

PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM ARUS SEARAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN ANDROID

¹ Cahyono Koerniawan Hidayat ² Leni Devera Asrar ³ Eko Priyono
Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo,
cahyonokh@itbu.ac.id , leniasrar@itbu.ac.id, ekopriyono@itbu.ac.id

Abstrak

Energi matahari sangat melimpah terutama di daerah dengan iklim tropis seperti Indonesia yang selalu terpapar sinar matahari sepanjang tahun. Ini merupakan sumber energi yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan. Penelitian ini ditujukan untuk mempermudah dan mengetahui kerusakan pada panel pembangkit listrik tenaga surya lebih awal, sehingga dapat segera melakukan troubleshooting lebih dini sebelum kerusakan lebih lanjut dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU 8266 yang dapat di IOT. Penelitian ini dirancang untuk mengetahui pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan beban arus searah terhadap kapasitas PLTS yang digunakan. Pengujian Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android, Pengukuran yang dilakukan antara lain mengukur tegangan rata – rata yang dihasilkan Solar Cell adalah 17,05 V. Mengukur tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke baterai dengan rata – rata tegangan yang terukur pada SCC adalah 12,44 V. Mengukur tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke Stop Kontak dengan rata – rata tegangan yang terukur pada Stop Kontak adalah 12,46 V. Proses pengambilan data hasil pembacaan tegangan dan beban output PLTS dilakukan kurang lebih 4 jam dengan pengambilan data hasil pembacaan selama 30 menit sekali dengan sensor PZEM-017 dengan rata-rata tegangan yang terbaca adalah 12,09 V, dan rata-rata arus yang terbaca adalah 0,32 A.

Kata Kunci: PLTS, NodeMCU, IOT, jarak jauh, kontrol

1. PENDAHULUAN

Di daerah tropis seperti Indonesia, penggunaan energi panas matahari sangat baik dan tepat (D. Dzulfikar and W. Broto, 2016). Saat ini, ada banyak potensi untuk pengembangan energi surya sebagai sumber energi terbarukan. Tenaga surya adalah sumber daya terbarukan yang selalu dapat diakses. Tenaga surya juga dapat digunakan sebagai sumber energi cadangan yang, jika digabungkan dengan sel surya, akan menghasilkan listrik. Sel surya telah merevolusi cara kita berpikir tentang energi sejak tahun 1970-an dan memberi kita teknik baru untuk menghasilkan energi listrik tanpa memerlukan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, gas, atau proses nuklir. Sel surya juga lebih bermanfaat bagi lingkungan karena dapat beroperasi secara efektif di hampir semua lokasi di dunia yang memiliki sinar matahari tanpa melepaskan polutan yang dapat membahayakan lingkungan (G. Widayana, 2012). Pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik adalah salah satu

contohnya, fasilitas ini dikenal dengan sebutan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di masyarakat (A. Supriyadi and J. Jamaalud, 2018). Mengingat sumber energi matahari yang sering kali sangat melimpah di tanah Indonesia, pemanfaatan sumber energi listrik alternatif sangat menjanjikan (K. Akhmad, 2005).

Penelitian ini menerapkan sistem listrik arus searah bertegangan arus searah (DC) dengan menggunakan NodeMCU ESP8266, kemudian interface dari aplikasi blynk yang terkoneksi internet akan menampilkan grafik beban yang dapat dimonitoring secara real time. Sistem tegangan arus searah dipilih untuk meningkatkan efisiensi sistem PLTS, karena PLTS membangkitkan tegangan arus searah dan beban juga dipakai beban arus searah.

Meskipun sederhana, murah, dan yang paling penting, tidak merusak ekosistem lingkungan, energi matahari adalah sumber daya terbarukan yang hampir tidak pernah digunakan oleh banyak orang (J. Jamaaluddin and S. Sumarno, 2012). Panel surya, pengontrol

pengisi daya surya (SCC), baterai atau aki, dan beban membentuk sebuah sistem PLTS. Untuk menyalakan beban pada lampu, sistem PLTS mengubah energi surya menjadi energi listrik arus searah (N. S. Kumara, 2017)

Panel surya adalah perangkat yang mengubah energi cahaya (foton) sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik.

Untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya di siang hari untuk digunakan di malam hari, baterai adalah bagian penting dari PLTS. Produk ini cukup tersedia di tingkat nasional dalam hal distribusi dan kapasitas. Untuk melihat dalam kegelapan, lampu adalah perlengkapan sehari-hari yang penting. Ada lampu yang digunakan di mana-mana di planet ini.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Di dalam penelitian ini menggunakan sistem yang memungkinkan untuk melakukan pemantauan Sistem PLTS yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik arus searah untuk menyuplai beban pada lampu secara real time.

2.2 Diagram Alir

Diagram alir menggambarkan pola berpikir kita dalam melakukan suatu kegiatan penelitian yang dapat disampaikan dalam bentuk diagram urutan penelitian. Berikut adalah diagram alir penelitian :



Gambar 1 Diagram Alir

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

1. Studi Literatur

Pada fase ini, penelitian, survei dan berbagai referensi dari buku, jurnal dan studi dibandingkan untuk

mendapatkan bahan yang cocok untuk penelitian. Perancangan prototipe Tahapan ini penulis melakukan perancangan alat dan bahan, memilih penempatan device untuk mendapatkan tampilan yang maksimal.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap ini merupakan tahap analisis terhadap apa saja yang dibutuhkan dalam penelitian. Suatu proses di mana masalah terpenting yang dihadapi dijelaskan secara sistematis

3. Perancangan Sistem

Proses desain sistem pada tahap ini dimulai dengan pembuatan diagram blok dan diagram node (masing-masing untuk sensor dan mikrokontroler).

4. Implementasi

Melakukan konfigurasi pada Arduino, mulai dari pembuatan program, perancangan alat, instalasi alat, konfigurasi aplikasi yang digunakan untuk memonitoring, melakukan penulisan algoritma dan diupload ke setiap mikrokontroler.

5. Pengambilan Data

Kumpulkan informasi tentang tes yang telah dijalankan.

6. Analisis Data

Fase terakhir dari penelitian ini adalah analisis data. Sistem dapat memberikan informasi karena data pengukuran dari sensor telah diproses secara efektif.

7. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari penelitian, berguna untuk menggambarkan pengantar singkat dan kesimpulan dari penelitian.

2.3 Metode Penelitian

Dalam melaksanakan suatu penelitian penulis membutuhkan metode yang tepat dalam membantu sebuah penelitian agar berjalan lancar dan mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Adapun metode yang diterapkan penulis sebagai berikut :

1. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan penulis untuk memperoleh informasi dan data yang dibutuhkan penulis. Pengumpulan data dilakukan dengan cara berikut :

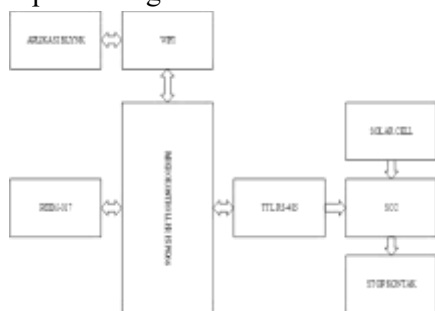
- 1) Studi literatur, yaitu mengumpulkan, mempelajari dan memahami teori – teori yang dibutuhkan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini dari buku – buku referensi, artikel, jurnal dan sumber lain yang terkait dengan Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android.
 - 2) Metode observasi, yaitu metode mengumpulkan data hasil pemantauan beban pada sistem PLTS dengan arus searah menggunakan smartphone.
2. Metode Analisis Data
- Analisis data adalah suatu proses atau upaya untuk mengolah data menjadi informasi yang baru. Pada penelitian ini digunakan metode analisis data jenis kuantitatif. Metode analisis data kuantitatif adalah metode yang digunakan ketika melakukan penelitian berkaitan dengan data numerik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Data

1. Blok Diagram Rangkaian

Perancangan dengan melihat tiap blok diagram. Berikut diagram blok perancangan alat :



Gambar 2 Blok Diagram Alat.

