

RANCANG BANGUN SISTEM DATA LOGGER DAN MONITORING UNTUK INSTALASI PANEL SURYA GRID TIE (GTI) INVERTER 600 W DENGAN INTERFACING BLYNK

Rafly Akhsani Taqwin, Dista Yoel Tadeus, Fakhruddin Mangkusasmito, Ari Bawono Putranto

Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

E-mail: aribawonoputranto@lecturer.undip.ac.id

Received: 1 Desember 2023; revised: 20 Januari 2023; accepted: 23 Januari 2023

ABSTRACT

Solar energy is an inexhaustible source of renewable energy. Indonesia, which is a tropical country that is crossed by the equator, has a fairly high solar intensity per year. With this potential, it is necessary to process or develop the alternative energy. One way to develop this potential is to use solar panels that can convert solar energy into electrical energy. In this study, we developed a data logger system design tool for the installation of an Arduino-based 600 W inverter grid tie (GTI) solar panel. Nowadays, observation or monitoring still uses conventional or manual methods. Therefore, in making this task we made a voltage, current, and power monitoring tool on a solar panel that functions as a current, voltage and power sensor with the Arduino Mega microcontroller as an output data store which will be communicated via Android. The results of the data will be analyzed by calculating the break even point (BEP) to determine the feasibility of procuring On-Grid solar panel systems. From the BEP calculation results, the average energy supply from solar panels is 5% or every month solar panels can reduce costs by Rp.42,000. From these results it is known that the value of the BEP from the procurement of On-Grid solar panels can be achieved for 7 years and 4 months, only then it will be profitable.

Keywords: Monitoring, solar panels, grid tie, PLN, On-Grid

PENDAHULUAN

Potensi energi yang dihasilkan oleh matahari sangatlah banyak. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan bentuk pemanfaatan sinar matahari [1]. Letak Indonesia yang berada di garis khatulistiwa (6°LU sampai 11°LS dan 95°BT sampai 141°BT), potensi energi surya di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 KWh/m^2 atau setara dengan 112.000 GWp , namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp [2,3]. Jumlah keluaran yang dihasilkan dari proses pengubah atau konversi tersebut juga ditentukan oleh beberapa kondisi dimana sebuah *solar cell* berada, seperti intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan *spektrum* cahaya matahari. Kondisi alam yang selalu berubah-ubah setiap waktu menyebabkan daya keluaran

panel surya juga ikut berfluktuasi [4-6]. Dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya, energi surya memiliki banyak kelebihan seperti kebersihan, ketenangan, keamanan dan tidak menghasilkan polusi [2,7].

Sistem fotovoltaik atau PLTS mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil maupun diperkotaan, di mana sinar mataharinya melimpah dan bahan bakar sulit didapatkan dan relatif mahal [8]. Energi listrik dari PLTS yang dihubungkan ke jaringan membutuhkan suatu sistem interaktif antara sistem PLTS dengan jaringan listrik [7]. Ada beberapa jenis sistem PLTS, sistem yang tersambung

ke jaringan listrik PLN (*On-Grid*) dan sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*Off-Grid*). Sistem *On-Grid* merupakan sistem PLTS yang hanya menghasilkan daya ketika jaringan daya utilitas PLN tersedia. Sistem ini harus terhubung ke *grid* agar bekerja. Sedangkan *Off-Grid* adalah sistem kelistrikan yang tidak terhubung dengan jaringan listrik umum dan bisa bekerja tanpa adanya jaringan utilitas PLN.

