan terganggu.

Upaya berbeda untuk mengatasi masalah-masalah di atas telah dilaksanakan oleh pemerintah dan peneliti. Salah satunya adalah menemukan energi alternatif. Dalam penelitian ini, sumber energi alternatif adalah sinar matahari. Pemilihan sumber energi alternatif sangat masuk akal dengan pasokan matahari matahari disambut oleh tanah Bumi  $3 \times 10^2$  joule per tahun (Asy'ari, Jatmiko and Angga, 2012). Jumlah energi setara dengan konsumsi energi 10.000 kali di dunia saat ini (Asy'ari, Jatmiko and Angga, 2012). Di Indonesia, melimpahnya energi matahari bahkan dapat ditangkap di seluruh kepulauan Indonesia, hampir sepanjang tahun menjadi sumber energi daya potensial.

Energi terbarukan di masa depan akan memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Ini karena penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional untuk jangka waktu yang lama akan menguras minyak, gas dan batubara dengan lebih banyak cadangan dan juga dapat dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan (Jawab et al., 2016). Selain itu, Indonesia adalah wilayah tropis dengan potensi besar untuk energi matahari. Posisi geografis Indonesia yang memiliki banyak gunung berapi yang menyebabkan banyak sumber air panas. Tetapi dalam menggunakannya, energi surya dan energi panas yang dihasilkan oleh mata air panas masih belum digunakan secara optimal. Selain itu juga, harga solar cell yang ada di pasaran selalu dianggap cukup mahal bagi sebagian orang (M. Ali et al., 2021).

Oleh karena itu penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menggunakan potensi energy surya yang tersedia di lokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang sesuai. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (Photovoltaic) akan diperlukan lebih karena dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan yang relevan dan di berbagai lokasi seperti kantor, pabrik, perumahan, dan lainnya. Oleh karena itu, ini dianggap perlu untuk diteliti lebih lanjut, untuk mendapatkan pemeriksaan teknis dari studi secara menyeluruh (Hendrayana, 2017). Energi Matahari merupakan sumber energi yang tidak ada habisnya ketersediaannya dan energi ini juga dapat digunakan sebagai energi alternatif yang akan diubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya (Lei et al., 2018). Sel surya atau solar cell sejak tahun 1970-an telah mengubah cara pandang kita tentang energi dan memberi cara baru bagi masyarakat untuk mendapatkan energi listrik tanpa perlu membakar bahan bakar fosil seperti pada minyak bumi, gas alam, batu bara, atau reaksi nuklir. Sel surya dapat juga bekerja dengan baik di hampir dimana saja di muka bumi ini yang terkena sinar matahari tanpa menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan, sehingga lebih ramah lingkungan.

Sistem tenaga hibrida adalah suatu sistem pembangkit listrik yang menggunakan lebih dari satu jenis energi primer untuk satu beban yang sama (Winasis et al., 2016). Tujuan utama pembangunan pembangkit hybrid adalah untuk menjamin pasokan energi primer ke pembangkit sehingga produksi listrik juga terjamin. Secara umum sistem pembangkit listrik yang banyak digunakan untuk sistem hybrid adalah generator, PLN, PLTS, mikrohidro, dan tenaga angin (Koko et al., 2021). Untuk system hybrid ini bisa berupa PLTS-Genset, PLTS-PLN, PLTS-Mikrohidro, PLTS-tenaga angin dan lain lain. Di Indonesia system hybrid sudah banyak digunakan, baik PLTS-Genset, PLTS-Mikrohydro, maupun PLTS-Tenaga Angin-Mikro Hydro. Namun sistem hybrid yang paling

banyak digunakan adalah system PLTS-Genset (Jamal, 2019). Tujuan dari Hybrid PV-Genset adalah untuk menggabungkan keunggulan dari setiap generator (dalam hal ini genset & PLTS) sekaligus menutupi kelemahan masing-masing pembangkit untuk kondisi-kondisi tertentu, sehingga secara keseluruhan system dapat beroperasi lebih ekonomis dan efektif (Koko et al., 2021).

