

Sistem *Monitoring* Daya Listrik *Photovoltaic* Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Ivan Fahrezi Pamungkas

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : ivan.18039@mhs.unesa.ac.id

Unit Three Kartini, Tri Wrahatnolo, Joko

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : unitthree@unesa.ac.id, triwrahatnolo@unesa.ac.id, joko@unesa.ac.id

Abstrak

Untuk *memonitoring* daya listrik dan radiasi matahari yang dihasilkan *photovoltaic* maka dilakukan salah satu perancangan alat yaitu sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT). Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah sistem *monitoring* dari panel surya berupa data daya yang dihasilkan dan radiasi matahari yang diterima oleh panel surya. Pada penelitian pengembangan ini dikembangkan sistem *monitoring* melalui *smartphone* dengan memanfaatkan aplikasi *Blynk*, jadi aplikasi *Blynk* ini berguna dalam *monitoring* melalui *smartphone* dikarenakan cara menggunakannya yang praktis dan mudah melalui *smartphone*. Teknik analisis data dalam penelitian pengembangan ini yaitu perbandingan dari aplikasi *Blynk* dan alat ukur. Hasil penelitian pengembangan sistem *monitoring* daya listrik *photovoltaic* dan radiasi matahari yang diterima *photovoltaic* didapatkan daya listrik maksimum melalui aplikasi *Blynk* pada hari pertama sebesar 40,08 watt, pada hari kedua sebesar 36,65 watt dan pada hari ketiga sebesar 17,50 watt dan radiasi matahari terbesar yang diterima *photovoltaic* maksimal sebesar 4314 Watt/m². Dengan adanya sistem *monitoring* daya listrik pada *photovoltaic* diharapkan dapat bermanfaat dalam *monitoring* daya listrik yang dihasilkan dari *photovoltaic* melalui *smartphone* dengan jaringan internet. Dalam penelitian pengembangan ini dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) didapatkan hasil yang lebih efisien dan juga praktis dalam *memonitoring* daya listrik pada *photovoltaic* jika dibandingkan dengan komunikasi jaringan yang masih menggunakan *Bluetooth*.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT), *Blynk*, *Photovoltaic*, Daya Listrik, Radiasi Matahari

Abstract

To monitor electrical power dan solar radiation produced by photovoltaics, one of the tools is designed, namely a monitoring system based on the Internet of Things (IoT). The purpose of this research is to develop a monitoring system from solar panels in the form of data on the power generated dan solar radiation received by the solar panels. In this development research, a monitoring system through a smartphone was developed by utilizing the Blynk application, so the Blynk application is useful in monitoring via smartphone because of the practical dan easy way to use a smartphone. The data analysis technique in this development research is a comparison of the Blynk application dan measuring instruments. The results of research on the development of a photovoltaic electricity monitoring system dan solar radiation received by photovoltaic obtained the maximum electric power through the Blynk application on the first day of 40.08 watts, the second day of 36.65 watts, dan the third day of 17.50 watts dan solar radiation The largest photovoltaic received is a maximum of 4314 Watt/m². With the electrical power monitoring system on photovoltaics, it is hoped that will be useful in monitoring the electrical power generated from photovoltaics via smartphone with an internet network. In this development research by utilizing the Internet of Things (IoT) results are obtained that are more efficient dan practical in monitoring electrical power in photovoltaics compared to network communications that still use Bluetooth.

Keywords: Internet of Things (IoT), Blynk, Photovoltaic, Electrical Power, Solar Radiation

PENDAHULUAN

Pemanfaatan *Internet Of Things* (IoT) pada era sekarang sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari – hari, seperti memudahkan dalam bekerja sehingga bisa lebih cepat dan efisien. Pada era sekarang ini semua orang pasti memiliki *smartphone*, dengan begitu berkembangnya *Internet of Things* (IoT) dapat memudahkan pengguna

smartphone dapat berkoneksi dari objek ke perangkat melalui jaringan internet.

Implementasi *Internet of Things* (IoT) dapat menggunakan aplikasi salah satunya yaitu *Blynk*, pada aplikasi ini dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dengan ketentuan terhubung jaringan internet yang memiliki koneksi yang stabil. Pemanfaatan energi surya

dapat diaplikasikan pada *photovoltaic* dimana *photovoltaic* mendapatkan *input* dari radiasi matahari atau paparan panas matahari sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Untuk *memonitoring* daya listrik dan radiasi matahari yang dihasilkan *photovoltaic* maka dirancang sebuah alat yaitu sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT).

Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah merancang sebuah sistem *monitoring* dari panel surya berupa data daya yang dihasilkan dan radiasi matahari yang diterima oleh panel surya. Dimana *monitoring* dapat dilakukan secara jarak jauh melalui *smartphone* dengan menggunakan jaringan internet.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang membahas mengenai sistem *monitoring photovoltaic* berbasis IoT. Pada penelitian sebelumnya *monitoring* dilakukan melalui situs web dan juga melalui sistem *Bluetooth*.

Menurut Roibah, dkk tahun 2021 dalam penelitiannya berjudul "*IoT-based low-cost prototype for online monitoring of maximum output power of domestic photovoltaic systems*", membahas tentang *monitoring* daya maksimum yang dikeluarkan oleh *photovoltaic* menggunakan teknologi (IoT) kemudian di *monitoring* melalui situs *web* (Rouibah dkk, 2021). Selanjutnya menurut W.Priharti, dkk tahun 2019 dalam penelitiannya berjudul "*IoT based photovoltaic monitoring system application*", membahas tentang perancangan sebuah aplikasi *sistem monitoring* secara *real time* untuk melihat kinerja dari *photovoltaic* (W Priharti, 2019). Selanjutnya pada penelitian Catalina Rus-Casas, dkk tahun 2020 dalam penelitiannya berjudul "*Development of a Prototype for Monitoring Photovoltaic Self-Consumption Systems*", dalam penelitian ini membahas tentang *prototype* pemantauan baru untuk sistem konsumsi mandiri (Catalina dkk, 2020).