Sampai saat ini, kapasitas terpasang untuk panel surya masih sangatlah rendah. Padahal masyarakat sepenuhnya bergantung terhadap penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari listrik rumah tangga, wilayah perkantoran, instansi pemerintah, sampai dengan wilayah industri. Akan tetapi, masih banyak permasalahan kelistrikan di masyarakat yang dikeluhkan terutama pada harga energi listrik yang terus meningkat [9]. Dalam hal ini pemanfaatan energi matahari sangatlah membantu dalam mengurangi tagihan listrik. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka dibutuhkan kepraktisan dalam segala hal, termasuk penerapan pada sistem monitoring daya listrik. Dalam penerapan sistem monitoring daya dibutuhkan alat yang memudahkan pengguna untuk mengetahui seberapa besar pemakaian daya listrik pada suatu alat [10]. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan atau *monitoring* melalui *smartphone* dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan keluaran yang dihasilkan antara penggunaan listrik rumah yang diinstalasi panel surya dengan penggunaan listrik rumah yang tidak dilengkapi dengan instalasi panel surya atau murni dari jaringan utilitas PLN.

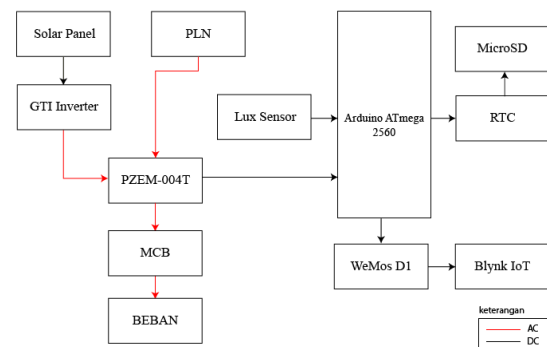
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode implementasi lapangan, dengan merancang sistem *monitoring* dan *datalogger* panel surya pada rumah tinggal sebagai media pengumpulan data selama 3

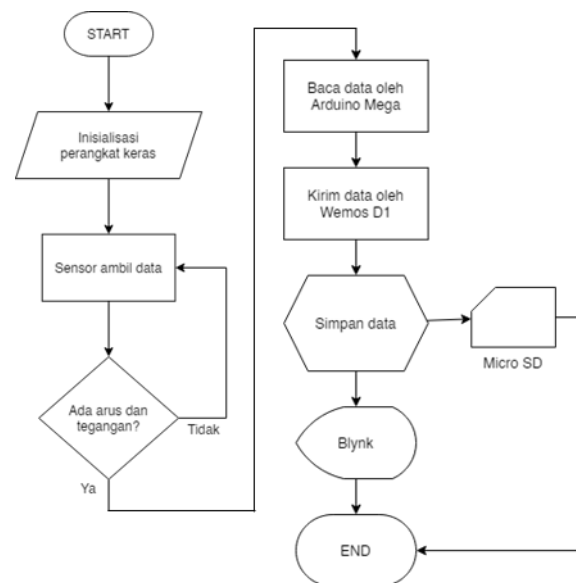
bulan. Data yang telah terkumpul pada percobaan akan dilakukan analisa perhitungan *Break Even Point* (BEP) sebagai penentu layak atau tidaknya instalasi panel surya pada rumah tinggal. Pada proses perancangan sistem, dilakukan perancangan dan pembuatan komponen, serta penyusunan kode pemrograman.

Sistem Monitoring Panel Surya

Teknik pemantauan parameter keluaran panel surya menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor PZEM-004T, sensor lux, modul RTC, dan modul microSD beserta microSD. Blok diagram keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan flowchart sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem.



Gambar 2. Flowchart Sistem.

Modul Panel Surya

Jenis panel surya (Gambar 3) yang digunakan yaitu tipe polycrystalline dengan kapasitas daya 200wp. Panel surya dapat mengkonversikan energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya [2]. Dengan sistem *On-Grid installation*, dalam percobaan mempermudah melakukan perhitungan analisa antara energi yang disuplai oleh panel surya dengan energi yang dikonsumsi oleh rumah tangga. Efisiensi modul surya, antara lain bergantung pada material sel fotovoltaik dan proses produksinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi keluaran dari modul panel surya antara lain radiasi sinar matahari, kemiringan modul, bayangan benda, dan temperature modul [2,4,11,12].

