

Implementasi Internet Of Things Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya

Abdullah¹, Moh Zainul Haq², Cholish^{3*}, Maharani Putri⁴, Andri Ramadhan⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Medan

Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Medan Sumatera Utara, 20155, Indonesia

⁵Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Al-Azhar

Jl. Pintu Air IV No. 214, Kwala Bekala, Medan, Sumatera Utara, 20142, Indonesia

e-mail: cholish@polmed.ac.id

Abstrak— Kebutuhan terhadap energi semakin meningkat, sehingga energi alternatif menjadi solusi terhadap peningkatan energi tersebut, salah satunya pemanfaatan energi matahari menggunakan panel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Untuk pengoptimalan kerja panel surya tersebut harus dibuat sistem monitoring dengan mengimplementasikan *Internet of Things* agar variabel penting dalam panel surya dapat dipantau secara *real time*. *Internet of Things* dalam penelitian ini merupakan komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan jaringan internet untuk difungsikan sebagai sistem monitoring optimal kerja panel surya. Variabel yang dimonitoring dari penelitian ini yaitu variabel pergerakan dual axis panel surya yang terdiri dari nilai tegangan analog empat buah sensor cahaya LDR dalam membaca intensitas cahaya matahari, sudut pergerakan dual axis, posisi dan kondisi cuaca panel surya, tegangan, arus dan daya yang dihasilkan/dibangkitkan oleh panel surya. Untuk melakukan proses monitoring tersebut, sistem dilengkapi dengan komponen utama seperti kontroler Arduino, modul WiFi ESP8266, empat buah sensor cahaya LDR sebagai pendeteksi intensitas cahaya matahari, modul INA219 sebagai pengukur arus dan tegangan pada panel surya dan motor servo untuk menggerakkan panel surya sesuai intruksi sensor cahaya. Dari pengujian yang telah dilakukan sistem telah bekerja dengan baik dan efektif dalam implementasi *Internet of Things* dalam pemantauan optimal kerja dari panel surya.

Kata kunci : *Internet of Things*, Panel Surya, Pemantauan, Optimal, Energi Matahari

Abstract— *The need for energy is increasing, so alternative energy becomes a solution to the energy increase, one of which is the use of solar energy using solar panels as a converter of solar energy into electrical energy. To optimize the work of solar panels, a monitoring system must be made by implementing the Internet of Things so that important variables in solar panels can be monitored in real time. The Internet of Things in this study is a remote communication that utilizes the internet network to function as an optimal monitoring system for solar panel work. The variables monitored in this study were the dual axis movement of the solar panel which consisted of the analog voltage values of four LDR light sensors in reading the intensity of sunlight, the angle of the dual axis movement, the position and weather conditions of the solar panels, voltage, current and power generated by the solar panel. solar panels. To carry out the monitoring process, the system is equipped with main components such as an Arduino controller, an ESP8266 WiFi module, four LDR light sensors as a detector of sunlight intensity, an INA219 module as a current and voltage meter on the solar panel and a servo motor to move the solar panel according to the sensor instructions. light. From the tests that have been carried out the system has worked well and effectively in the implementation of the Internet of Things in monitoring the optimal work of solar panels.*

Keywords : *Internet of Things, Solar Panel, Monitoring Optimal, Solar Energy, Electrical Energy*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap energi semakin meningkat, sehingga energi alternatif menjadi solusi terhadap peningkatan energi tersebut, salah satunya pemanfaatan energi matahari. Peningkatan terhadap pemanfaatan energi matahari saat ini berbanding lurus dengan perkembangan teknologi dalam pemanfaatan energi matahari tersebut, salah satunya teknologi

dalam pengoptimalan kerja dari panel surya yang difungsikan sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.

Panel surya bekerja mengumpulkan energi kemudian akan di konversi menjadi energi listrik. Permasalahan dalam panel surya yaitu bagaimana memaksimalkan/ mengoptimalkan jumlah/kuantitas energi_matahari yang mampu dikumpulkan oleh panel

surya tersebut. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memaksimalkan posisi panel surya terhadap arah datangnya matahari. Oleh karena itu dibutuhkan sistem penggerak yang dapat mengikuti arah pergerakan matahari, agar panel surya tersebut selalu berada pada intensitas energi matahari maksimal dan secara otomatis jumlah energi yang dikumpulkan oleh panel surya tersebut akan maksimal pula. Berbeda dengan cara konvensional dimana posisi panel surya diletakkan secara permanen sehingga penyerapan energi matahari oleh panel surya tidak akan maksimal. Sistem panel surya yang telah dilengkapi oleh sistem pergerakan arah matahari harus benar-benar dimonitoring agar kerjanya panel surya tersebut dapat optimal.