Menurut Sundana, dkk tahun 2020 dalam penelitiannya berjudul "*Monitoring for Photovoltaic in Outer Island*", dalam penelitian ini membahas tentang *monitoring* secara *realtime photovoltaic* melalui website pulau-pulau terluar di kepulauan Bangka Belitung (Sundana dkk, 2020). Selanjutnya menurut Safwan, dkk tahun 2021 dalam penelitiannya berjudul "*Simulation dan Modelling of Electricity Usage Control dan Monitoring System using Thing Speak*", dalam penelitian ini membahas tentang simulasi dan memodelkan *sistem grid-connected photovoltaic (PV)* menggunakan *MATLAB/Simulink*, dan sambungkan ke *platform* IoT seperti *ThingSpeak* dan aplikasi seluler (Safwan dkk, 2021).

Selanjutnya menurut Madadi tahun 2021, dalam penelitiannya berjudul "*A Study of Solar Power*

Monitoring System Using Internet of Things (IoT)", dalam penelitian ini membahas tentang teknologi berbasis (IoT) dimanfaatkan untuk mendapatkan output daya yang ideal dari panel surya (Madadi, 2021). Selanjutnya menurut Katyarmal, dkk tahun 2018 dalam penelitiannya berjudul "*Solar power monitoring system using IoT*", dalam penelitian ini membahas tentang *monitoring* pembangkit listrik tenaga surya menggunakan teknologi berbasis (IoT), dengan biaya yang rendah (Katyarmal dkk, 2018). Selanjutnya menurut Abed tahun 2018, dalam penelitiannya berjudul "*Smart Monitoring System of DC to DC converter for Photovoltaic Application*", dalam penelitian ini membahas tentang *monitoring* sistem converter DC ke DC pada *photovoltaic* menggunakan *SMS* dan memanfaatkan *Bluetooth* HC-5 digunakan sebagai sistem komunikasi antara sistem kontrol dan pengguna (*smartphone*) karena masih menggunakan *Bluetooth* maka kontrol dari jarak aman atau jarak terbacanya sekitar 10m (Abed, 2018).

Selanjutnya menurut Koseoglu tahun 2019, dalam penelitiannya berjudul "*Monitoring System for Solar Panel using Xbee ZB Module based Wireless Sensor Networks*", dalam penelitian ini membahas tentang *monitoring* panel surya berbasis *wifi*, dimana data – data tersebut diperoleh dari panel surya yang diukur dengan menggunakan kartu kendali yang dirancang untuk penelitian ini (Koseoglu, 2019). Selanjutnya menurut Kdanimalla dan Kishore tahun 2017 dalam penelitiannya berjudul "*Web Based Monitoring of Solar Power Plant Using Open Source IOT Platform Thingspeak dan Arduino*", dalam penelitian ini membahas tentang pengembangan prototipe untuk *monitoring* pembangkit *photovoltaic* berbasis (IoT), dalam penelitian ini berfokus pada sistem berbiaya rendah dengan HMI yang mudah untuk digunakan (Kdanimalla dan Kishore, 2017). Selanjutnya menurut Cheddadi, dkk tahun 2020 dalam penelitiannya berjudul "*Design dan implementation of an intelligent low-cost IoT solution for energy monitoring of photovoltaic stations*", dalam penelitian ini membahas tentang *monitoring* secara *real-time* daya yang dihasilkan dan kondisi lingkungan panel surya (Cheddadi dkk, 2020).

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan tersebut dapat disimpulkan telah banyak yang memanfaatkan *internet of things* (IoT), sebagai *monitoring* daya listrik yang dihasilkan oleh *photovoltaic* tetapi masih menggunakan situs *web Things Speak*, dimana membutuhkan *device* berupa komputer atau laptop, untuk *database* yang digunakan pada *Things Speak*.

Pada penelitian pengembangan ini dikembangkan sistem *monitoring* melalui *smartphone* dengan memanfaatkan aplikasi *Blynk* dengan judul “*Sistem Monitoring Daya Listrik Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)*” dimana pada aplikasi *Blynk* dapat menampilkan data – data yang di *monitoring* yaitu daya listrik dan radiasi matahari. Jadi aplikasi *Blynk* ini berguna dalam *monitoring* melalui *smartphone* dikarenakan cara menggunakannya yang praktis dan mudah melalui *smartphone*. Dengan adanya sistem *monitoring* daya listrik pada *photovoltaic* diharapkan dapat bermanfaat dalam *monitoring* daya listrik yang dihasilkan dari *photovoltaic* melalui *smartphone* dengan jaringan internet.

KAJIAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan berbagai objek yang memiliki pengenalan dan alamat IP, sehingga mereka dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi tentang diri mereka sendiri dan lingkungan yang mereka rasakan. (Farhan Adani, 2019).

Blynk

BLYNK adalah suatu *platform* untuk aplikasi *OS Mobile* yang tersedia untuk iOS dan Android yang bertujuan untuk mengendalikan dan memonitoring board melalui jaringan internet (Universitas Mercu Buana, 2019).

Photovoltaic

Module photovoltaic memanfaatkan cahaya matahari yang mengenai sel *photovoltaic* dan mengubahnya menjadi energi listrik. Sel *photovoltaic* merupakan semikonduktor yang mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik tanpa menggunakan bahan bakar dan alat mekanis (Tambunan, 2020).

Daya Listrik Photovoltaic

Module photovoltaic memanfaatkan cahaya matahari yang mengenai sel *photovoltaic* dan mengubahnya menjadi energi listrik, Pada saat *photovoltaic* mendapat *input* cahaya matahari dapat menghasilkan arus dan tegangan sehingga dapat diketahui daya listrik yang dihasilkan dari modul *photovoltaic* tersebut. Sel *photovoltaic* merupakan semikonduktor yang mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik tanpa menggunakan bahan bakar dan alat mekanis. (Tambunan, 2020)

Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* adalah cara sistematis untuk menetapkan kinerja dalam merancang sistem *feedback*

untuk membandingkan kinerja sebenarnya dengan *standart* yang telah ditentukan, untuk menentukan apakah terjadi *deviation*, dan tindakan korektif diperlukan untuk memastikan bahwa semua data telah di-*monitoring* secara efisien mungkin untuk mencapai tujuan dari sistem (Widiastuti dan Susanto, 2018).

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian pengembangan ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Dimana pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang di dalam usulan penelitian, proses, hipotesis, data lapangan, analisis data dan kesimpulan data sampai dengan penulisannya menggunakan pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numerik (Musianto, 2002).