Di sisi lain, menggunakan sistem hybrid ini maka generator akan lebih efisien dan ekonomis (Hadj-Said et al., 2018). Sistem pembangkit hybrid mencakup beberapa jenis generator yang sering menggunakan baterai seperti penyimpanan energi dan pengendali yang mengoptimalkan penggunaan energi dari setiap sumber dan tiap sumber disesuaikan dengan beban dan kapasitas jumlah sumber yang digunakan (Ibrahim et al., 2011).

Diantara hasil penelitian sebelumnya yang difokuskan pada studi sistem hybrid diantaranya hasil penelitian dari Hendrayana dengan judul "Simulasi Sistem Hibrid Pembangkit Energi Surya, Angin, dan Generator untuk Mengoptimalkan Pemanfaatan Daya Energi Terbarukan". Dalam penelitian tersebut menitikberatkan pada sistem hybrid pada daerah terpencil dimana terdapat beberapa jenis pembangkit sumber energi terbarukan dan generator diesel. Beban listrik disuplai oleh sumber energi terbarukan sedangkan generator digunakan sebagai sumber cadangan jika sistem pembangkit energi terbarukan tidak mampu lagi memasok beban seiring bertambahnya beban atau ketika pembangkit energi terbarukan terputus atau dalam perbaikan (Hendrayana, 2017).

Dalam penelitian dari Hendrayana tersebut, penelitian ini benar-benar merupakan sistem hybrid untuk membuat desain sistem hybrid antara generasi energi surya, energi angin dan generator sebagai dukungan (*support*) ketika terjadi defisit daya energi generator terbarukan. Dalam penelitian ini akan memodifikasi sistem hybrid dimana sumber energi listrik *photovoltaic* yang digunakan sebagai sumber energi pendukung (*support*) untuk mengoptimalkan pembangkit energi terbarukan dalam penyaluran daya ke beban. Pada sistem sebelumnya seluruh beban akan dilayani oleh generator ketika terjadi defisit daya dari pembangkit energi terbarukan, sedangkan pada penelitian ini energi listrik *photovoltaic* bertidak sebagai energi pendukung membantu pembangkit energi terbarukan dalam suplai daya ke beban. Sistem yang dimodifikasi ini akan menghemat bahan bakar ketika terjadi defisit bahan bakar dan juga dapat digunakan sebagai backup apabila seluruh sistem pembangkit energi dari PLN mengalami gangguan. Sistem hybrid ini mempunyai manfaat untuk diterapkan di daerah-daerah terisolasi atau pulau-pulau kecil dimana tersedianya potensi energi terbarukan lainnya selain energi surya.

Penelitian dari Dedisukma, juga menitikberatkan pada system pembangkit hybrid antara diesel generator dengan judul penelitian "Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Diesel Generator dan *Photovoltaic Array* Menggunakan Perangkat Lunak Homer (Studi Kasus di Pulau Semujur Kabupaten Bangka Tengah)". Penelitian ini fokus pada Sistem pembangkit listrik tenaga hybrid untuk penghematan penggunaan bahan bakar minyak bumi dengan mengaplikasikan sistem pembangkit PLTS di pemukiman RT pulau Semujur dimana saat ini diesel generator yang tersedia beroperasi selama 3 jam/hari dengan rata-rata daya listrik pada setiap rumah sebesar 178,8 Watt dengan melakukan pemodelan sistem hybrid menggunakan *software* HOMER 3.2.3 sebagai perangkat lunak dalam perhitungan biaya selama pengoperasian sistem hybrid.