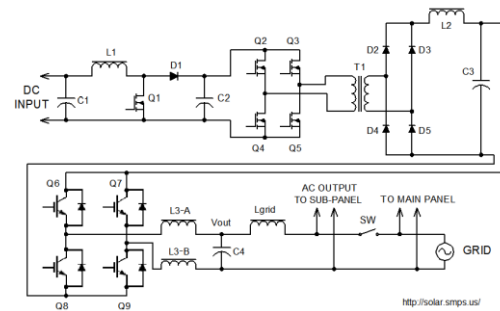


Gambar 3. Modul Panel surya.

Inverter Grid Tie 600W

Inverter (Gambar 4) berfungsi sebagai pengubah atau mengkonversi arus listrik DC ke arus listrik AC pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya [13]. Inverter merupakan salah satu bagian dari *power conditioning* yang berfungsi mengubah tegangan output DC dari panel surya ataupun baterai menjadi tegangan AC. Grid Tie Inverter merupakan inverter tipe khusus yang dapat mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dan dioperasikan secara paralel bersama dengan jaringan listrik utama [14]. Oleh karena syarat pengoperasiannya adalah keluaran GTI yang dihubungkan bersama dengan jaringan listrik yang sudah ada (dalam hal ini, PLN) [7,11]. Dengan memaksimalkan kinerja konverter yang terdiri atas induktor, transistor, dioda, dan kapasitor, arus DC

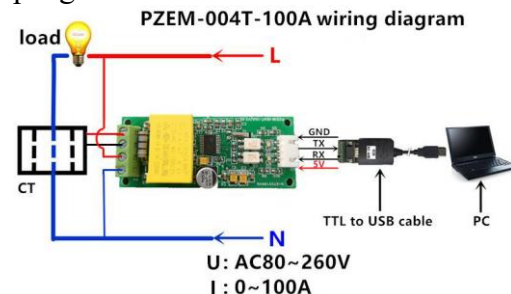
akan diubah menjadi arus AC yang kemudian dihubungkan ke jaringan utilitas PLN sebagai penyuplai [11].



Gambar 4. Rangkaian Inverter.

Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T. Sensor PZEM-004T adalah sensor yang dapat mengukur nilai arus, tegangan, daya dan energi dari penggunaan listrik AC dengan tingkat akurasi pengukuran yang cukup baik. Sensor ini mengeluarkan output dengan komunikasi serial. Modul PZEM-004T diproduksi oleh perusahaan bernama Peacefair, ada model 10 Ampere dan 100 Ampere [15]. Sensor ini dapat mengukur tegangan sampai dengan 260VAC dan arus sebesar 100A. Modul sensor PZEM-004t dihubungkan dengan fasa (pada pin L) dan netral (pada pin N) sumber tegangan AC untuk pembacaan tegangan. Kabel output CT dihubungkan dengan 2 input pin CT pada modul. Dengan demikian, nilai tegangan, arus, daya aktif, dan energi dapat dibaca oleh modul sensor PZEM-004t tersebut. Gambar 5 menunjukkan rangkaian pengkabelan sensor PZEM-004T



Gambar 5. Wiring PZEM-004T

Sensor Lux DFRobot SKU:SEN0390

Sensor yang digunakan memiliki kemampuan pembacaan sinar dari 0-200klx dengan operasi kerja 2,7V~6V dan

ketahanan terhadap temperatur - 40°C~+85°C, serta dilengkapi oleh cangkang untuk melindungi komponen inti dari cuaca panas dan hujan. Hal tersebut sangat cocok digunakan dalam implementasi sistem monitoring panel surya. Gambar 6 merupakan tampilan komponen dari sensor lux DFRobot SKU:SEN0390 [16].



Gambar 6. Sensor lux DFRobot SKU:SEN0390.