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Pada perancangan alat Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android, terdiri dari beberapa komponen yaitu : Solar Cell, SCC (Solar Charge Controller), TTL RS485 dan baterai. Untuk

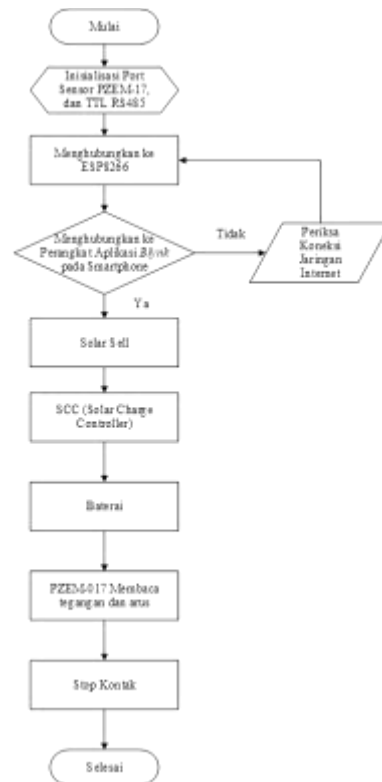
mikrokontroller yang digunakan adalah ESP8266, sensor yang digunakan adalah sensor tegangan dan arus PZEM-017.

2. Diagram Alir Alat

Suatu bentuk diagram yang dikenal sebagai diagram alir digunakan untuk mengilustrasikan algoritma atau langkah-langkah berurutan dari instruksi dalam suatu sistem. Diagram alir sering digunakan sebagai bukti dokumentasi untuk menggambarkan struktur logis dari sebuah sistem yang akan dibangun dan kemudian diserahkan kepada programmer. Dengan cara ini, diagram alir dapat membantu memberikan solusi untuk masalah yang mungkin timbul selama pembangunan sebuah sistem. Pada intinya, simbol-simbol digunakan untuk menggambarkan diagram alir. Setiap simbol menunjukkan langkah tertentu dalam suatu proses, dan garis penghubung digunakan untuk menjelaskan bagaimana satu langkah mengarah ke langkah berikutnya.

Penulisan kode atau perintah pada ESP8266 menggunakan bahasa C dan perangkat lunak Arduino IDE membuat program data untuk mikrokontroler. Program data ESP8266 dirancang untuk melakukan tugas-tugas berikut :

- 1) Menerima input dari sensor tegangan PZEM-017.
- 2) Mikrokontroller ESP8266 akan memproses sinyal input dari sensor.
- 3) Nilai output akan dikirimkan ke server blynk, melalui jaringan WiFi.

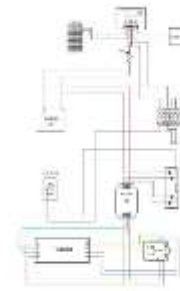


Gambar 3 Diagram Alir Alat.
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android terdiri dari beberapa bagian yaitu Solar Cell, SCC (Solar Charge Controller), ESP8266, TTL RS485, Shunt Resistor, Baterai 12 V 9 Ah, PZEM-017, MCB 2P, Kabel Jumper, Stop Kontak, Terminal Blok.

Prinsip kerja dari alat ini adalah sel surya akan menyerap energi matahari, lalu SCC (Solar Charge Controller) akan mengisi baterai. Sensor PZEM-017 akan membaca tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh PLTS arus searah ini.



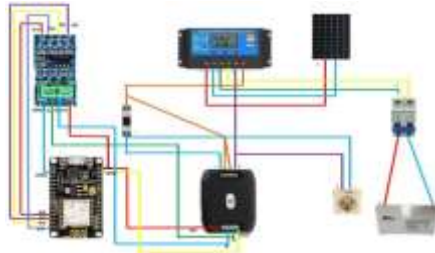
Gambar 4. Wiring Diagram Alat.
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Tabel 1 Konfigurasi Alat.