Spesifikasi Photovoltaic

Pada penelitian ini menggunakan modul *photovoltaic* dengan kapasitas 50 Watt-Peak dengan jenis *photovoltaic* adalah *polycrystalline*. Penjelasan spesifikasi *photovoltaic* ada pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Photovoltaic*

Parameter	Spesifikasi
Jenis <i>Photovoltaic</i>	<i>Polycrystalline</i>
Model	SP50 - 18P
<i>Peak Power</i> (Pmax)	50 W
<i>Cell Efficiency</i>	16.93%
Max Power Volt (Vmp)	17.8 V
Max Power Current (Imp)	2.81 A

Tabel 1. Spesifikasi *Photovoltaic*

Peralatan untuk Penelitian

Dalam penelitian pengembangan ini peralatan yang digunakan sebagai berikut:

1. Laptop
2. *Solar Power Meter*
3. Multimeter Digital
4. Program pada Arduino IDE dan NodemCu ESP 8266

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian

Pengambilan data dilakukan di gedung A8 lantai 5, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

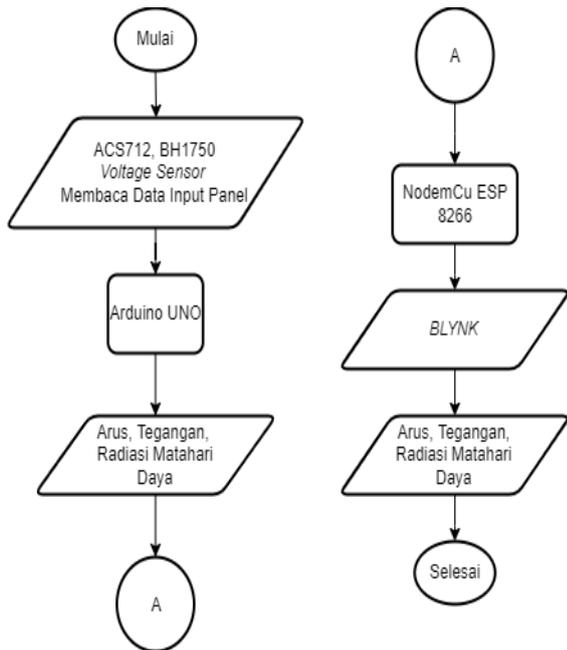
Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 30 Maret 2022 sampai 1 April 2022

Perancangan Software

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino IDE. Dalam penelitian ini menggunakan dua program yaitu untuk Arduino Uno dan NodemCu ESP 8266.

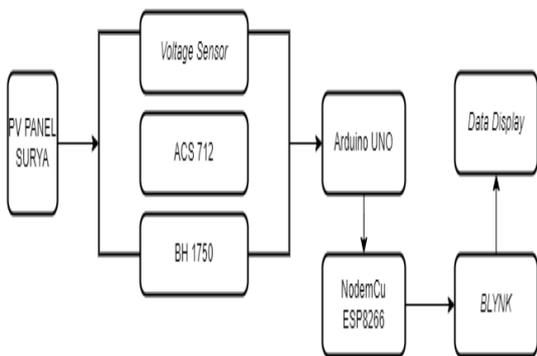
Dalam perancangan software dimulai dari pembacaan data arus, tegangan, daya, dan radiasi matahari di baca oleh sensor. Kemudian diproses pada mikrokontroler Arduino Uno dan mendapatkan output berupa nilai arus, tegangan, daya, dan radiasi matahari. Gambar 2 adalah flowchart perancangan software.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Software

Desain Sistem

Desain sistem monitoring daya listrik photovoltaic berbasis Internet Of Things (IoT) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem Monitoring Daya Listrik Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT).

Gambar 1 merupakan perancangan sistem monitoring daya listrik photovoltaic berbasis Internet of Things (IoT). Dalam perancangan tersebut terdapat beberapa komponen yaitu, voltage sensor DC, sensor arus ACS712, sensor cahaya BH 1750, Arduino UNO, nodemCu ESP 8266, dan menggunakan aplikasi pada smartphone BLYNK.

Data yang di dapat dari panel surya berupa arus, tegangan, daya, dan radiasi matahari akan di baca oleh voltage sensor DC, sensor arus ACS712, dan sensor cahaya BH 1750, kemudian diproses pada mikrokontroler Arduino Uno, dan data dari Arduino Uno dikirimkan ke NodemCu untuk disambungkan ke aplikasi BLYNK melalui jaringan internet, supaya dapat dimonitoring pada smartphone.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang hasil pengujian sistem monitoring daya listrik dan radiasi matahari yang diterima oleh photovoltaic berbasis IoT dan hasil pengujian daya listrik photovoltaic menggunakan alat multimeter, dan juga solar power meter.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan oleh penulis dalam penelitian pengembangan ini adalah membandingkan hasil pengukuran menggunakan standar alat ukur berupa multimeter dan solar power meter dibandingkan dengan menggunakan aplikasi Blynk.

Rancangan Sistem Monitoring Daya Listrik Photovoltaic dan Radiasi Matahari Berbasis Internet of Things (IoT)

Rancangan sistem monitoring dengan menyesuaikan desain sistem, terdapat pada Gambar 3. Sensor tegangan DC dalam sistem monitoring daya listrik photovoltaic diparallel langsung menuju panel surya, sedangkan untuk sensor arus (ACS 712) diserikan melalui solar charge control (SCC) dan disambungkan dengan panel surya, untuk sensor cahaya (BH 1750) diletakkan di samping panel surya.



Gambar 3. Perancangan Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT

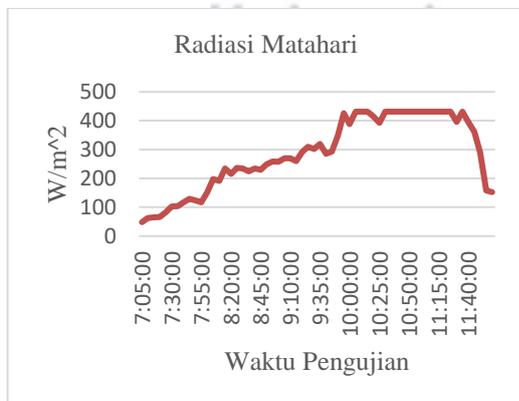
Dalam hal ini sensor memberi *input* data menuju Arduino Uno dan akan diproses kemudian dikirimkan ke NodemCu ESP 8266, dari NodemCu ESP 8266 dikirimkan ke *smartphone* melalui jaringan *internet*. Sensor tegangan DC dalam sistem *monitoring* daya listrik *photovoltaic* diparalel langsung menuju panel surya, sedangkan untuk sensor arus (ACS 712) diserikan melalui *solar charge control* (SCC) dan disambungkan dengan panel surya, untuk sensor cahaya (BH 1750) diletakkan di samping panel surya. Dalam hal ini sensor memberi *input* data menuju Arduino Uno dan akan diproses kemudian dikirimkan ke NodemCu ESP 8266, dari NodemCu ESP 8266 dikirimkan ke *smartphone* melalui jaringan *internet*. Pengujian sistem *monitoring* daya listrik berbasis IoT dilakukan selama 3 hari. Hasil dan penjelasan mengenai pengujian sistem *monitoring* akan dijelaskan pada gambar 4 sampai 9.

