



PLTS On-Grid Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Telegram Sebagai Interface Monitoring

Syailendra Kresnarta Situmeang¹, Subuh Insur Haryudo²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya¹²

Received: 06 September 2024
Revised: 14 September 2024
Accepted: 22 September 2024

Abstract

Penelitian ini mengkaji penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan pemantauan efektifitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on-grid. Tujuan utama adalah mengevaluasi kinerja IoT dalam memonitor kondisi PLTS dan mengembangkan sistem pemantauan terintegrasi dengan IoT yang dapat diakses melalui aplikasi Telegram. Metode R&D diterapkan untuk menguji dan mengembangkan solusi efektif ini. Pengujian mencakup kondisi tanpa beban dan output inverter, dengan hasil menunjukkan kesesuaian antara pembacaan sensor dan PZEM-004T dengan pengukuran multimeter. Data menunjukkan tegangan rata-rata 15,15 volt dari sensor dibandingkan 14,75 volt dari multimeter untuk kondisi tanpa beban, dan 219,75 volt (PZEM-004T) berbanding 218,64 volt (multimeter) pada output inverter. Kesalahan rata-rata antara pembacaan multimeter dan sensor adalah 2,81% untuk tegangan DC dan hanya 0,5% untuk AC. Kesimpulannya, sistem pemantauan berbasis IoT terbukti efektif dan efisien dalam mengawasi dan mengelola PLTS, menunjukkan keandalan dalam pemantauan dan pengelolaan energi surya.

Keywords: Solar Panel, Monitoring, Internet of Things, Sensor, Telegram

(*) Corresponding Author:

*syailendra.19073@mhs.unesa.ac.id, subuhisnur@unesa.ac.id

How to Cite: Situmeang, syailendra, & Haryudo, S. (2024). PLTS On-Grid Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Telegram Sebagai Interface Monitoring. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(18), 970-981. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13987351>

PENDAHULUAN

Di era modern, kebutuhan akan energi alternatif, khususnya energi surya, menjadi semakin penting dalam mengatasi kekurangan sumber energi konvensional. Energi surya, sumber yang tidak terbatas [1], Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan elemen seperti panel surya fotovoltaik, *Solar Charge Controller* (SCC), dan inverter, memberikan solusi yang efisien untuk produksi energi listrik yang berkelanjutan. [2]. PLTS, terutama sistem *on-grid* yang terintegrasi dengan jaringan listrik PLN, menawarkan kestabilan dan keberlanjutan dalam pasokan energi listrik.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah bagaimana mengintegrasikan sistem *solar cell on-grid* dengan peralatan rumah tangga menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT), dan bagaimana menilai kinerja IoT dalam sistem ini. Tantangan ini memerlukan pemahaman tentang kinerja sistem PLTS, serta pemanfaatan IoT untuk *monitoring* yang lebih efektif. [3][4].

Penerapan teknologi IoT diakui sebagai aspek penting untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja dari sistem PLTS, yang menjadi dasar penting dalam penelitian ini untuk menghasilkan solusi yang lebih baik. [5]. Tujuan penelitian ini untuk merancang dan menganalisis sistem *solar cell on-grid* yang terintegrasi dengan IoT, dengan fokus pada *monitoring* kondisi PLTS dan pemanfaatan energi matahari untuk beban peralatan rumah