Untuk penelitian-penelitian yang diperiksa secara khusus terhadap penggunaan PLTS secara hybrid memang telah beberapa dilakukan namun dengan perspektif atau sudut pandang yang berbeda dengan penelitian ini, diantaranya penelitian Muhammad Ali Raja Siregar dengan judul "Perencanaan Sistem Hybrid *Photovoltaic* dan PLN di Universitas Bangka Belitung". Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis pola *hybrid photovoltaic*-PLN untuk mengetahui sistem yang lebih ekonomis. Hasil perhitungan menunjukan pola *hybrid* yang lebih ekonomis adalah pola dengan pembagian beban PLN 70%-30%. PLTS yang menghasilkan nilai *Net Present Cost* (NPC) sebesar US\$ 1.071 M dan *Cost Of Energy* (COE) sebesar US \$ 0.107 (Muhammad Ali et al., 2019). Jadi penelitian

ini lebih fokus hanya pada perencanaan system yang lebih ekonomis dari system hybrid *photovoltaic* dan PLN tersebut.

Studi dilakukan oleh Adi Ardiansyah Saputra dengan judul "*Smart Grid Hybrid System (Fotovoltaic-PT. PLN) berbasis IoT (Internet Of Things)*". Di dalamnya membahas tentang rancangan prototype hybrid yang memanfaatkan energi matahari dan sumber listrik PLN secara bersamaan (*on grid system*) untuk tujuan menggunakan energi surya sebagai sumber daya dan meminimalkan penggunaan energi listrik dari energi konvensional. *Smart grid hybrid system* adalah suatu sistem hybrid cerdas, yang memiliki sistem khusus yaitu *ongrid system (Specific)*, dapat melakukan pengukuran (*Measurement*), mempunyai target yang jelas yaitu penghematan energi (*Attainable*), dapat mewujudkan penghematan energi (*Realistic*), serta dapat mengendalikan dan memonitoring sistem dimana pun dan kapan pun dengan bantuan *internet of things* (Saputra et al., n.d.).

Dengan penjelasan diatas penulis ingin merancang sistem kendali pembangkit listrik hybrid (PLN-solar cell) berbasis wemos D1 mini esp8266 untuk menganalisis sinkronisasi dan monitoring antara energi yang di hasilkan panel surya dengan energi yang dihasilkan oleh PLN sehingga akan dapat dimanfaatkan secara optimal dengan keluaran dalam bentuk model. Dalam penelitian ini digunakan beberapa komponen dan *software* yang digunakan seperti Wimos D1 Mini Esp8266 sebagai *mikrokontroler tuning* sistem hybrid (Shobrina et al., 2018)(Dinata & Sunanda, 2015). Software IDE yang digunakan untuk membuat program dan aplikasi blynk sebagai sarana monitoring aktivitas alat (Sokibi & Nugraha, 2020) (Arduino, 2021).

Penelitian tentang rancangan sistem kendali pembangkit hybrid tersebut bertujuan untuk lebih mengoptimalkan pemakaian energi yang dihasilkan PLTS sehingga daya yang dihasilkan dari grid PLN hanya sebagai sumber cadangan apabila daya dari PLTS sudah tidak maksimal.

## B. Metode Penelitian

Dalam Studi ini, desain dilakukan sistem sinkronisasi dan melakukan percobaan dengan menerapkan sistem pada PLTS dan grid PLN. Secara garis besar desain sistem pembangkit listrik hybrid disajikan untuk aplikasi dalam penggunaan energi terbarukan, yaitu energi surya dan listrik PLN, dalam bentuk miniatur dengan menggunakan bantuan dari serangkaian elektronik sederhana, Wemos D1 Mini dan *Blynk* aplikasi terintegrasi *internet of things* (Makhlufi et al., n.d.)(Winasis et al., 2016).