Real-Time Clock DS3231 (RTC DS3231)

RTC merupakan chip dengan konsumsi daya rendah. Chip tersebut mempunyai kode binary (BCD), jam/ kalender, 56 byte NV SRAM dan komunikasi antarmuka menggunakan serial two wire. RTC menyediakan data dalam bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun, dan informasi yang dapat diprogram [17]. RTC digunakan sebagai pewaktu atau *timestamp* pada datalogger untuk memudahkan pemantauan setiap bulannya. Modul RTC terhubung melalui arduino mega kemudian keluaran waktu akan dicatat ke dalam microSD. Gambar 7 merupakan tampilan dari RTC

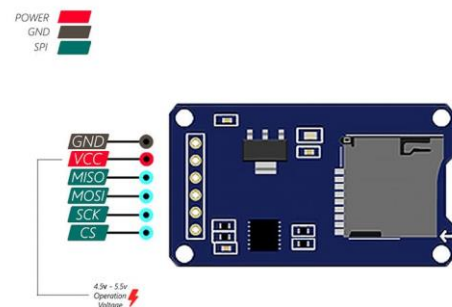


Gambar 7. Tampilan dari RTC DS3231.

Data Logger

Data logger merupakan sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengumpulkan dan merekam data dari

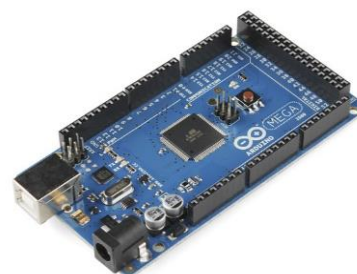
objek yang direkam baik secara terintegrasi dengan sensor eksternal maupun sensor internal seperti sensor arus dan sensor tegangan [9]. Data logger sering digunakan untuk menyimpan informasi dalam waktu yang lama dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan parameter listrik dan meteorologi [12]. Data *real time* yang direkam dan dikumpulkan kemudian disimpan secara MMC/*SD card* (Gambar 8) untuk back up data apabila terjadi kerusakan pada data logger [9].



Gambar 8. Konfigurasi pin modul MicroSD.

Arduino ATmega 2560

Arduino Mega 2560 (Gambar 9) ialah sebuah papan board yang berbasis mikrokontroler dan menggunakan mikrokontroler IC ATmega 2560. Pada dasarnya, mikrokontroler adalah mikroprosesor atau IC yang digunakan untuk instrumentasi dan kendali. Sedangkan Arduini adalah papan rangkaian elektronik atau *board open source* yang terdapat sebuah chip mikrokontroler sebagai komponen utama dari Arduino tersebut [18].



Gambar 9. Arduino Mega 2560.

WeMos D1 R1 mini

Wemos merupakan salah satu *board* yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya

untuk project yang mengusung konsep IoT. Wemos dapat *running stand-alone* berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut, WeMos dapat *running stand-alone* karena di dalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA (*Over The Air*) serta transfer program secara *wireless* [Hasrul 2021]. Jenis WeMos yang digunakan adalah Wemos D1 R1 seperti Gambar 10.



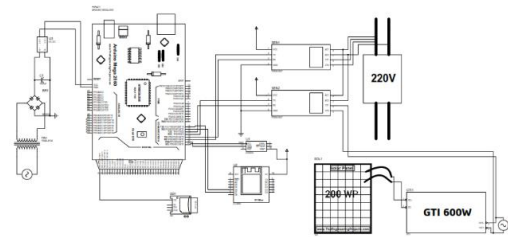
Gambar 10. WeMos D1 R1 mini.

Aplikasi Blynk

Blynk adalah platform untuk IOS atau Android yang digunakan untuk mengendalikan module arduino, Rasbery Pi, Wemos dan module sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini sangat mudah digunakan bagi orang yang masih awam. Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang memudahkan pengguna dalam memakainya. Cara membuat projek di aplikasi ini sangat gampang, tidak sampai 5 menit yaitu dengan cara drag and drop. Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah yang disebut dengan IOT (*Internet of Things*) [20].

Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian yang ditampilkan pada Gambar 11 merupakan keseluruhan komponen yang terdiri atas Arduino Mega, sensor PZEM-004T, sensor lux, RTC, modul microSD, WeMos D1 mini, inverter GTI, dan solar panel.



Gambar 11. Rangkaian keseluruhan komponen.