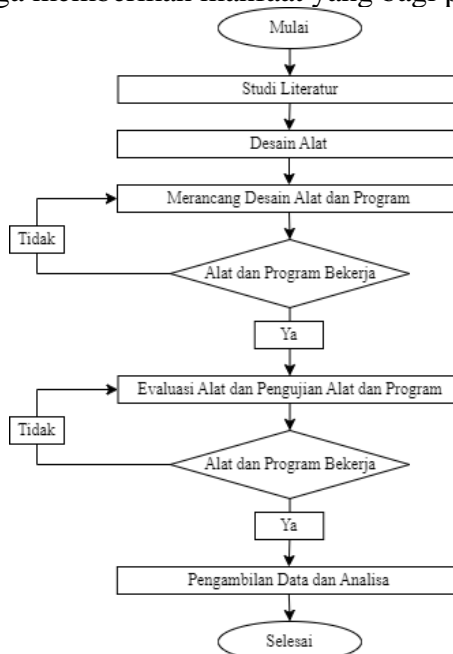
tangga. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi sistem PLTS dan memudahkan pemantauan kondisi secara *real-time*.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis dalam keilmuan teknik elektro, terutama dalam penerapan teknologi energi surya dalam kehidupan sehari-hari, serta praktis bagi masyarakat luas. Dengan mengintegrasikan PLTS *on-grid* dan IoT, diharapkan dapat memberikan penghematan biaya operasional, meningkatkan efisiensi energi, mengurangi emisi karbon, dan memanfaatkan sumber energi terbarukan secara lebih efektif. Hal ini diharapkan akan mendorong penggunaan lebih luas dari sistem PLTS *on-grid* di Indonesia, mendukung pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode R&D (*Research and Development*) sebagai pendekatan sistematis dalam pengembangan dan pengujian produk, dengan tujuan utama meningkatkan kualitas dan memberikan nilai tambah untuk pengguna. Metode R&D memberikan kemampuan untuk menciptakan solusi inovatif dan efektif yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap awal R&D mencakup pengumpulan dan analisis informasi dari studi yang telah ada untuk mendapatkan wawasan terkait dengan produk yang akan dikembangkan.

Selanjutnya, produk yang telah dirancang diuji dalam lingkungan yang sesuai untuk menilai efektivitas produk. Pengujian ini bertujuan untuk mengumpulkan data dan analisis ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan metode R&D sangat penting karena memungkinkan kami untuk mengidentifikasi masalah yang ada, mengembangkan solusi yang efektif, dan menguji keefektifan produk tersebut. Dengan demikian, metode R&D memberikan landasan yang kuat untuk inovasi dan pengembangan produk juga memberikan manfaat yang bagi pengguna.

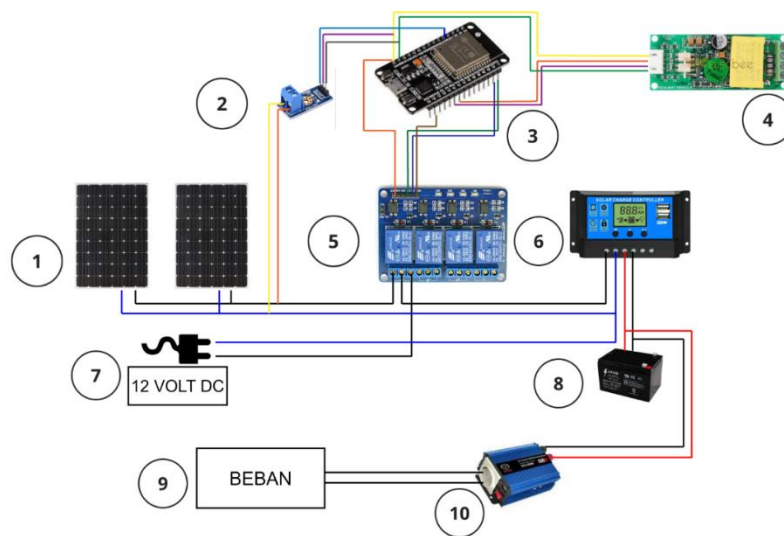


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan *Hardware*

Desain *hardware* dalam penelitian ini, yang terlihat pada Gambar 2, merupakan rancangan sistem panel surya *on-grid*. Sistem ini menggunakan panel surya sebagai sumber energi primer dan PLN sebagai cadangan. Sebuah sensor tegangan digunakan untuk mengidentifikasi tegangan keluaran dari panel surya. Selain itu, sensor PZEM-004T dimanfaatkan untuk mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan oleh inverter, dengan data tersebut selanjutnya dikirim ke mikrokontroler. Apabila tegangan panel surya turun di bawah 10V, mikrokontroler akan menginstruksikan relay untuk beralih ke sumber cadangan PLN. *Solar Charge Controller* (SCC) berfungsi untuk melindungi dari *overcharging* dan tegangan berlebih dari panel surya, serta mengatur arus dan tegangan menuju inverter. Inverter sendiri adalah komponen yang mengubah tegangan DC ke AC, memungkinkan penggunaan beban AC seperti lampu, *charger handphone*, dan laptop. Data yang terkumpul oleh ESP32 kemudian ditransfer ke aplikasi Telegram untuk ditampilkan.