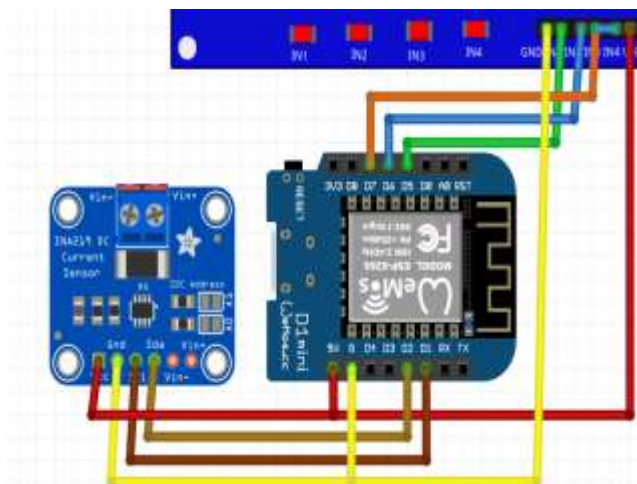
Untuk memantau tegangan aki menggunakan *labeled value* dengan menempatkan input yang digunakan. Untuk waktu penggunaan *Blynk RTC (Real Time Clock)* layar LCD digunakan untuk menampilkan jumlah angka pembacaan waktunya (Shobrina et al., 2018)(Winasis et al., 2016). Dalam system tenaga hybrid, modul Mini Wemos D1 akan terhubung ke koneksi internet (Sunanda & Dinata, 2014). *Wemos D1 Mini* akan beroperasi mengirim dan membaca data *Blynk* untuk membuat output seperti menyalakan lampu berdasarkan waktu yang ditentukan (Shobrina et al., 2018)(Sunanda & Dinata, 2014).

Dalam sistem ini, tegangan DC yang dihasilkan oleh PLTS adalah sumber daya utama sedangkan kapasitas daya dari *grid* PLN adalah catu daya cadangan. Energi daya dari *grid* PLN hanya digunakan ketika energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS lebih rendah daripada daya listrik yang diperlukan oleh beban atau ketika PLTS tidak menghasilkan energi listrik pada malam hari.



**Gambar 1.** Rancang Mekanik Sistem Hybrid

Secara garis besar perancangan sistem prototipe pembangkit sistem hybrid energi surya dan PLN merupakan sistem miniatur pembangkit listrik energi terbarukan yaitu energi yang tersedia di alam yang menggabungkan antara satu sumber energi dengan energi lainnya. Desain mekanik dari rancang bangun Sistem control pada pembangkit sistem Hybrid (PLN – *Solar Cell*) dapat dilihat pada gambar 1. Untuk gambar blok diagram alat prototipe pembangkit sistem hybrid dapat dilihat pada gambar 2.