Pada penelitian ini yang dilakukan adalah implementasi *Internet of Things* dalam pemantauan optimal kerja panel surya. Seluruh pengaturan dan monitoring sistem dilakukan secara otomatis dalam satu *prototype*. Sistem pergerakan panel surya menggunakan metode *dual axis tracking* yang sudah terintegrasi sensor-sensor cahaya sehingga pergerakan dapat dilakukan lebih fleksibel menentukan intensitas arah cahaya matahari maksimal. Fitur aplikasi monitoring yang dirancang sebagai monitoring kerja optimal panel surya dapat dilihat melalui melalui Smartphone Android dan Laptop melalui link web yang telah ditentukan melalui teknologi *Internet of Things*. Didalam aplikasi monitoring ini akan ditampilkan variabel-variabel penting dalam sistem penentuan posisi panel surya tersebut, seperti variabel pergerakan *dual axis* panel surya yang terdiri dari nilai tegangan analog empat buah sensor cahaya LDR dalam membaca intensitas cahaya matahari, sudut pergerakan *dual axis*, posisi dan kondisi cuaca panel surya, tegangan, arus dan daya yang dibangkitkan oleh panel surya.

II. STUDI PUSTAKA

Energi telah menjadi masalah serius hampir di seluruh dunia sehingga energi menjadi salah satu faktor penting dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara. Masalah serius mengenai energi semakin tinggi disaat kebutuhan akan energi semakin meningkat. Hal ini menyebabkan persediaan cadangan energi semakin sedikit bahkan langka. Masalah kebutuhan akan energi yang terus meningkat berbanding terbalik dengan kesadaran manusia untuk menciptakan kondisi lingkungan yang bersih dan terbebas dari polusi [1]. Sehingga dari permasalahan tersebut dibutuhkan pengembangan sumber energi alternatif sebagai solusi terhadap permasalahan kelangkaan terhadap persediaan cadangan energi. Panel surya difungsikan sebagai pembangkit listrik yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Energi matahari yang bersifat berkelanjutan dengan jumlah yang sangat besar sehingga menjadikan energi matahari sebagai energi masa depan yang dapat dimanfaatkan dalam

mengatasi kelangkaan energi konvensional yang terus menerus berkurang. Pemanfaatan panel surya dalam menyerap energi matahari harus benar-benar diperhatikan dengan tujuan agar panel surya dapat bekerja optimal, salah satu metode yang digunakan yaitu metode *dual axis tracking* dimana dengan metode ini panel surya dapat digerakkan agar selalu mengikuti arah pergerakan cahaya matahari sehingga penyerapan energi matahari lebih optimal, pada metode ini memanfaatkan 4 (empat) buah sensor cahaya LDR yang difungsikan membaca intensitas cahaya pada pergeseran atau perubahan posisi cahaya matahari, keempat sensor cahaya diposisikan disudut yang berbeda pada panel surya, output dari keempat sensor cahaya ini akan menjadi input pada kontroler Arduino, kemudian Arduino akan mengolah data sensor-sensor tersebut sehingga menginstruksikan output berupa motor servo untuk menggerakkan panel surya sesuai perintah (program) yang diberikan [2]. Untuk mendapat kerja optimal dari panel surya, maka salah satu hal yang terpenting bagaimana sistem tersebut dapat memantau kerja dari panel surya tersebut, salah satu teknologi yang saat ini berkembang yaitu dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* [3].