Gambar 2. Perancangan *Hardware* Panel Surya Sistem *On Grid*

Keterangan:

Panel Surya: Alat yang mengonversi sinar matahari menjadi listrik DC dan efektivitasnya dapat berkurang dalam cuaca mendung atau hujan.

DC Voltage Sensor: Alat untuk mengukur tegangan searah dari panel surya.

ESP32: Berfungsi sebagai mikrokontroler dan sebagai pengirim data sensor ke Telegram.

PZEM-004T: Sensor yang mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi dalam sistem listrik AC.

Relay 4 Channel: Modul elektronik yang digunakan untuk mengontrol perangkat listrik dengan sinyal dari mikrokontroler.

Solar Charge Controller (SCC): Mengatur arus listrik dari panel surya dan beban.

12 Volt DC: Sumber daya cadangan dari PLN, terhubung melalui adaptor.

Baterai: Menyimpan energi listrik dari panel surya, memastikan pasokan listrik stabil dan melindungi SCC.

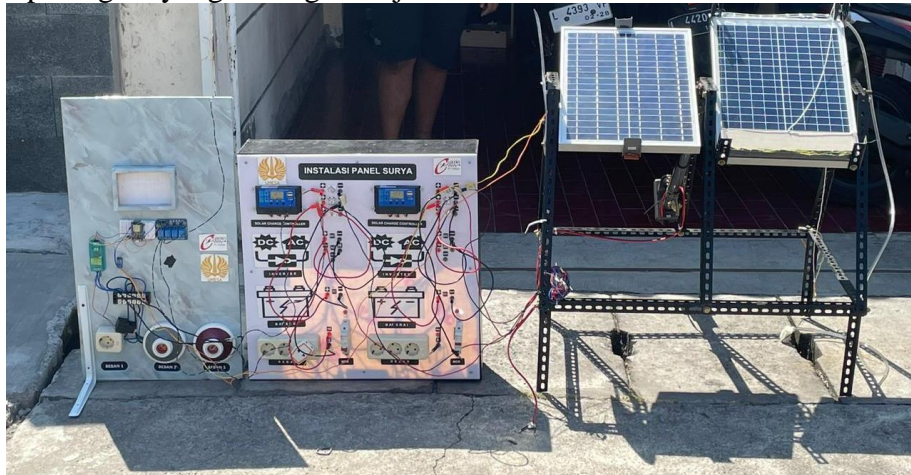
Beban: Alat yang menggunakan listrik, seperti lampu dan kipas.

Inverter: Mengubah listrik tegangan searah (DC) dari panel surya menjadi AC yang digunakan oleh beban.

Pengujian Alat

Hasil dari penelitian ini berupa keberhasilan menciptakan sistem *monitoring* panel

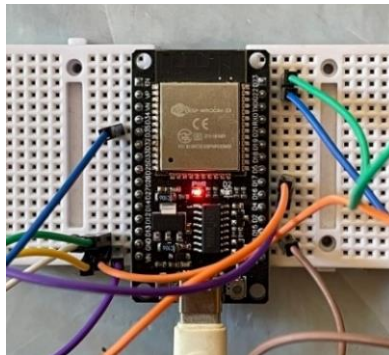
surya berbasis telegram yang dipaparkan pada Gambar 3. Proses perancangan perangkat dimulai dengan melakukan tinjauan literatur untuk mengidentifikasi penelitian yang berkaitan dengan perangkat yang akan dikembangkan. Langkah selanjutnya adalah pembuatan dan pengujian perangkat. Jika ditemukan kesalahan selama fase pengujian, proses tersebut akan diulangi, mulai dari tinjauan literatur, pembuatan perangkat, hingga pengujian kembali. Setelah pengujian perangkat berhasil, proses perancangan dianggap selesai dan perangkat siap untuk diuji lebih lanjut. Pendekatan ini digunakan dalam perancangan perangkat yang sedang dikerjakan.