HASIL & PEMBAHASAN

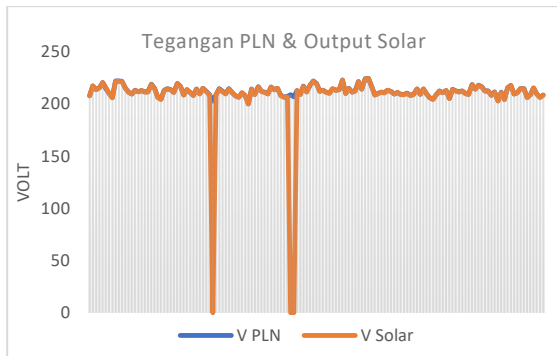
Pengujian Data Sensor

Penulis mengumpulkan data berupa tegangan, arus, daya, dan energi dari kedua jaringan, yaitu PLN dan Panel Surya. Pada pembahasan ini, penulis menjelaskan mengenai data yang didapat selama pengujian alat yaitu perancangan monitoring dan datalogger pada panel surya. Di pembahasan ini penulis juga menjelaskan mengenai kelayakan sistem perancangan panel surya pada rumah tangga dilihat dari sisi ekonomi menggunakan analisa perhitungan BEP. Bentuk fisik box panel surya ditunjukkan pada Gambar 12.

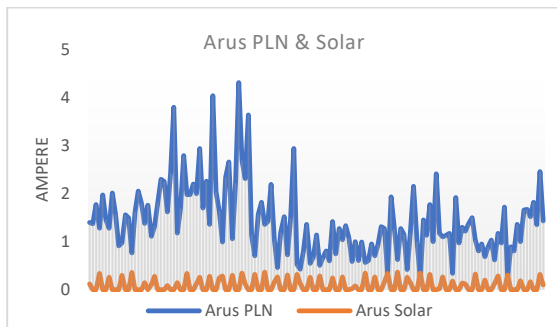


Gambar 12. Bentuk fisik box panel surya.

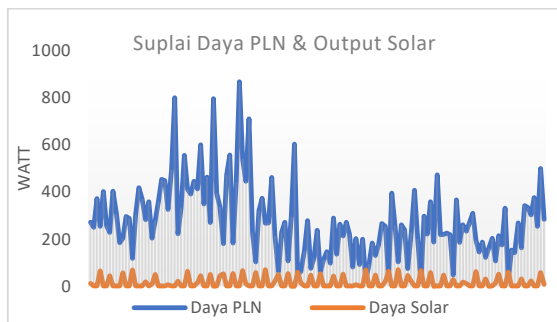
Pengamatan hasil nilai sensor yang mencakup banyak data, dapat dilihat pada Gambar 13-15. Sedangkan **Tabel 1** merupakan tabel dari hasil rata-rata pengujian perancangan monitoring pada panel surya dan PLN.



Gambar 13. Grafik Tegangan PLN & Output Solar.



Gambar 14. Grafik Arus PLN & Output Solar.



Gambar 15. Grafik Suplai Daya PLN & Solar.

Dari **Tabel 1** dapat dihitung rata-rata biaya tiap bulan dengan suplai panel surya melalui persamaan 1.

Tabel 1. Rata-rata hasil pengujian selama 3 bulan.

Bulan	V PLN	I PLN	P PLN	Energi PLN	V Solar	I Solar	P Solar	Energi Solar
Maret 2022	212,74 V	1,76 A	348,21 W	287,78 kWh	212,60 V	0,09 A	14,99 W	18,75 kWh
April 2022	213,39 V	1,23 A	235,42 W	536,41 kWh	213,37 V	0,09 A	15,19 W	29,82 kWh
Mei 2022	211,62 V	1,17 A	222,35 W	684,93 kWh	211,41 V	0,08 A	13,81 W	40,22 kWh
Rata-rata								29,59 kWh

$$\Sigma \text{Biaya} = \Sigma \text{Energi Solar} \times \text{Rp } 1444,70 \quad (1)$$