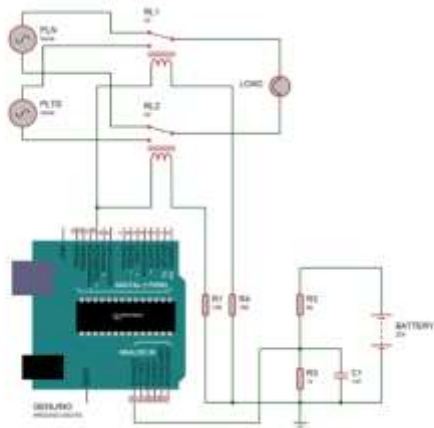


**Gambar 2.** Blok Diagram Sistem Hybrid

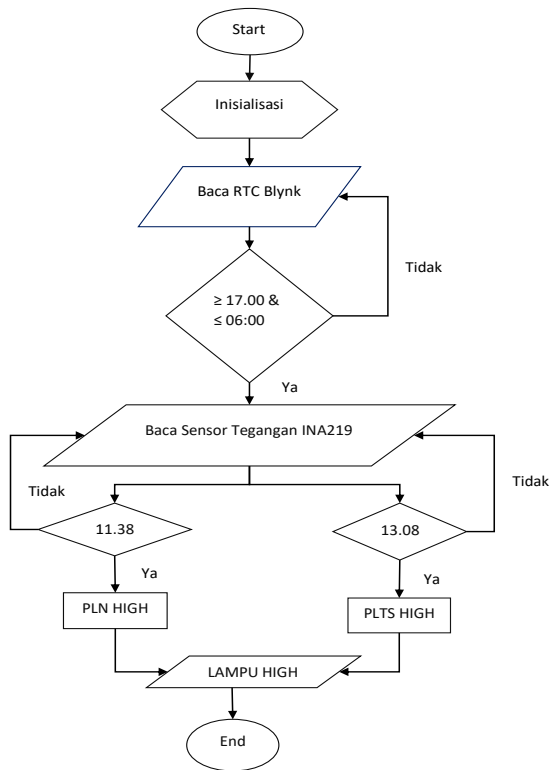
Pada Gambar 3 adalah gambar sistem mikrokontroler dari pembangkit system Hybrid ( PLN-*Solar Cell*) dan Gambar 4 adalah desain keseluruhan dari pembangkit listrik system Hybrid ( PLN-*Solar Cell*). Sementara Gambar 5 menjelaskan alur cara kerja dari system pembangkit listrik Hybrid (PLN-*Solar Cell*). Awal mula proses dari system pembangkit sistem Hybrid (PLN-*Solar Cell*) adalah melakukan inialisasi. Setelah itu, membaca nilai dari *Real Time Clock* yang dikirim dari Blynk. Jika sudah cocok dengan setingan waktu pukul 17.00 sampai pukul 06.00, maka akan membaca nilai tegangan baterai (*battery*). Jika tidak cocok dengan waktu, maka akan terus membaca nilai *Real Time Clock* sampai pas. Sedangkan jika nilai dari *Real Time Clock* sudah sesuai maka akan membaca nilai dari sensor tegangan. Selain itu, jika nilai tegangan diatas  $\geq 11.8$  Volt maka PLTS yang mengalir ke beban 220 Volt dan jika nilai pembacaan tegangan aki kurang dari  $\leq 11.8$  Volt maka yang terjadi PLN yang akan membackup lampu supaya tetap menyala sampai waktu yang sudah ditentukan pukul 06.00 pagi .



**Gambar 3.** Rancangan *Elektronik System Controller*



**Gambar 4.** Rancangan System Secara Keseluruhan



**Gambar 5.** Flowchart System Pembangkit Listrik Hybrid

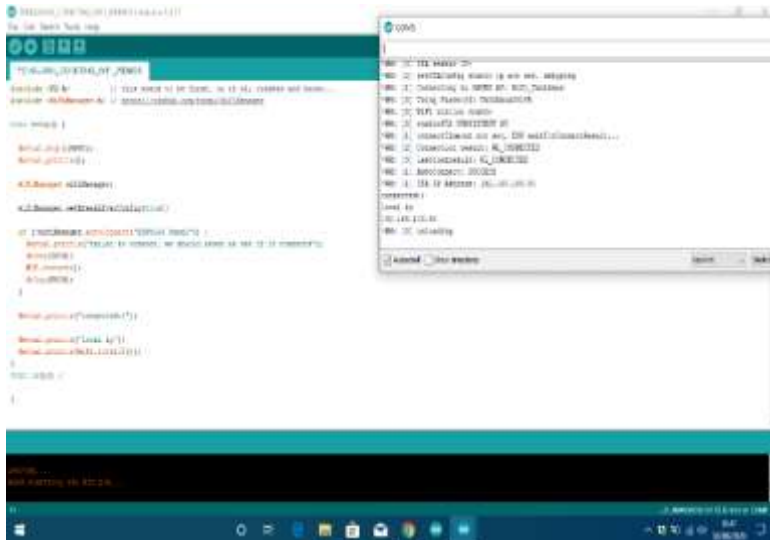
### C. Temuan dan Pembahasan

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dalam beberapa bagian yang disusun dalam urutan dari yang sederhana menuju sistem yang lengkap. Pengujian dilakukan meliputi pengujian perangkat lunak (*software*) aplikasi *Blynk* dan perangkat keras (*hardware*) meliputi *Wemos D1 Mini*.