Pengujian Sistem Melalui Aplikasi BLYNK

Data hasil pengujian daya listrik dan radiasi matahari pada *photovoltaic* melalui aplikasi *Blynk* hari pertama dapat dilihat dari gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Hari Pertama Monitoring Daya Listrik *Photovoltaic* Melalui Aplikasi *Blynk*

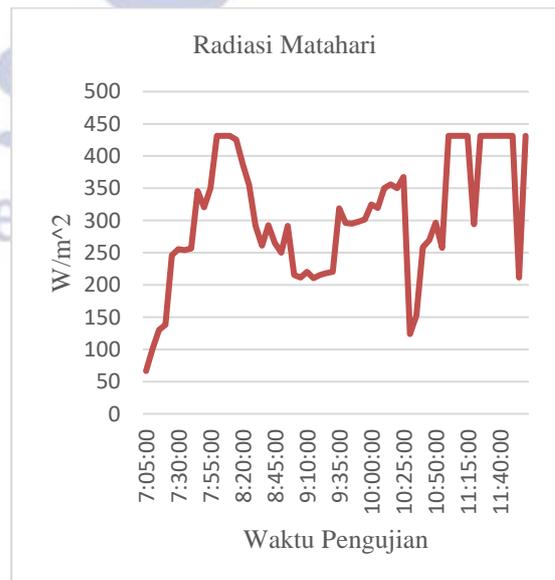


Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Hari Pertama Monitoring Radiasi Mthahari *Photovoltaic* Melalui Aplikasi *Blynk*

Dari Gambar 4 dan 5 dapat diketahui pengujian hari pertama yaitu pada hari Rabu, 30 Maret 2022 rata – rata daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* sebesar 15,28 Watt dan rata – rata radiasi matahari yang diterima oleh *photovoltaic* adalah 286,01 Watt/m². Daya listrik terkecil yang dihasilkan oleh *photovoltaic* adalah 0,98 Watt yaitu pada jam 07.05 A.M, dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 48,3 Watt/m², sedangkan daya listrik terbesar yang dihasilkan oleh *photovoltaic* adalah 40,08 Watt yaitu pada jam 10.35 A.M dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 431,4 Watt/m². Data hasil pengujian daya listrik dan radiasi matahari pada *photovoltaic* melalui aplikasi *Blynk* hari kedua dapat dilihat dari gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Hari Kedua Monitoring Daya Listrik *Photovoltaic* Melalui Aplikasi *Blynk*

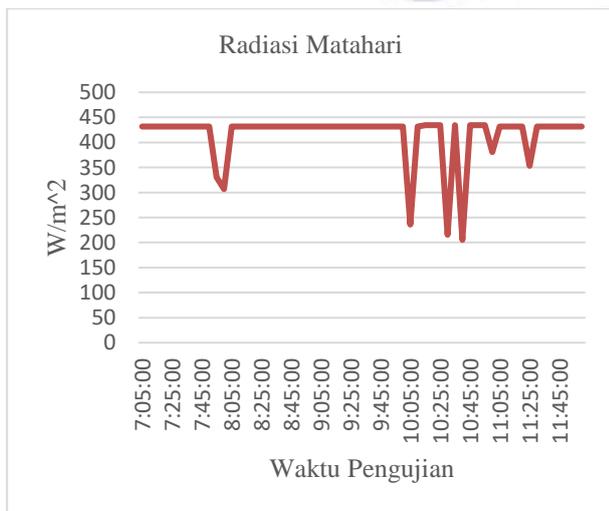


Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Hari Kedua Monitoring Radiasi Mthahari *Photovoltaic* Melalui Aplikasi *Blynk*

Dari Gambar 6 dan 7 dapat diketahui pengujian hari kedua yaitu pada hari Kamis, 31 Maret 2022 rata – rata daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* sebesar 10,73 Watt dan rata – rata radiasi matahari yang diterima oleh *photovoltaic* adalah 304,6 Watt/m^2 . Daya listrik terkecil yang dihasilkan oleh *photovoltaic* pada hari kedua sebesar 1,06 Watt yaitu pada jam 07.05 A.M, dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 66,54 Watt/m^2 , sedangkan daya listrik terbesar yang dihasilkan oleh *photovoltaic* adalah 36,65 Watt yaitu pada jam 11.45 A.M dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 431,4 Watt/m^2 . Data hasil pengujian daya listrik dan radiasi matahari pada *photovoltaic* melalui aplikasi *Blynk* hari ketiga dapat dilihat dari gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Hari Ketiga Monitoring Daya Listrik Photovoltaic Melalui Aplikasi *Blynk*

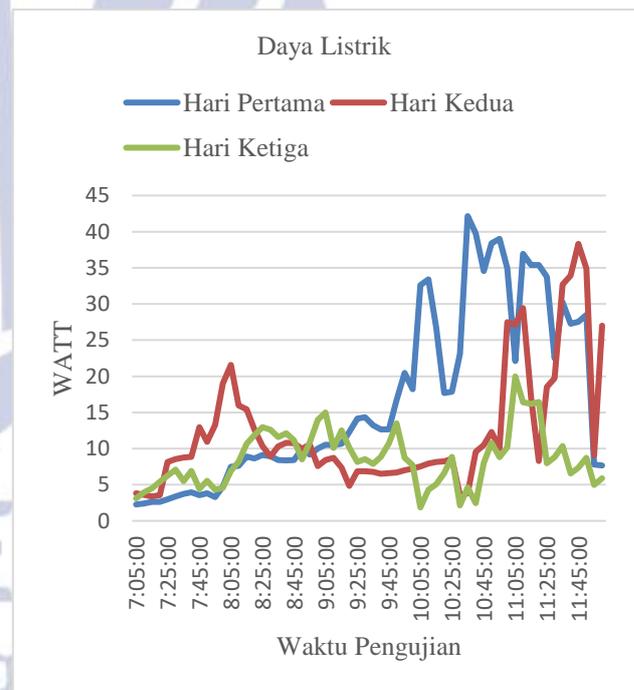


Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Hari Ketiga Monitoring Radiasi Mthari Photovoltaic Melalui Aplikasi *Blynk*