Sensor PZEM-017	TTL RS485	ESP8266
5V	5V	5V
GND	GND	GND
-	DE	GPIO Pin D0
-	RE	GPIO Pin D1
-	RO	GPIO Pin D2
-	D1	GPIO Pin D3
A	A	-
B	B	-

Solar Cell	SCC	Baterai	Stop Kontak
Load	PV Load	-	-
-	Baterai	Charge Baterai	-
-	Load	-	Load

- Rangkaian Pengawat Sensor PZEM-017 dan TTL RS485 ke ESP8266
PZEM-017 adalah modul komunikasi DC yang mengukur tegangan, arus, daya, dan energi. Modul ini dapat mengukur daya DC hingga 300VDC dan arus pada rentang pemasangan shunt eksternal 50A hingga 300A. Port komunikasi RS485 internal yang menggunakan protokol Modbus-RTU, yang digunakan oleh sebagian besar perangkat industri, ada di semua pengukur energi seri PZEM. Modul TTL RS-485 merupakan komponen yang digunakan sebagai media konverter antara RS485 dan komunikasi serial (UTL UART). Modul ini dapat digunakan pada mikrokontroler untuk berkomunikasi, membaca, atau memberikan informasi ke perangkat melalui komunikasi RS485.



Gambar 5 Rangkaian Keseluruhan.
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Tabel 2 Konfigurasi Pin PZEM-017 dan
TTL RS485 ke ESP8266.

Sensor PZEM-017	TTL RS485	ESP8266
5V	5V	5V
GND	GND	GND
-	DE	GPIO Pin D0
-	RE	GPIO Pin D1
-	RO	GPIO Pin D2
-	DI	GPIO Pin D3
A	A	-
B	B	-

5. Perancangan Perangkat Lunak

Pada suatu sistem tentunya terdapat algoritma agar sistem tersebut dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Tentu diperlukan pembuatan program untuk mengolah data nilai sensor agar sensor tersebut mengeluarkan nilai output yang sesuai. Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk mengolah data sensor dan membuat sketch pemrograman. Setelah program dibuat sesuai dengan instruksi pada sensor yang akan digunakan lalu program diupload ke mikrokontroler ESP8266 agar dapat membaca hasil inputan dari sensor yang digunakan. Berikut tahapan pemrograman Perancangan perangkat lunak Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android:

- 1) Inisialisasi pin sensor PZEM-017 dan TTL RS485 ke ESP8266 dan Blynk.

Pada tahapan ini dilakukan inisialisasi port untuk sensor PZEM-017 sebagai analog input, sehingga nilai pembacaan sensor yang berupa nilai ADC dikonversi menjadi nilai ukuran tegangan dan arus.



Gambar 6 Tampilan pada Aplikasi
Blynk.

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

3.2 Analisis

Tujuan dari Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android adalah untuk mengetahui apakah alat sudah sesuai dengan yang diharapkan dan dapat membaca arus, tegangan, dan daya pada output PLTS secara real-time.

Pada tabel 3. menunjukkan hasil data pengukuran Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android, pengujian dilakukan pada jam 12.00 sampai dengan 16.30. Pengukuran yang dilakukan antara lain mengukur tegangan yang dihasilkan dari solar cell, tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke baterai, dan tegangan keluaran dari SCC ke stop kontak.

Tabel 3 Hasil Pengukuran pada SCC.

No	Jam	Solar Cell ke SCC (V)	SCC ke Baterai (V)	SCC ke Stop Kontak (V)
1	12:00	20,3	13	12,9
2	12:30	20	12,9	12,8
3	13:00	19,7	13	13,1
4	13:30	19,3	12,7	12,4
5	14:00	17,1	12,3	12,3
6	14:30	20	12,5	12,4
7	15:00	18,1	12,1	12,4
8	15:30	12,4	12,1	12,1
9	16:00	12,1	12,1	12,1
10	16:30	12,1	12,1	12,1
Rata - Rata		17,03	12,44	12,46



Gambar 7 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan dari Solar Cell ke SCC.
Sumber : Penelitian Mandiri 2026



Gambar 8 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan dari SCC ke Baterai.
Sumber : Penelitian Mandiri 2026



Gambar 9 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan dari SCC ke Inverter.
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Pada tabel 4 menunjukkan hasil data dari pembacaan nilai beban pada output yang tertampil pada interface aplikasi blynk yang ada di smartphone. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban lampu LED 10 Watt, dan dilakukan pada jam 00.00 sampai dengan jam 05.00.

Tabel 4 Hasil Pembacaan pada Aplikasi Blynk.