#### 1. Pengujian Program Wemos D1 Mini

Untuk pengujian program antara perangkat microcontroller Wemos D1 Mini dengan koneksi ke Wifi bertujuan untuk mengetahui apakah wemos dapat berjalan dengan baik dan memastikan Wemos D1 Mini yang dipakai tidak ada kerusakan sehingga dapat digunakan sesuai yang diharapkan.

Dari pengujian diperoleh hasil proses upload program dapat berjalan dengan lancar tanpa ada *comment error* atau kegagalan pada jendela *comment* Arduino IDE. Dan dapat dilihat pada tampilan serial monitor dituliskan bahwa koneksi Wifi sukses. Hal ini menandakan bahwa wemos D1 Mini berhasil koneksi ke Wifi. Untuk hasil pengujian program antara perangkat *microcontroller* Wemos D1 Mini dengan koneksi ke Wifi dapat dilihat pada gambar 6.

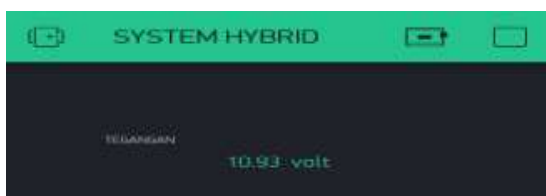


Gambar 6. Proses Koneksi Wemos D1 Mini dengan Wifi

Pengujian pada perangkat keras Sensor *INA219* yang dilakukan dimulai dengan mengupload program yang telah dibuat. Dari hasil pengujian didapat bahwa, data sensor berhasil dibaca dan dapat dilihat pada tampilan serial monitor *software Arduino IDE* dan pada aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian tegangan pada perangkat keras Sensor *INA219* ditampilkan pada gambar 7 dan nilai pembacaan sensor tegangan pada Aplikasi *Blynk* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Nilai Pembacaan Sensor Tegangan



Gambar 8. Nilai Pembacaan Sensor Tegangan pada Aplikasi Blynk



```

if (busvoltage >= 13.8)
{
digitalWrite(RelayInverter,LOW); //hidup
digitalWrite(RelaySaklar, LOW); //hidup
digitalWrite(RelayAC, LOW); //hidup PLTS hidup
}
else if (busvoltage <= 11.8)
{
digitalWrite(RelayInverter, HIGH); //LOW mati p
digitalWrite(RelaySaklar,LOW); //hidup
digitalWrite(RelayAC, HIGH); //mati relay switch
}

Serial.print("Bus Voltage: "); Serial.print(bu
Serial.println("");
Blynk.virtualWrite(V0, busvoltage);
    
```

**Gambar 8.** Pembacaan Sensor Pada Saat Tegangan Aki Drop

```

if (busvoltage >= 13.8)
{
digitalWrite(RelayInverter,LOW); //hidup
digitalWrite(RelaySaklar, LOW); //hidup
digitalWrite(RelayAC, LOW); //hidup PLTS hidup
}
else if (busvoltage <= 11.8)
{
digitalWrite(RelayInverter, HIGH); //LOW mati p
digitalWrite(RelaySaklar,LOW); //hidup
digitalWrite(RelayAC, HIGH); //mati relay switch
}

Serial.print("Bus Voltage: "); Serial.print(bu
Serial.println("");
Blynk.virtualWrite(V0, busvoltage);
    
```