Dari Gambar 8 dan 9 dapat diketahui pengujian hari ketiga yaitu pada hari Jum'at, 01 April 2022 rata – rata daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* sebesar 6,54 Watt dan rata – rata radiasi matahari yang diterima oleh *photovoltaic* adalah 415,2 Watt/m^2 . Daya listrik terkecil yang dihasilkan oleh *photovoltaic* pada hari ketiga sebesar 0,98 Watt yaitu pada jam 07.05 A.M, dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 431,4 Watt/m^2 , sedangkan daya listrik terbesar yang dihasilkan oleh *photovoltaic* adalah 17,5 Watt yaitu pada jam 11.05 A.M dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 431,4 Watt/m^2 .

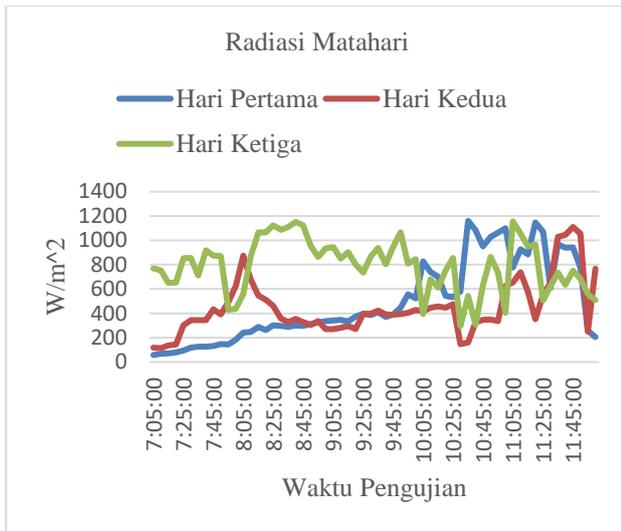
Pengujian Photovoltaic Menggunakan Alat Ukur Multimeter Dan Solar Power Meter

Data hasil pengujian daya listrik dan radiasi matahari yang diterima *photovoltaic* selama 3 hari menggunakan alat ukur multimeter dan *solar power meter* dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Daya Listrik Selama 3 Hari Menggunakan Multimeter

Dari Gambar 10 dapat diketahui pengujian menggunakan multimeter pada hari pertama Rabu, 30 Maret 2022 rata – rata daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* sebesar 16,77 Watt. Pada hari kedua Kamis, 31 Maret 2022 rata – rata daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* sebesar 12,45 Watt. Pada hari ketiga Jum'at, 01 April 2022 rata – rata daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* sebesar 8,63 Watt.



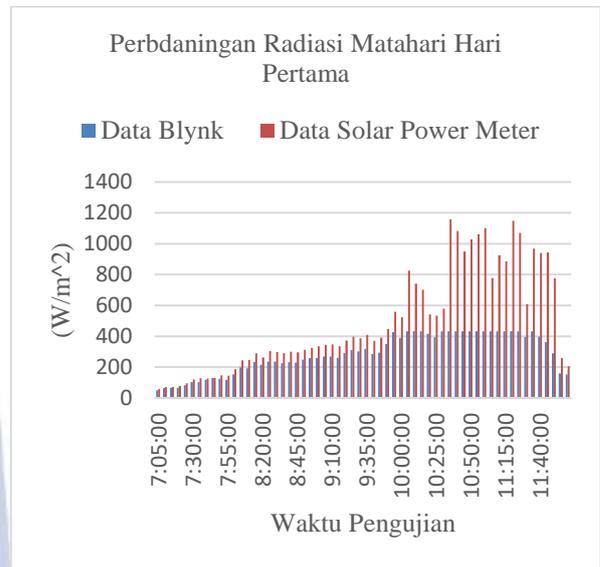
Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Radiasi Matahari Selama 3 Hari Menggunakan Solar Power Meter

Selanjutnya dari Gambar 11 pada saat pengujian radiasi matahari menggunakan *solar power meter* dapat diketahui rata – rata radiasi matahari pada hari pertama Rabu, 30 Maret 2022 sebesar 492,1 Watt/m². Pada hari kedua Kamis, 31 Maret 2022 rata – rata radiasi matahari sebesar 446,6 Watt/m². Pada hari ketiga Jum’at, 01 April 2022 rata – rata radiasi matahari sebesar 1155,6 Watt/m².

Perbandingan Hasil Pengujian *Photovoltaic* Menggunakan Multimeter, *Solar Power Meter* dan Melalui Aplikasi *Blynk*.

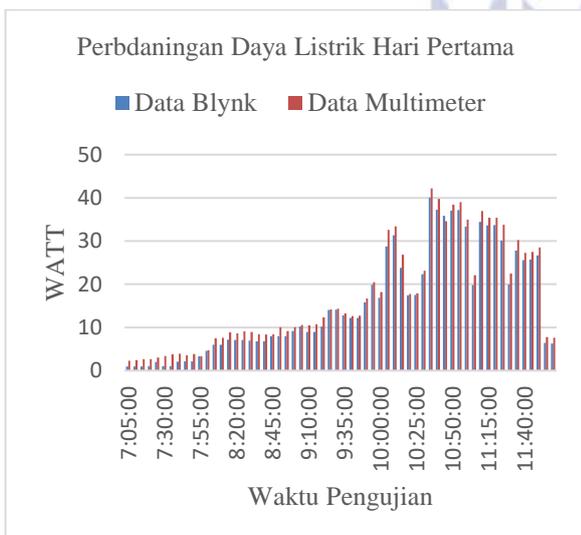
Perbandingan hasil pengujian melalui aplikasi *Blynk* dan alat ukur multimeter dan *solar power meter* pada hari pertama Rabu, 30 Maret 2022 terdapat pada Gambar 12 dan 13.

Pada saat pengujian hari pertama cuaca panas. Sehingga daya listrik terbesar yang dihasilkan bisa sampai 40,08 Watt dari data *Blynk* dan 42,16 Watt menggunakan alat ukur Multimeter.