Maka,

$$\Sigma \text{Biaya} = 29,59 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1444,70$$

$$\Sigma \text{Biaya} = \text{Rp } 42.578$$

Atau dapat dilakukan perhitungan untuk setiap bulannya yaitu,

$$\text{Hemat Biaya} = \text{Energi Solar} / \text{blm} \times \text{Rp } 1444,70 \quad (2)$$

Jadi, penghematan setiap bulannya yaitu

- Maret 2022 = 18,75 x 1444,70 = Rp 27.088,125
- April 2022 = 29,82 x 1444,70 = Rp 43.080,954
- Mei 2022 = 40,22 x 1444,70 = Rp 58.105,834

Untuk menghitung persentase suplai energi dari setiap jaringan, dibutuhkan pengambilan data dari datalogger dan dilakukan perhitungan

$$\% Q_{PLN} = \frac{Q_{PLN}}{Q_{PLN} + Q_{solar}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\% Q_{solar} = \frac{Q_{solar}}{Q_{PLN} + Q_{solar}} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana,

Q_{PLN} = Suplai Energi pada PLN

Q_{solar} = Suplai Energi oleh Panel Surya

Hasil dari perhitungan suplai energi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Persentase suplai energi per bulan.

Bulan	Suplai Energi (%)	
	PLN	Panel Surya
Maret 2022	93,88%	6,11%
April 2022	94,73%	5,26%
Mei 2022	94,45%	5,54%

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa panel surya menyuplai energi ke jaringan PLN dengan rata-rata tiap bulan 5%.

Perhitungan *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan keadaan dimana nilai investasi dan pendapatan berada di titik 0, atau dapat dikatakan berada pada kondisi tidak mengalami kerugian dan tidak mengalami keuntungan. Nilai BEP diperlukan untuk dapat memperkirakan pada tahun ke berapa investor mulai mengalami keuntungan. Biaya investasi yang diperlukan dalam pengadaan instalasi PLTS seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Perhitungan investasi diatas belum termasuk dengan biaya pemeliharaan PLTS. Dengan biaya pengadaan PLTS untuk mensuplai beban rumah tinggal dengan daya 2200VA, maka biaya tersebut akan kembali modal (*Break Even Point*) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

Tabel 3. Biaya pengadaan PLTS On Grid.

Komponen	Keterangan	Harga/Unit	Jumlah	Total harga
Panel Surya	SUNASIA 200WP	Rp.1.925.000	1	Rp.1.925.000
Inverter	-	Rp.1.400.000	1	Rp.1.400.000
Kabel Solar	SLOCABLE 2x6mm 1 meter	Rp.35.000	10	Rp.350.000
Total biaya				Rp. 3.675.000

$$BEP = \frac{\text{Total Biaya Pengadaan PLTS}}{\text{Biaya rata - rata tiap bulan}} \quad (5)$$

$$BEP = \frac{Rp. 3.675.000}{Rp. 42.758}$$

$$= 88,05 \approx 88 \text{ bulan} \approx 7 \text{ tahun } 4 \text{ bulan}$$

Jadi, titik impas investasi (*Break Event Point*) dalam pengadaan PLTS sebagai sumber untuk mensuplai beban rumah tinggal dengan daya 2200VA dicapai dalam **7 tahun 4 bulan**, setelah itu baru akan mendapatkan keuntungan.

KESIMPULAN

Adapun beberapa kesimpulan yang diperoleh dari Rancang Bangun Sistem Data Logger Dan Monitoring Untuk Instalasi Panel Surya Grid Tie (GTI) Inverter 600W Dengan Interfacing Blynk sebagai berikut.

1. Dari hasil pengujian sensor PZEM-004T, nilai dari setiap variabel tegangan dan arus memiliki nilai deviasi tidak lebih besar dari 1%. Hal ini menandakan analisis perhitungan untuk daya dan energi dari kedua jaringan cenderung akurat.
2. Dalam rentang waktu 3 bulan, persentase suplai energi dari panel surya rata-rata mencapai 5% dari konsumsi energi PLN.
3. Hasil perhitungan rata-rata biaya dari suplai panel surya setiap bulan kurang lebih menghemat biaya sebesar Rp 42.000.