A. *Internet of Things (IoT)*

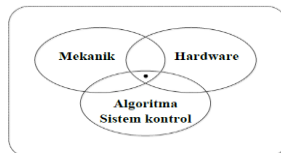
Internet of Things menggunakan konsep komputasi yang terhubung melalui pemanfaatan jaringan internet serta mampu mengidentifikasi diri antar satu perangkat ke perangkat lainnya, sehingga terjadinya komunikasi jarak jauh tanpa kabel [4]. Perkembangan *Internet of Things* banyak dilakukan dalam hal-hal seperti pengambilan dan perekaman data sehingga data dapat dengan mudah untuk dianalisis. Hal yang paling umum menggunakan teknologi *Internet of Things* adalah untuk kebutuhan sistem monitoring sehingga suatu perangkat yang hendak dipantau cukup dilakukan dengan mudah melalui smartphone atau laptop saja tanpa harus langsung ketempat yang ingin dipantau, dengan kemampuan *Internet of Things* ini maka proses transfer informasi/data dapat dengan cepat dilakukan [5]. Pada penelitian ini, Implementasi *Internet Of Things* Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya ini bertujuan sebagai aplikasi monitoring yang akan menampilkan variabel-variabel penting dalam panel surya, seperti variabel pergerakan *dual_axis* panel surya yang terdiri dari nilai tegangan analog empat buah sensor cahaya LDR dalam membaca intensitas cahaya matahari, kedua sudut pergerakan *dual_axis*, keterangan posisi dan kondisi cuaca panel surya, tegangan, arus dan daya yang dihasilkan/dibangkitkan oleh panel surya.

B. *Sistem Kontrol*

Sistem kontrol merupakan bagian yang sangat paling berperan dalam suatu sistem. Tanpa adanya sistem kontrol, sistem yang dirancang itu hanya

akan menjadi benda tak bernyawa (sistem tersebut tidak dapat berfungsi). Sistem kontrol pada implementasi dan monitoring penentu posisi sel surya ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu mekanik, hardware dan algoritma kontrol [6].

Secara umum, sebuah sistem terbagi atas tiga bagian utama yang diperlihatkan dalam Gambar dibawah ini :

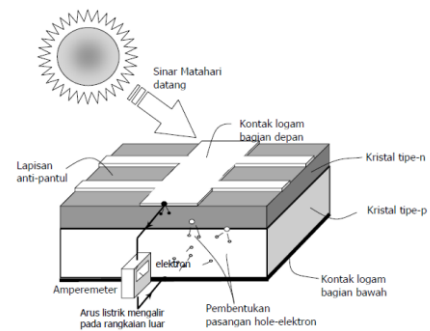


Gambar 1. Sistem Kontrol Sistem

Sistem kontrol berfungsi untuk menggabungkan/menghubungkan tiga bagian utama dalam sebuah sistem. sistem perangkat keras berupa kebutuhan elektronik dan desain mekanik saling berhubungan dengan algoritma kontrol sehingga mencapai suatu fungsi seperti yang diinginkan. Tanda titik (.) yang terdapat pada blok sistem, menandakan bahwa ketiga bagian dari sistem tersebut, baik itu sistem mekanik, hardware dan algoritma sistem kontrol merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam membuat suatu sistem. Pada tahapan mekanik ini, dirancang desain mekanik yang fleksibel dalam sistem pergerakan dual axis dengan menggabungkan motor servo sebagai penggeraknya. Pada tahapan *hardware*, dirancang keperluan elektroniknya baik itu kontroler arduino, sensor-sensor atau input yang digunakan seperti empat buah sensor cahaya LDR, modul INA219, driver rangkaian dan rangkaian pendukung lainnya sesuai kebutuhan sistem. Pada tahapan algoritma kontrol, dipersiapkan kebutuhan *software* berupa pemrograman untuk mengendalikan keseluruhan sistem, dari algoritma kontrol inilah sistem mekanik dan *hardware* dapat bekerja secara otomatis sesuai fungsi yang diinginkan.

C. Panel Surya

Panel surya merupakan komponen yang terdiri dari bahan semikonduktor yang bekerja sebagai pemroses pengubahan energi cahaya matahari/energi surya menjadi energi listrik dengan konsep cara kerja photovoltaic [7]. Ketika cahaya matahari/surya mengenai permukaan sel surya, maka akan terbentuk foton yang akan memberikan energinya kepada eletron valensi dari bahan semikonduktor sehingga terjadinya pendistribusian spektral cahaya. Disaat energi surya semakin besar, maka terjadilah beda potensial yang dapat menghasilkan arus listrik [8].



Gambar 2. Efek fotovoltaiik pada sel surya

Untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus dapat menggunakan persamaan : $V=I.R$, dimana V merupakan nilai tegangan, I merupakan nilai arus dan R merupakan nilai hambatan, begitu juga untuk mendapatkan nilai daya dapat menggunakan persamaan: $P=V.I$, dimana P merupakan daya energi listrik [2].

III. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian utama yaitu perancangan perangkat keras (elektronik dan mekanik) dan perancangan perangkat lunak (kebutuhan *software*) pada Implementasi *Internet Of Things* Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya. Dimana menggabungkan input dan output yang digunakan kemudian parameter sensor-sensor dan pergerakan sistem dapat dimonitoring secara *realtime*.

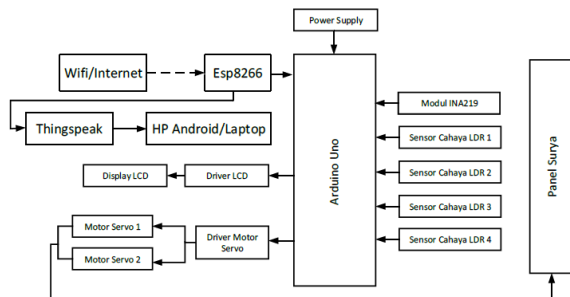
A. Perancangan perangkat keras

Pada perancangan perangkat_keras terdiri atas dua proses, yaitu proses perancangan_mekanik sistem dan proses perancangan_elektronik sistem. Didalam proses perancangan_mekanik, hal yang dilakukan yaitu bagaimana merancang konsep/bentuk/desain dari sistem yang dibuat sehingga dari proses rancangan mekanik ini, sistem dapat tervisualisasi kerjanya, sedangkan pada proses perancangan elektrik hal yang dilakukan yaitu bagaimana merancang kebutuhan elektronik sistem seperti kontroler arduino, sensor-sensor, modul WiFi dan perangkat-perangkat elektronik lainnya yang digunakan pada sistem. Perancangan_mekanik sistem dapat dilihat pada gambar 3 dan diagram blok perangkat_keras keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Perancangan mekanik sistem

Pada perancangan mekanik digunakan bahan-bahan yang mudah dibentuk dan kuat yaitu bahan acrylic dan aluminium.



Gambar 4. Diagram blok perangkat keras keseluruhan sistem

Berdasarkan diagram rancangan diatas, dapat dijabarkan keperluan komponen inti dari sistem yang dirancang, yaitu Arduino Uno yaitu sebagai pusat pengolahan input/output, modul WiFi ESP8266 difungsikan sebagai komunikasi jarak jauh berupa modul WiFi dalam rancangan IoT, Panel Surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, Motor Servo *Hi Torque* difungsikan untuk menggerakkan panel surya sesuai intruksi sensor cahaya LDR, Driver Motor Servo SPC difungsikan untuk mengendalikan motor servo baik arah maupun kecepatan putarnya, Sensor cahaya LDR (4 buah) yang berfungsi sebagai pendeteksi cahaya matahari bekerja berdasarkan perubahan hambatan terhadap cahaya yang mengenainya, Modul INA219 difungsikan untuk mengukur arus dan tegangan, LCD Display 20x4 difungsikan sebagai display indicator sistem yang diletakkan pada sistem berupa 20 kolom dan 4 baris dan power supply 12 Volt 20 Amp difungsikan sebagai sumber tegangan untuk keperluan sistem.

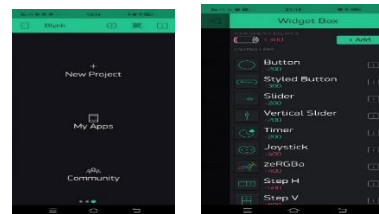
B. Perancangan perangkat lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini berkaitan dengan kebutuhan *software* yang digunakan untuk membangun sistem yang dirancang, pada penelitian ini menggunakan beberapa *software*, yaitu - Arduino IDE dan aplikasi BLYNK. *Software* Arduino IDE digunakan sebagai aplikasi untuk membuat program berbahasa C dan aplikasi antarmuka antara *hardware* dan PC/Laptop, setelah program sistem dibuat dari *software* ini lah program

akan diupload ke kontroler Arduino menggunakan antar muka USB, sehingga Arduino dapat melakukan kerjanya untuk mengolah kerja input dan output yang digunakan. Aplikasi BLYNK ini merupakan aplikasi terintegrasi *Internet of Things* yang digunakan sebagai aplikasi antar muka sistem untuk melakukan proses monitoring jarak jauh yang telah terkoneksi dengan HP Smartphone Android sehingga proses monitoring lebih fleksibel digunakan sehingga tampilan pembacaan sensor yang telah diolah oleh kontroler dapat dimonitoring secara langsung. Tampilan *software* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Tampilan *software* Arduino IDE