Gambar 3. Rangkaian PLTS *On Grid* berbasis IoT

ESP-32

Untuk pengujian, dilakukan secara langsung yaitu mengkoneksikan dengan seluruh komponen. dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mikrokontroler ESP-32

Dalam pengujian ESP-32, komponen tersebut disertakan dalam rangkaian yang terdiri dari mikrokontroler ESP-32, relay, dan sensor PZEM-004T sebagai pendeteksi arus, tegangan, dan daya, serta sensor tegangan untuk mendeteksi DC dari panel surya. Hasil pengujian menunjukkan kinerja yang konsisten pada mikrokontroler tanpa kerusakan pada pin dan tegangan pada pin yang sesuai.

Pengujian *Monitoring* pada PZEM-004T

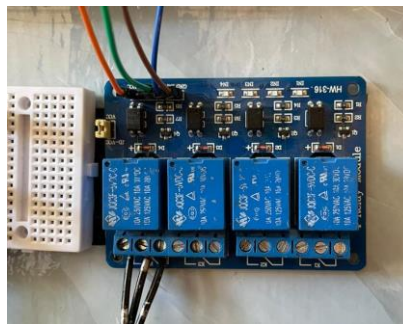
Pengujian PZEM-004T dilakukan dengan menghubungkan ke ESP-32 lalu melakukan pengujian fungsi dasar seperti pengukuran tegangan, arus, dan daya. Mencatat hasil pengukuran untuk memastikan modul bekerja dengan benar. Dan juga dengan mencoba *monitoring* dari jarak jauh menggunakan telegram. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. PZEM-004T

Pengujian *Switching*

Pengujian fungsionalitas *switching* pada PLTS dilakukan untuk mengetahui kinerja dari relay dalam melakukan *switching* antara *solar panel* dan PLN pada tegangan yang telah ditentukan. Dalam melakukan *switching*, relay harus bekerja secara tepat dan akurat terhadap tegangan yang sudah ditetapkan pada program yaitu jika tegangan dibawah 10 volt maka relay akan *switch* ke PLN dan apabila diatas 10 volt maka relay akan switch Kembali ke panel surya. Relay yang diprogram untuk beroperasi pada tegangan tertentu bertugas untuk *switching* antara panel surya dan PLN, seperti yang dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Relay 4 Channel

Pengujian Bot Telegram

Dilakukannya pengujian bot telegram yg berfungsi untuk memastikan bahwa bot bekerja sesuai dan juga meng sinkronkan dengan semua data dari sensor-sensor dan mengetahui hasil output dari PZEM-004T dan juga Sensor Tegangan apakah di aplikasi Telegram *output* dari Sensor dapat keluar nilainya atau tidak. Bot Telegram menggunakan Botfather dapat tersambung dengan sensor-sensor yang digunakan melalui mikrokontroler ESP32 yang dapat mengirim data secara *online* yang dapat diakses melalui handphone yang akan digunakan. Tampilan aplikasi Telegram dapat dilihat pada Gambar 7. dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan bot di Aplikasi Telegram

Data yang diperoleh dari aplikasi telegram adalah tegangan *solar panel* dan tegangan, arus, daya yang dibaca PZEM-004T.

Hasil dan Analisis

Pengujian dilakukan setelah semua sistem sudah lancar, baik *software* dan *hardware*. Semua komponen dirakit, ESP-32 diprogram untuk pengolahan dan transmisi data ke mikrokontroler, yang kemudian menampilkan data di Telegram. Pengujian mencakup pengecekan tegangan sumber dan *output* inverter dengan beban beragam dari 17 watt hingga beban tertinggi yaitu 67,5 watt., baik secara manual menggunakan multimeter maupun melalui Telegram. Setelah perakitan, sistem diaktifkan dan *monitoring* data dilakukan di Jalan Rowo VII No.6, Surabaya, dari pukul 11.00 sampai 17.00 WIB selama empat hari, dengan interval pengambilan data setiap jam, untuk memaksimalkan kinerja *solar cell*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Hari Pertama Tanpa Beban