4. Titik impas (*Break Even Point*) dalam instalasi panel surya On-Grid 200Wp pada rumah tangga dengan beban 2200 VA dapat dicapai dalam 7 tahun 4 bulan, setelah itu baru akan mendapatkan keuntungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lianda J, Custer J, Adam. Sistem Monitoring Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino Uno. *Prosiding Seminar Nasional Industri dan Teknologi*. Politeknik Negeri Bengkalis: SNIT 2019. 2019.
- [2] Suhendar. *Dasar-Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Tangerang: Media Edukasi Indonesia. 2022.
- [3] Custer J, Idham M, Lianda J. Rancang Bangun Sistem Kontrol Panel Surya Dua Dimensi Berbasis Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri* Politeknik Negeri Bengkalis: SNIT. 2016.
- [4] Junaldy M, dkk., Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*. 2019;8(1):9-14.
- [5] Priatama TA, Apriyani Y, Danus M. Sistem Monitoring Solar Cell Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 Dan Data Logger Secara Real Time. *SNITT Politeknik Negeri Balikpapan*. 2020;P-37:249-253.
- [6] Fachri MR, Sara ID, Away Y. Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. 2015;11(4):123-128.
- [7] Nahela S, dkk. Analisis Perbandingan Supply Arus Grid Tied Inverter Panel Surya Dan PLN Pada Beban 400 Watt Terhadap Radiasi Matahari. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*. 2019;18(2):69-78.
- [8] Ramadhani B. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia. 2018.
- [9] Sanjaya IPGM, Partha CGI, Khrisne DC. Rancang Bangun Sistem Data Logger Berbasis Visual Pada Solar Cell. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 2017;16(3):114-121.
- [10] Mustafa S & Muhammad U. Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone. *Jurnal Media Teknik*. 2020;17(3):127-130.
- [11] Saodah S & Utami S. Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*. 2019;7(2):339-350.
- [12] Pudis A & Mardiyanto IR. Desain dan Implementasi Data Logger untuk Pengukuran Daya Keluaran Panel Surya dan Iradiasi Matahari. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*. 2020;8(2):240-251.
- [13] Rachwanto RD, Saidah S, Amirullah A. Implementasi Inverter Berbasis Square Wave dan Sinusoidal PWM Menggunakan Arduino Uno. *Rekayasa*. 2022;15(2):182-191.
- [14] Setyabudy R, Setiawan EA, Hartono BS, Budiyanto. Peningkatan Kinerja Grid Tie Inverter pada Jaringan Listrik Mikro Saat Kondisi Islanding dengan Penambahan Perangkat Uninterrupted Power Supply. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*. 2012;3(2):125-131.
- [15] Jokanan JW, Widodo A, Kholis N, Rakhmawati L. Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase Dan Aplikasi Android. *Jurnal Teknik Elektro*. 2022;11(1):47-55.
- [16] DFRobot Forum. *Ambient Light Sensor 0 - 200klx SKU SEN0390*. [Daring]. Tersedia pada https://wiki.dfrobot.com/Ambient_Lig

- ht_Sensor_0_200klx_SKU_SEN0390.
Diakses pada 29 Mei 2023.
- [17] Suryawinata H, Purwanti D, Sunardiyo S. Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307. *Jurnal Teknik Elektro*. 2017;9(1):30-36.
- [18] Priyono TO & Prasetyo G. Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis IOT Pada Panel Surya 20 WP Menggunakan Arduino Mega 2560. *Jurnal Elektro*. 2022;10(2):156-165.
- [19] Hasrul R. Rancang Bangun Prototipe WC Pintar Berbasis Wemos D1R1 Yang Terhubung Pada Android. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*. 2021;5(2):51–59.
- [20] Artiyasa M, Rostini AN, Edwinanto E, Junfithrana AP. Aplikasi Smart Home Nodemcu IoT Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*. 2020;7(1):1-7.