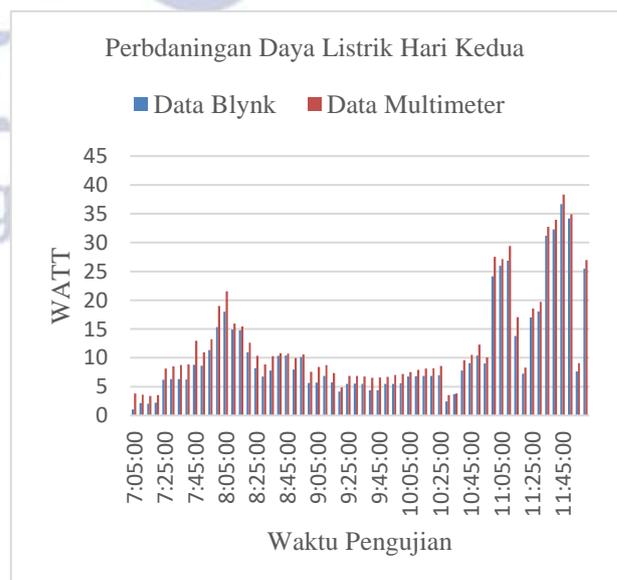


Gambar 13. Grafik Perbandingan Pengujian Radiasi Matahari Hari Pertama

Pada saat melakukan pengujian radiasi matahari hari pertama radiasi matahari terbesar didapatkan sebesar 431.4 Watt/m² pada aplikasi *Blynk* dan 1159,8 Watt/m² pada alat ukur *solar power meter*. Selanjutnya perbandingan hasil pengujian melalui aplikasi *Blynk* dan alat ukur multimeter dan *solar power meter* pada hari kedua Kamis, 31 Maret 2022 terdapat pada Gambar 14 dan 15.

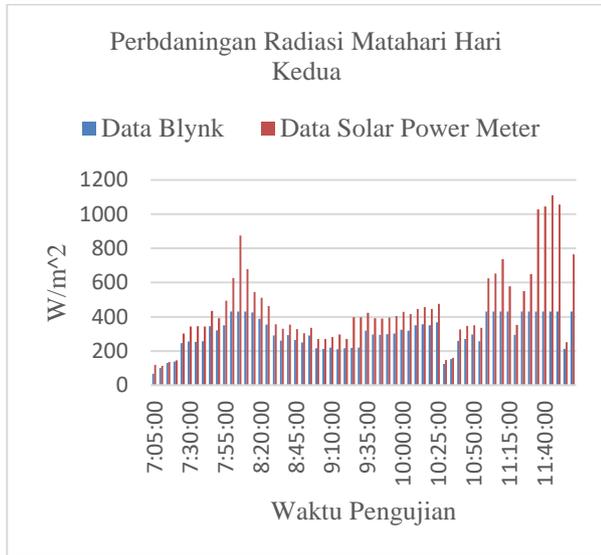


Gambar 12. Grafik Perbandingan Pengujian Daya Listrik Hari Pertama



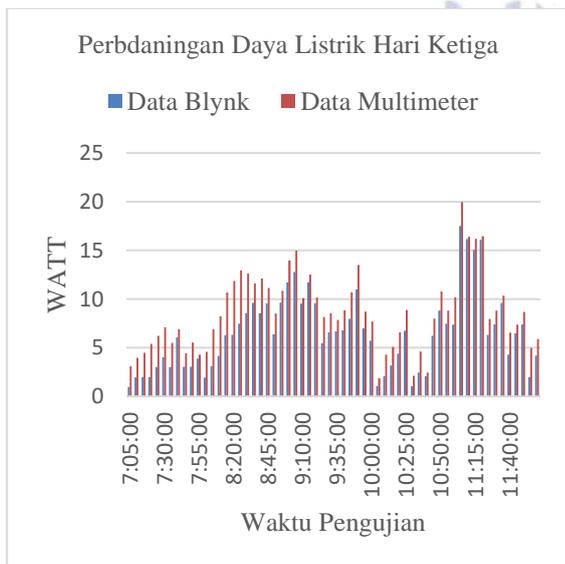
Gambar 14. Grafik Perbandingan Pengujian Daya Listrik Hari Kedua

Pada saat pengujian hari kedua cuaca masih panas. Dalam pengujian hari kedua ini mengalami penurunan maksimum daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* yaitu sebesar 36,65 Watt dari data *Blynk* dan 38,32 Watt menggunakan alat ukur multimeter.



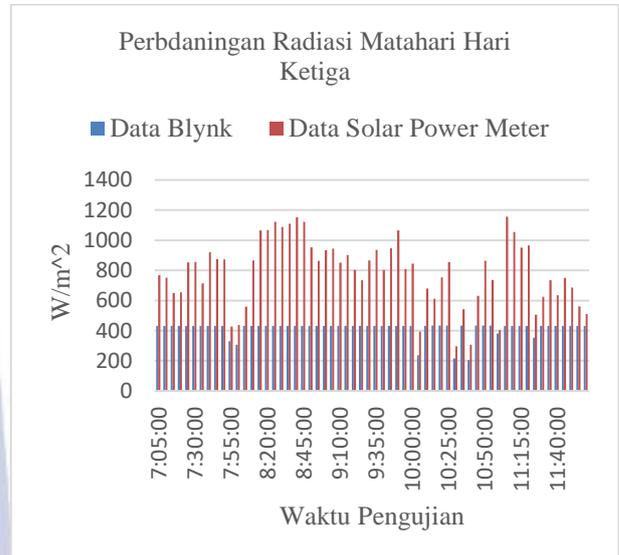
Gambar 15. Grafik Perbandingan Pengujian Radiasi Matahari Hari Kedua

Pada saat melakukan pengujian radiasi matahari hari kedua radiasi matahari terbesar didapatkan sebesar 431.4 Watt/m^2 pada aplikasi *Blynk* dan 1110,28 Watt/m^2 pada alat ukur *solar power meter*. Selanjutnya perbandingan hasil pengujian melalui aplikasi *Blynk* dan alat ukur multimeter dan *solar power meter* pada hari ketiga Jum'at, 01 April 2022 terdapat pada Gambar 16 dan 17.



Gambar 16. Grafik Perbandingan Pengujian Daya Listrik Hari Ketiga

Pada pengujian hari ketiga cuaca tidak seberapa panas, tidak seperti hari pertama dan kedua. Daya listrik maksimum yang dihasilkan *photovoltaic* adalah 17,5 Watt dari data *Blynk* dan 19,98 watt dari data multimeter.