Waktu	Panel Surya 40WP	
	<i>Monitoring</i>	Manual
	Sensor Tegangan (V)	Multimeter (V)
11.00	16,22	16,00
12.00	17,67	17,00
13.00	18,34	18,00
14.00	17,28	17,00
15.00	15,76	15,00
16.00	15,48	15,50
17.00	13,31	13,00
Rata-rata	16.29	15.92

Dalam Tabel 1. data yang didapat dari Panel Surya 40WP pada hari ke-1 melalui pengukuran langsung menggunakan sensor tegangan memberikan nilai rata-rata tegangan

sebesar 16,29V. Sementara itu, pembacaan melalui multimeter menunjukkan nilai rata-rata tegangan adalah 15,92V. Perbedaan rata-rata *error* antara hasil pengukuran multimeter dan sensor tegangan menunjukkan kesalahan sebesar 2,32%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Hari Kedua Tanpa Beban

Waktu	Panel Surya 40WP	
	<i>Monitoring</i>	Manual
	Sensor Tegangan (V)	Multimeter (V)
11.00	16,38	15,90
12.00	16,57	16,00
13.00	17,48	17,00
14.00	17,54	17,50
15.00	15,81	15,00
16.00	15,19	15,00
17.00	13,54	13,00
Rata-rata	16.07	15.62

Dalam Tabel 2. data yang didapat dari Panel Surya 40WP pada hari ke-2 melalui pengukuran langsung menggunakan sensor tegangan memberikan nilai rata-rata tegangan sebesar 16,07V. Sementara itu, pembacaan melalui multimeter menunjukkan nilai rata-rata tegangan adalah 15,62V. Perbedaan rata-rata *error* antara hasil pengukuran multimeter dan sensor tegangan menunjukkan kesalahan sebesar 2,88%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Hari Ketiga Tanpa Beban

Waktu	Panel Surya 40WP	
	<i>Monitoring</i>	Manual
	Sensor Tegangan (V)	Multimeter (V)
11.00	16,41	15,00
12.00	15,90	14,90
13.00	14,23	14,00
14.00	14,52	14,50
15.00	13,92	13,50
16.00	12,22	12,00
17.00	11,02	11,00
Rata-rata	14.03	13.56

Dalam Tabel 3. data yang didapat dari Panel Surya 40WP pada hari ke-3 melalui pengukuran langsung menggunakan sensor tegangan memberikan nilai rata-rata tegangan sebesar 14,03V. Sementara itu, pembacaan melalui multimeter menunjukkan nilai rata-rata tegangan adalah 13,56V. Perbedaan rata-rata *error* antara hasil pengukuran multimeter dan sensor tegangan menunjukkan kesalahan sebesar 3,47%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Hari Keempat Tanpa Beban

Waktu	Panel Surya 40WP	
	<i>Monitoring</i>	Manual
	Sensor Tegangan (V)	Multimeter (V)
11.00	16,04	15,00
12.00	16,97	16,50
13.00	15,48	15,50
14.00	14,51	14,00
15.00	13,22	13,00
16.00	12,13	12,00

Waktu	Panel Surya 40WP	
	<i>Monitoring</i>	Manual
	Sensor Tegangan (V)	Multimeter (V)
17.00	11,22	11,00
Rata-rata	14.22	13.86

Dalam Tabel 4. data yang didapat dari Panel Surya 40WP pada hari ke-4 melalui pengukuran langsung menggunakan sensor tegangan memberikan nilai rata-rata tegangan sebesar 14,22V. Sementara itu, pembacaan melalui multimeter menunjukkan nilai rata-rata tegangan adalah 13,86V. Perbedaan rata-rata *error* antara hasil pengukuran multimeter dan sensor tegangan menunjukkan kesalahan sebesar 2.59%.