**Gambar 8.** Pembacaan Sensor Pada Saat Tegangan Aki Maksimal

2. Pengujian Prototype Sistem Hybrid

Pengujian prototype system hybrid ini dilakukan guna untuk mengetahui kemampuan dari prototype system hybrid selama melakukan fungsinya. Sebelum melakukan pengujian prototype system hybrid, prototype perangkat akan melakukan pengujian perangkat *microcontroller* Wemos D1 Mini dengan koneksi ke Wifi, pengujian pada perangkat keras Sensor INA219 dan pengujian program relay untuk inputan data tegangan. Pengujian program relay untuk inputan data tegangan yang hasilnya disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Program Relay

No	Nilai Tegangan (Volt)	Kutub Relay	Status
1	10.88	Relay Inverter	Low
		Relay Saklar	On
		Relay PLTS	On
2	13.52	Relay Inverter	On
		Relay Saklar	On
		Relay PLTS	On

Untuk pengujian secara keseluruhan pada prototype perangkat dilakukan dengan cara menguji semua fungsi prototype perangkat selama bekerja sebagai pendeteksi tegangan dari baterai berbasis IoT pada lokasi pengujian yang sebenarnya yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Dari tabel data hasil pengujian secara keseluruhan pada prototype perangkat didapatkan bahwa program yang telah dibuat berhasil dijalankan terbukti dari nyala bekerjanya relay sesuai kondisi waktu dan data sensor dari tegangan.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Program Relay

No	Waktu	Nilai Tegangan (Volt)	Relay	Kondisi Relay	Daya Lampu (10 Watt)
1	17.00	12.9	Relay Inverter Relay Saklar Relay PLTS	On On On	High
2	21.00	12.5	Relay Inverter Relay Saklar Relay PLTS	On On On	High
3	23.00	12.1	Relay Inverter Relay Saklar Relay PLTS	On On On	High
4	01.00	11.7	Relay Inverter Relay Saklar Relay PLTS	Off On On	High
5	07.00	11.7	Relay Inverter Relay Saklar Relay PLTS	Off Off Off	Low