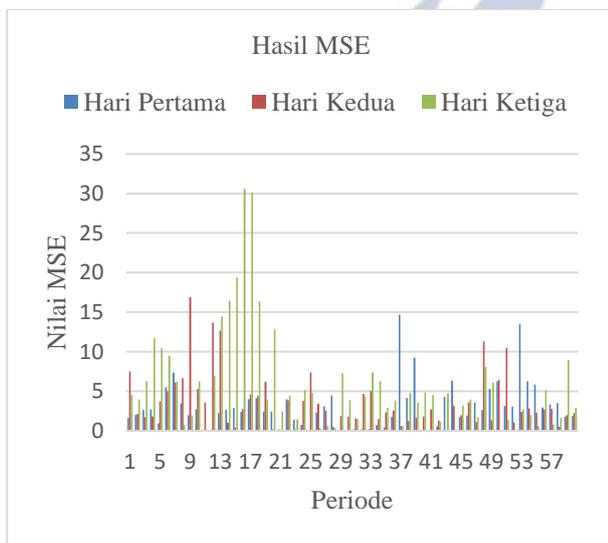
Gambar 17. Grafik Perbandingan Pengujian Radiasi Matahari Hari Ketiga

Pada saat melakukan pengujian radiasi matahari hari ketiga radiasi matahari terbesar didapatkan sebesar 431.4 Watt/m^2 pada aplikasi *Blynk* dan 1155,6 Watt/m^2 pada alat ukur *solar power meter*. Dari Gambar 12 sampai dengan gambar grafik 17 perbedaan daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* dan radiasi matahari yang diterima oleh *photovoltaic* pada saat pengujian selama 3 hari, hal ini disebabkan oleh sensitivitas dari sensor tegangan dan arus yang terpasang pada sistem *monitoring* berbeda dengan sensitivitas dari alat ukur multimeter, dimana alat ukur multimeter mempunyai sensitivitas sangat presisi, maka dari itu terdapat perbedaan pada saat mengukur tegangan dan arus pada *photovoltaic*. Perbedaan inilah yang membuat besar daya listrik dari aplikasi *Blynk* dan alat ukur multimeter berbeda, dimana rumus daya listrik adalah tegangan dikalikan dengan arus ($P = V \times I$). Sedangkan untuk radiasi matahari yang diterima oleh *photovoltaic*, dikarenakan untuk mengukur radiasi matahari menggunakan *solar power meter* harus dihadapkan sejajar atau menghadap ke arah yang sama dengan sensor cahaya BH 1750, dan juga sensitivitas sensor cahaya tidak sebaik dengan alat ukur *solar power meter*. Untuk sensor cahaya besar radiasi yang dapat dibaca tidak sebesar dari alat ukur *solar power meter*, pembacaan data radiasi matahari yang dapat dibaca oleh sensor cahaya BH 1750 secara maksimal sebesar 54.612,50 lx, data

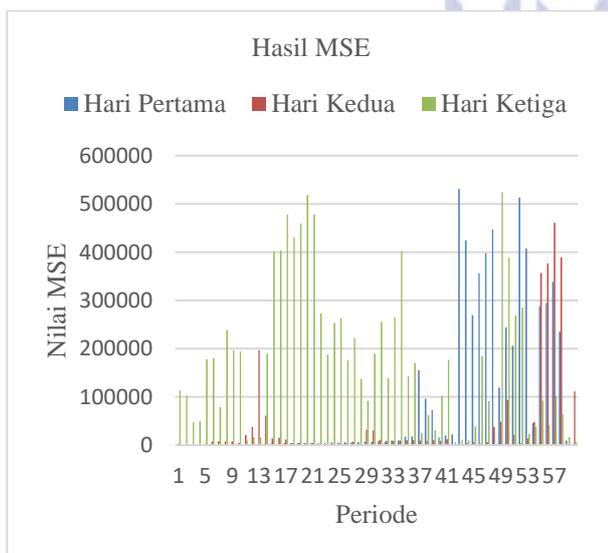
masih memiliki satuan lux meter untuk di konversi menjadi satuan (Watt/m^2) dikalikan dengan 0.0079. Jadi data radiasi matahari yang dapat dibaca oleh sensor cahaya BH 1750 secara maksimal adalah 431,4 (Watt/m^2), sedangkan pembacaan radiasi matahari melalui alat ukur *solar power meter* dapat mencapai angka 1000 (Watt/m^2).

Perhitungan MSE (*Mean Square Error*)

Dalam penelitian ini menggunakan metode perhitungan MSE atau (*Mean Square Error*), dimana MSE yang di dapat dari perbandingan data *Blynk* dengan data alat ukur multimeter dan *solar power meter*. Gambar 18 dan 19 adalah MSE untuk daya listrik pada *photovoltaic* dan radiasi matahari pada saat pengujian selama 3 hari.



Gambar 18. Grafik Perhitungan MSE (*Mean Square Error*) Daya Listrik Selama 3 Hari



Gambar 19. Grafik Perhitungan MSE (*Mean Square Error*) Radiasi Matahari Selama 3 Hari

Pada Gambar 18 dan 19 didapatkan bahwa, berdasarkan perhitungan *error* menggunakan metode perhitungan MSE atau (*Mean Square Error*). Didapatkan nilai MSE untuk daya listrik sebesar 4.11 dan nilai MSE untuk radiasi matahari sebesar 313,500.04. Perhitungan MSE berdasarkan pengujian selama 3 hari.

Komparasi dengan Penelitian Sebelumnya

Dalam hal ini peneliti memaparkan hasil komparasi penelitian sebelumnya terkait sistem monitoring daya listrik pada *photovoltaic* yang relevan dengan penelitian pengembangan ini.

Pada penelitian sebelumnya menurut (Abed, 2018), dalam penelitian ini memiliki kekurangan dikarenakan masih menggunakan *Bluetooth* untuk komunikasi sistem yang digunakan, maka dari itu jarak *monitoring* yang digunakan masih terbatas jarak. Menurut (Rouibah dkk, 2021), dan menurut (Catalina dkk, 2020), pada penelitian kedua ini menggunakan web berupa *Things Speak*, dimana membutuhkan *device* berupa komputer atau laptop, untuk *database* yang digunakan pada *Things Speak*.