Tabel 5. Hasil Pengujian Hari Pertama Tegangan AC Berbeban

Waktu	Output Inverter (PZEM-004T)			Alat ukur
	Volt	Ampere	Daya	Multimeter
11.00	214,4	0,1	16,9	211
12.00	223,2	0,1	16,6	221
13.00	219,6	0,3	64,0	220
14.00	221,3	0,4	64,0	221
15.00	220,6	0,3	66,4	220
16.00	223,1	0,3	55,0	221
17.00	210,4	0,3	55,5	208
Rata-rata	218.94	0.26	48.34	217.43

Tabel 5. memaparkan data yang diambil mengenai arus dan tegangan keluaran Inverter. Pengukuran dilakukan secara manual dengan multimeter dan juga melalui pemantauan. pengukuran yang menggunakan sensor menunjukkan rata-rata tegangan, adalah 218,94V dan arusnya adalah 0,26A. Sementara itu, Berdasarkan pengukuran manual menunjukkan rata-rata tegangan sebesar 217,43V. Dari data tersebut, dihitung bahwa terdapat kesalahan rata-rata sebesar 0,68% antara hasil pengukuran multimeter dan sensor.

Tabel 6. Hasil Pengujian Hari Kedua Tegangan AC Berbeban

Waktu	Output Inverter (PZEM-004T)			Alat ukur
	Volt	Ampere	Daya	Multimeter
11.00	220,5	0,1	17,0	220
12.00	224,7	0,1	16,7	223
13.00	220,2	0,4	64,2	220
14.00	221,7	0,4	64,4	221
15.00	218,3	0,3	62,0	217
16.00	220,4	0,3	53,0	220
17.00	214,5	0,3	54,5	215
Rata-rata	220.04	0.27	47.4	219.4

Tabel 6. memaparkan data yang diambil mengenai arus dan tegangan keluaran Inverter. Pengukuran dilakukan secara manual dengan multimeter dan juga melalui pemantauan. pengukuran yang menggunakan sensor menunjukkan rata-rata tegangan, adalah 220,4V dan arusnya adalah 0,27A. Sementara itu, Berdasarkan pengukuran manual menunjukkan rata-rata tegangan sebesar 219,4V. Dari data tersebut, dihitung

bahwa terdapat kesalahan rata-rata sebesar 0,29% antara hasil pengukuran multimeter dan sensor.

Tabel 7. Hasil Pengujian Hari Ketiga Tegangan AC Berbeban

Waktu	Output Inverter (PZEM-004T)			Alat ukur
	Volt	Ampere	Daya	Multimeter
11.00	220,4	0,1	16,0	220
12.00	221,9	0,1	16,4	220
13.00	220,2	0,3	63,2	220
14.00	221,2	0,4	62,5	221
15.00	214,2	0,3	64,1	215
16.00	218,4	0,2	54,8	215
17.00	219,0	0,3	55,2	218
Rata-rata	219.33	0.24	47.46	218.43

Tabel 7. memaparkan data yang diambil mengenai arus dan tegangan keluaran Inverter. Pengukuran dilakukan secara manual dengan multimeter dan juga melalui pemantauan. pengukuran yang menggunakan sensor menunjukkan rata-rata tegangan, adalah 219,33V dan arusnya adalah 0,24A. Sementara itu, Berdasarkan pengukuran manual menunjukkan rata-rata tegangan sebesar 218,43V. Dari data tersebut, dihitung bahwa terdapat kesalahan rata-rata sebesar 0,41% antara hasil pengukuran multimeter dan sensor.

Tabel 8. Hasil Pengujian Hari Keempat Tegangan AC Berbeban

Waktu	Output Inverter (PZEM-004T)			Alat ukur
	Volt	Ampere	Daya	Multimeter
11.00	220,0	0,1	14,5	220
12.00	222,2	0,2	15,7	221
13.00	219,9	0,5	63,2	220
14.00	224,6	0,4	62,0	222
15.00	221,3	0,3	65,8	219
16.00	217,8	0,3	53,1	215
17.00	219,0	0,2	54,3	218
Rata-rata	220.69	0.29	46.94	219.29

Tabel 8. memaparkan data yang diambil mengenai arus dan tegangan keluaran Inverter. Pengukuran dilakukan secara manual dengan multimeter dan juga melalui pemantauan. pengukuran yang menggunakan sensor menunjukkan rata-rata tegangan, adalah 220,69V dan arusnya adalah 0,29A. Sementara itu, Berdasarkan pengukuran manual menunjukkan rata-rata tegangan sebesar 219,29V. Dari data tersebut, dihitung bahwa terdapat kesalahan rata-rata sebesar 0,63% antara hasil pengukuran multimeter dan sensor.