No	Jam	Tegangan Output (V)	Beban Output (A)
1	00:00	12,5	0,36
2	00:30	12,5	0,36
3	01:00	12,4	0,35
4	01:30	12,4	0,35
5	02:00	12,3	0,34
6	02:30	12,4	0,34
7	03:00	12,2	0,33
8	03:30	12,1	0,32
9	04:00	11,5	0,27
10	04:30	10,6	0,19
Rata - Rata		12,09	0,321



Gambar 10 Grafik Hasil Pembacaan Tegangan pada Aplikasi Blynk
Sumber : Penelitian Mandiri 2026



Gambar 11 Grafik Hasil Pembacaan Beban Output pada Aplikasi Blynk
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

3.3 Pembahasan

Pengujian Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android, dilakukan pada jam 12.00 sampai dengan 16.30. Pengukuran yang dilakukan antara lain mengukur tegangan terendah yang dihasilkan dari solar cell adalah 12,1 V, dan tegangan tertinggi yang dihasilkan Solar Cell adalah 20,3 V, dengan rata – rata tegangan yang dihasilkan Solar Cell adalah 17,05 V. Mengukur tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke baterai dengan tegangan terendah yang terukur pada SCC adalah 12,1 V, dan tegangan tertinggi yang terukur pada SCC adalah 13 V, dengan rata – rata tegangan yang terukur pada SCC adalah 12,44 V. Mengukur tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke Stop Kontak dengan tegangan terendah yang terukur pada Stop Kontak adalah 12,1 V, dan tegangan tertinggi yang terukur pada Stop Kontak adalah 12,9 V dengan rata – rata tegangan yang terukur pada Stop Kontak adalah 12.46 V.

Proses pengambilan data hasil pembacaan tegangan dan beban output PLTS dilakukan menggunakan lampu LED 10 W sebagai beban dengan menggunakan

sumber PLTS yang sudah tersimpan pada baterai, pengujian dilakukan hingga lampu LED padam yaitu kurang lebih 4 jam dengan pengambilan data hasil pembacaan selama 30 menit sekali, adapun tegangan terendah yang terbaca pada alat ini dengan sensor ZEM-017 adalah 10,6 V, dan tegangan tertinggi yang terbaca adalah 12,5 V, dengan rata-rata tegangan adalah 12,09 V. Adapun arus terendah yang terbaca adalah 0,19 A, dan arus tertinggi yang terbaca adalah 0,36 A, dengan rata-rata arus yang terbaca adalah 0,32 A.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengembangan dan pengujian Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android adalah sebagai berikut :

1. Telah berhasil dilakukan perancangan Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android dan telah sesuai dengan yang diharapkan.
2. Pengujian Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Arus Searah Berbasis Internet Of Things Dan Android, Pengukuran yang dilakukan antara lain mengukur tegangan rata – rata yang dihasilkan Solar Cell adalah 17,05 V. Mengukur tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke baterai dengan rata – rata tegangan yang terukur pada SCC adalah 12,44 V. Mengukur tegangan dari SCC (Solar Charger Controller) ke Stop Kontak dengan rata – rata tegangan yang terukur pada Stop Kontak adalah 12.46 V.
3. Proses pengambilan data hasil pembacaan tegangan dan beban output PLTS dilakukan kurang lebih 4 jam dengan pengambilan data hasil pembacaan selama 30 menit sekali dengan sensor PZEM-017 dengan rata-rata tegangan yang terbaca adalah 12,09 V, dan rata-rata arus yang terbaca adalah 0,32 A.

DAFTAR PUSTAKA

D. Dzulfikar and W. Broto, “OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH

TANGGA,” in Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal), 2016, pp. SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. doi: 10.21009/0305020614.

- A. Supriyadi and J. Jamaaluddin, “Analisa Efisiensi Penjejak Sinar Matahari Dengan Menggunakan Kontrol ATMEGA16,” JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng., vol. 2, no. 1, pp. 8–15, 2018.
- K. Akhmad, “Pembangkit listrik tenaga surya dan penerapannya untuk daerah terpencil,” Din. Rekayasa, vol. 1, no. 1, pp. 29–33, 2005.
- J. Jamaaluddin and S. Sumarno, “Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan,” JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng., vol. 1, no. 1, pp. 29–33, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i1.375.
- G. Widayana, “Pemanfaatan energi surya,” J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru., vol. 9, no. 1, 2012.