Dari hasil komparasi sistem *monitoring* yang dipaparkan, maka pada penelitian pengembangan ini menggunakan jaringan internet untuk sistem *monitoring* yang digunakan. sehingga tidak lagi terbatas oleh jarak dalam *monitoring*, dan menggunakan aplikasi *Blynk* dimana cara menggunakannya yang praktis dan mudah melalui *smartphone*.

SIMPULAN

Daya listrik terbesar di hasilkan *photovoltaic* melalui aplikasi *Blynk* pada saat hari pertama sebesar 40,08 watt. Pada hari kedua sebesar 36,65 watt. Pada hari ketiga sebesar 17,50 watt dan radiasi matahari terbesar yang diterima *photovoltaic* secara maksimal sebesar 431,4 W/m^2 .

Jika menggunakan alat ukur, daya listrik terbesar yang dihasilkan *photovoltaic* adalah hari pertama sebesar 42,16 watt dan radiasi matahari yang diterima sebesar 1159,8 Watt/m^2 . Pada hari kedua 38,32 watt dan radiasi matahari yang diterima sebesar 119,35 Watt/m^2 . Pada hari ketiga 19,28 watt dan radiasi matahari yang diterima sebesar 1155,6 Watt/m^2 .

Perbedaan daya listrik *photovoltaic* dan radiasi matahari yang diterima *photovoltaic* disebabkan oleh tingkat sensitivitas dan tingkat presisi dari sensor pada sistem dan multimeter dalam mengukur daya listrik *photovoltaic*. Dimana tingkat sensitivitas dan tingkat presisi multimeter lebih tinggi daripada sensor, dan batasan dari sensor cahaya dalam mengukur radiasi

matahari secara maksimal hanya mencapai 431,4 Watt/m².

Berdasarkan perhitungan *error* menggunakan metode perhitungan MSE atau (*Mean Square Error*). Didapatkan nilai MSE untuk daya listrik sebesar 4.11 dan nilai MSE untuk radiasi matahari sebesar 313,500.04. Perhitungan MSE berdasarkan pengujian selama 3 hari.

SARAN

Berdasarkan penelitian ini saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan aplikasi khusus untuk *monitoring* daya listrik *photovoltaic* dan radiasi matahari dimana aplikasi ini bisa di *instal* di *smartphone* dan menambahkan *database* sehingga dapat melihat riwayat daya listrik *photovoltaic* dan radiasi matahari yang diterima oleh *photovoltaic* selama *memonitoring* melalui *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

Abed, Jameel Kadhim. 2018. *Smart Monitoring System of DC to DC Converter for Photovoltaic Application*. International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS) vol. 9 no. (2):722–729. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v9.i2.pp722-729>.

Catalina Rus. Casas , Gabino Jiménez. Castillo 1, Juan Domingo, Aguilar. Peña 1, dan Juan Ignacio Fernández-Carrasco dan Francisco José Muñoz-Rodríguez. 2020. *Development of a Prototype for Monitoring*. MDPI Journal. Swiss, vol. 9 no. 67; doi:10.3390/electronics9010067

Cheddadi, Youssef, Hafsa Cheddadi, Fatima Cheddadi, Fatima Errahimi, dan Najia Es. 2020. *Design dan Implementation of an Intelligent Low - Cost IoT Solution for Energy Monitoring of Photovoltaic Stations*. SN Applied Sciences vol. 2 no. 7: 1–11. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2997-4>.

Dani, Akhmad Wahyu. 2019. *Pelatihan Elektro 2019 IoT Using Blynk b Lynk & Nodemcu Node Mcu*, Universitas Mercu Buana, 1–75.

Farhan, Adani dan Salmas. alsabil. 2019, *Internet of Things: Teknologi STT Mandalaya* vol. 14 no. 2: 92–99.

Kandimalla, Jayaharsha, dan D Ravi Kishore. 2017. *Web Based Monitoring of Solar Power Plant Using Open Source IoT Platform Thingspeak dan Arduino*, International Journal for Modern Trends in Science and Technology Volume: 03, Issue No: 04, April 2017 ISSN: 2455-3778

Katyarmal, Manish, Suyash Walkunde, Arvind Sakhare, dan U S Rawdanale. 2018. *Solar Power Monitoring System Using IoT*, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056 Volume: 05 Issue: 03 | Mar-2018, 5–6.

Koseoglu, Murat. 2019. *Monitoring System for Solar Panel Using Xbee ZB Module Based Wireless*

Sensor Networks, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 08 no. 04. 17 May 2019. <https://doi.org/10.17577/IJERTV8IS050140>.

Madadi, Srilakshmi. 2021. *A Study of Solar Power Monitoring System Using Internet of Things (IoT)*. International Journal of Innovative Science and Research Technology Volume. 6, no. 5, May – 2021

Musianto, Lukas S. 2002. *Perbedaan Pendekatan Kuantitatif Dengan Pendekatan Kualitatif Dalam Metode Penelitian*. Jurnal Manajemen & Kewirausahaan, vol. 04 no. 02. 36-123

Rouibah, Nassir, Linda Barazane, Mohamed Benganem, dan Adel Mellit. 2021. *IoT Based Low- - Cost Prototype for Online Monitoring of Maximum Output Power of Domestic Photovoltaic Systems*. Etri Journal Wiley, vol. 43 no. 3 December 2019: 70-459. <https://doi.org/10.4218/etrij.2019-0537>.

Safwan, Mohammad, A B Hamid, Wan Mariam, dan Wan Muda. 2021. *Simulation dan Modelling of Electricity Usage Control dan Monitoring System Using Thing Speak*. Baghdad Science Journal vol. 18 no.2: 24-907

Sundana, W, E A Pratama, H Subastiyan, Y Tidanho, dan D Novitasari. 2020. *Monitoring for Photovoltaic in Outer Island*. Journal of Engineering and Scientific Research (JESR) vol. 2 no. 2: 68–73.

Tambunan, H B. 2020. *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=wXEYEAQAQBAJ>.

W Priharti, A F K Rosmawati dan I P D Wibawa. 2019. *IoT Based Photovoltaic Monitoring System Application*. International Conference On Engineering, Technology and Innovative Researches, journal of Physics: Conference Series 1367 (2019) 012069 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1367/1/012069>.

Widiastuti, Nelly Indriani, dan Rani Susanto. 2018. *Kajian Sistem Monitoring Dokumen Akreditasi Teknik Informatika Unikom*. Jurnal Majalah Ilmiah Unikom, vol. 12 no. 2: 195–202.