Bot Telegram



Gambar 8. Tampilan di Aplikasi Telegram

Pada gambar 8. menunjukkan tampilan *monitoring* pada aplikasi Telegram. Untuk mengakses menu pilihan, pengguna harus mengirim instruksi /start kepada bot. Kemudian, dengan segera bot akan memberi pilihan yaitu:

/Tegangan_panel_surya

(Menunjukkan data tegangan dari panel surya yang terdeteksi oleh sensor tegangan DC)

/Kondisi_sumber

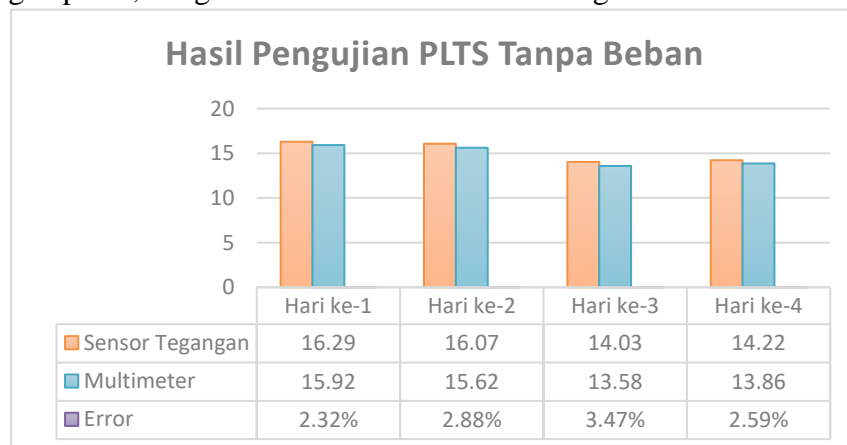
(Menyediakan informasi tentang sumber energi yang sedang digunakan, apakah dari panel surya atau dari jaringan listrik PLN)

/Beban_ac

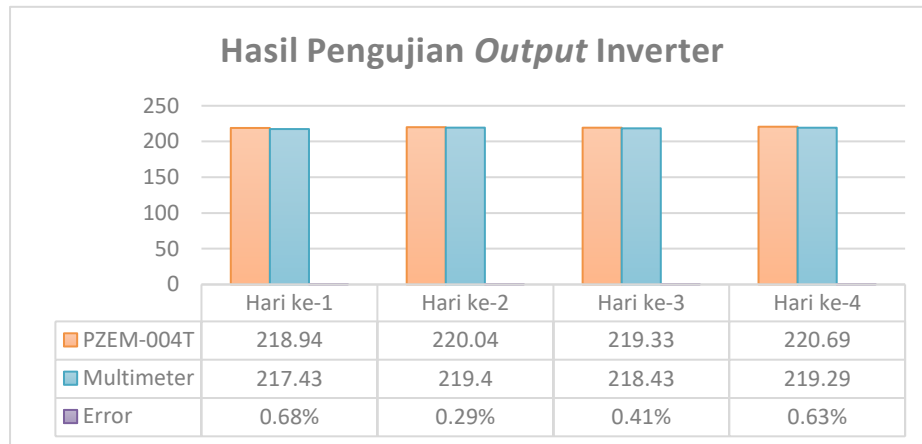
(Menampilkan informasi tentang arus dan tegangan yang keluar dari inverter)

Hasil Pengujian

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian PLTS tanpa beban, dan Gambar 10 adalah hasil pengujian *output* inverter serta pengukuran tegangan dan arus dari panel surya, baik secara monitoring maupun manual. Kondisi cuaca berawan pada tanggal 1 dan 2 November, serta mendung pada tanggal 3 dan 4 November, mempengaruhi kestabilan arus dan tegangan panel, dengan nilai lebih rendah dibandingkan hari-hari sebelumnya.