#### D. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perancangan sistem dan semua pengujian program yang telah dilakukan untuk semua kemungkinan kondisi pada sistem hybrid (PLN-Solar Cell) dan monitoring menggunakan aplikasi blynk pada android, maka dapat disimpulkan bahwa Wemos D1 mini merupakan salah satu modul dari board yang berperan sebagai otak dari penelitain sytem listrik hybrid, dimana wemos ini akan secara otomatis megontrol relay dan melakukan komunikasi serial dengan blynk, *software* IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis Bahasa pemrograman untuk menjalankan/mengoperasikan Wemos D1 Mini, aplikasi blynk dapat bekerja dengan baik untuk membaca data dari sensor ina219 dan memberikan notifikasi jarak jauh ketika kondisi baterai turun menjadi 11.8 volt dan ketika kondisi baterai maksimal 13.8 volt, lampu 220 volt (10 watt) dapat menyala selama 13 jam setiap hari mulai dari pukul 17.00 hingga pukul 06.00, dengan sumber listrik dari PLN yang saling *mendukung* satu sama lain.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik dan Informatika (FTI) Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas) Denpasar. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini terutama kepada Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Ketua Program Studi Teknik Elektro dan Kepala Laboratorium yang telah membantu serta memberikan masukan dalam penulisan artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Ali, M., Wardhana, A. S. J., Damarwan, E. S., Muhfizaturrahmah, Yuniarti, & Bagas, W. S. (2021). Design and Implementation of Trainer Kit for Hybrid On-Grid Solar Power Generation System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1737(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1737/1/012002>
- Ali, Muhammad, Siregar, R., Sunanda, W., & Putra, G. B. (2019). *Perencanaan Sistem Hybrid Photovoltaic dan PLN di Universitas Bangka Belitung*. 6(2), 56–60.
- Arduino, B. (2021). *JETC*, Volume 16, Nomor 2, Des 2021. 16.
- Dinata, I., & Sunanda, W. (2015). Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 83. <https://doi.org/10.25077/jnte.v4n1.120.2015>
- Hadj-Said, S., Colin, G., Ketfi-Cherif, A., & Chamailard, Y. (2018). Energy Management of a Parallel Hybrid Electric Vehicle Equipped with a Voltage Booster. *IFAC-PapersOnLine*, 51(31), 606–611. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.10.145>
- Hendrayana, H. (2017). Simulasi Sistem Hibrid Pembangkit Energi Surya, Angin, dan Generator Untuk Mengoptimalkan Pemanfaatan Daya Energi Terbarukan. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(1), 26–43. <https://doi.org/10.22373/crc.v1i1.1381>
- Ibrahim, M., Khair, A., & Ansari, S. (2011). A Review of Hybrid Renewable / Alternative Energy Systems for Electric Power Generation : *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 2(4), 392–403. <https://doi.org/10.1109/TSTE.2011.2157540>
- Jamal, A. (2019). Reliability Index of Wind-Solar Hybrid Power Plants using the Expected Energy Not Supplied Method. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 9449–9456. <https://doi.org/10.35940/ijrte.d9733.118419>
- Jawab, P., Penyusun, T. I. M., Dan, T., Tenaga, D., Ramadhan, A. I., Diniardi, E., Mukti, S. H., Sianipar, R., Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., Ramadhan, R., Proposal, D., Insentif, P., Sistem, R., Nasional, I., Akan, Y., Tahun, D., Proses, T., ... Interna, P. J. (2016). Penerbit LP3M UMY Penerbit LP3M UMY. *Teknik*, 37 (2), 2016, 59-63, 11(2), 61–78. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37n2.9011>
- Koko, J., Riza, A., & Mohamad Khadik, U. K. (2021). Design of solar power plants with hybrid systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1125(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1125/1/012074>
- Lei, Z., Sun, D., Liu, Y., Li, J., & Zhao, P. (2018). Simulation and Analysis of Energy Consumption for Plug-in Hybrid Electric Vehicles Based on Driving Cycles. *IFAC-PapersOnLine*, 51(31), 394–399. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.10.081>
- Makhlufi, H. R., Rahman, F. Y., Studi, P., Informatika, T., Informasi, F. T., Islam, U., Muhammad, K., Al, A., Banjarmasin, B., Studi, P., Informatika, T., Informasi, F. T., Islam, U., Muhammad, K., Al, A., Banjarmasin, B., Studi, P., Informatika, T., Informasi, F. T., ... Jumper, K. (n.d.). *Rancang Bangun Smart Lock System Dengan Barcode Scanner*.
- Muchlis, M., & Permana, A. D. (2003). Proyeksi Kebutuhan Listrik Pln. *Pengembangan Sistem Kelistrikan Dalam Menunjang Pembangunan Nasional Jangka Panjang*, 19–29.
- Saputra, A. A., Notosudjono, D., Rijadi, B. B., Pendahuluan, I., & Belakang, L. (n.d.). *SMART GRID HYBRID SYSTEM ( FOTOVOLTAIK-PT . PLN ) BERBASIS IOT ( INTERNET OF THINGS ) Oleh : Abstrak Program Studi Teknik Elektro , Fakultas Teknik-Universitas Pakuan Program Studi Teknik Elektro , Fakultas Teknik-Universitas Pakuan*. 1–14.
- Shobrina, U. J., Primananda, R., & Maulana, R. (2018). Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24I01 , Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(4), 1510–1517.
- Sokibi, P., & Nugraha, R. A. (2020). Perancangan Prototype Sistem Peringatan Indikasi Kebakaran

Di Dapur Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Digit*, 10(1), 11.

<https://doi.org/10.51920/jd.v10i1.152>

Sunanda, W., & Dinata, I. (2014). Penerapan Perangkat Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet. *Jurnal Amplifier*, 4(2), 21–23.

Winasis, W., Nugraha, A. W. W., Rosyadi, I., & Nugroho, F. S. T. (2016). Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 5(4), 328–333. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v5i4.281>