Gambar 9. Hasil Pengujian PLTS Tanpa Beban



Gambar 10. Hasil Pengujian Output Inverter

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemantauan panel surya dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) berbasis aplikasi Telegram, yang memungkinkan pemantauan dari jarak jauh. Pemanfaatan bot Botfather dan Arduino IDE berkontribusi dalam pengembangan sistem. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas sistem dalam mengirimkan data kinerja panel surya secara *real-time* melalui mikrokontroler ESP32 ke aplikasi Telegram, dengan rata-rata tegangan yang terdeteksi oleh sensor sebesar 15,15 volt, sedikit berbeda dengan pengukuran 14,75 volt menggunakan multimeter.

Berbagai peralatan rumah tangga digunakan sebagai beban pada *output* inverter. Selama pengujian empat hari, PZEM-004T mencatat rata-rata tegangan 219.75 volt, berbanding dengan 218.64 volt dari pengukuran multimeter. Terdapat kesesuaian yang baik antara pembacaan sensor dan PZEM-004T dengan pengukuran manual. Kesalahan rata-rata antara pembacaan multimeter dan sensor untuk tegangan DC adalah 2,81%, dan untuk tegangan AC sekitar 0,5%. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* yang dikembangkan mampu menyediakan data akurat dan andal untuk pemantauan panel surya, menunjukkan efektivitas penggunaan IoT dalam aplikasi energi surya.

REFERENSI

- P Bambang Hari Purwoto, Jatmiko, Muhamad Alimul F, Ilham Fahmi Huda. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif". *Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 2018.
- P.G.G.Priajana, I.N.S. Kumara, I.N. Setiawan. "Grid Tie Inverter Untuk PLTS Atap Di Indonesia: Review Standar Dan Inverter Yang Compliance Di Pasar Domestik". *Jurnal SPEKTRUM*. 2020; Vol. 7.
- Liu. Zhibin, Liu. Boqian, Ding. Xiaoyin, dan Wang. Fei. "Research On Optimization of Energy Storage Regulation Model Considering Wind-Solar and Multi-Energy Complementary Intermittent Energy Interconnection". 2022; *Energy Reports*. Volume 8, Supplement 7 North China Institute of Aerospace Engineering.
- Noprida Sari, Yuwaldi Away, Suriadi. "Desain Perangkat Monitoring Faktor Daya pada Sistem PV On-Grid Berbasis IoT". *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*. 2020; Vol. 5 No. 3.

- Brahmantya Aji Pramudita, Bandiyah Sri Aprillia, Mohamad Ramdhani. "Analisis Ekonomi On Grid PLTS Untuk Rumah 2200 VA". ; *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan*. 2020, Vol. 1, No. 2.
- Muhammad Aslam Ridho Effendy. "Pengawasan Kapasitas Panel Surya Berbasis Iot Menggunakan Arduino Uno Pada PLTS Pematang Johar". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*. 2022; Vol 2.
- Ni Made Neli Lestari, I Nyoman Satya Kumara, Ida Ayu Dwi Giriantari. "Review Status Panel Surya Di Indonesia Menuju Realisasi Kapasitas PLTS Nasional 6500 MW". *Jurnal SPEKTRUM*. 2021; Vol. 8.
- Bambang Hari Purwoto, Jatmiko, Muhamad Alimul F, Ilham Fahmi Huda. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Energi". *Emitor : Jurnal Teknik Elektro*. 2018; vol. 18.
- Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito. "The Internet of Things: a survey". *Computer Networks Journal*. 2010; Vol 54.
- Albert Gifson. "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid Di Ecopark Ancol". *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*. 2020; vol. 22.
- Rahmat Hasrul. "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif". *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi 43 & Industri)*, 2021; Vol. 5.
- Tomi Alamsyah, Ayong Hiendro, Zainal Abidin "Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya" *J3EIT (Journal of Electrical, Engineering, Energy and Information Technology)* 2021; Vol 9, No 2.