Gambar 6. Tampilan *software* Aplikasi Blynk

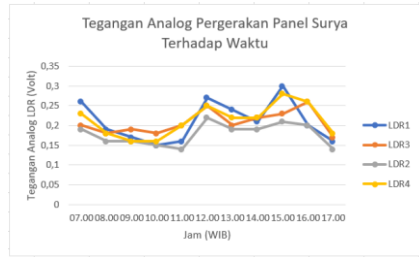
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian variabel pergerakan dual axis panel surya

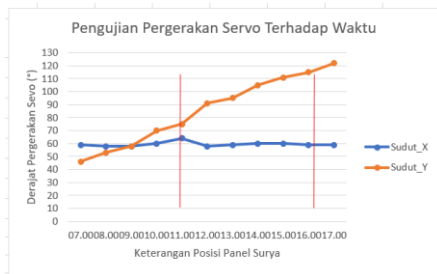
Pada pengujian ini memperlihatkan bagaimana kombinasi 4 (empat) buah sensor LDR dapat menentukan posisi panel surya berdasarkan intensitas cahaya matahari maksimal melalui pergerakan dual axis. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Variabel Pergerakan Dual Axis Panel Surya

Jam (WIB)	Tegangan Analog Sensor_LDR				Sudut Motor Servo		Keterangan
	LDR1	LDR2	LDR3	LDR4	Sdt_X	Sdt_Y	
07.00	0,26V	0,19V	0,2V	0,23V	59°	46°	Timur
08.00	0,19V	0,16V	0,18V	0,18V	58°	53°	Timur
09.00	0,17V	0,16V	0,19V	0,16V	58°	58°	Timur
10.00	0,15V	0,15V	0,18V	0,16V	60°	70°	Timur
11.00	0,16V	0,14V	0,2V	0,2V	64°	75°	Timur
12.00	0,27V	0,22V	0,25V	0,25V	58°	91°	Tegak Lurus
13.00	0,24V	0,19V	0,2V	0,22V	59°	95°	Barat
14.00	0,21V	0,19V	0,22V	0,22V	60°	105°	Barat
15.00	0,3V	0,21V	0,23V	0,28V	60°	111°	Barat
16.00	0,2V	0,2V	0,26V	0,26V	59°	115°	Barat
17.00	0,16V	0,14V	0,17V	0,18V	59°	122°	Barat



Gambar 7. Grafik Tegangan analog LDR pada pergerakan panel surya terhadap waktu



Gambar 8. Grafik pergerakan motor servo pada panel surya terhadap waktu

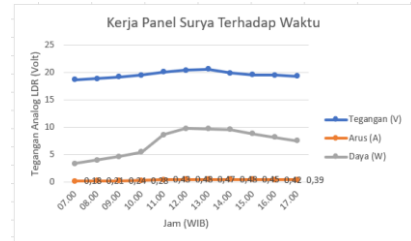
Dari pengujian yang terlihat pada tabel 1, memperlihatkan kerja pergerakan *dual axis* panel surya, dimana keempat sensor mendeteksi intensitas cahaya terhadap waktu, nilai analog dari sensor cahaya LDR akan berubah sesuai intensitas cahaya yang mengenainya. Kombinasi keempat sensor ini saling berkoordinasi sesuai algoritma pemrograman yang diberikan ke kontroler untuk menentukan derajat sudut pergerakan dari motor servo menggerakkan panel surya menuju intensitas cahaya maksimal.

B. Pengujian kerja panel surya (tegangan, arus dan daya yang dihasilkan)

Pada Pengujian ini memperlihatkan kerja dari panel surya sebagai pembangkit energi listrik dari hasil pergerakan *dual axis* dengan memaksimalkan intensitas cahaya matahari pada panel surya. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Kerja Panel Surya (Tegangan, Arus dan Daya yang dihasilkan)

Jam (WIB)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan
07.00	18,7	0,18	3,37	Berawan
08.00	18,9	0,21	3,97	Berawan
09.00	19,2	0,24	4,61	Cerah
10.00	19,5	0,28	5,46	Cerah
11.00	20,1	0,43	8,64	Cerah
12.00	20,4	0,48	9,78	Cerah
13.00	20,6	0,47	9,68	Cerah
14.00	19,9	0,48	9,55	Cerah
15.00	19,6	0,45	8,82	Berawan
16.00	19,5	0,42	8,19	Berawan
17.00	19,3	0,39	7,53	Berawan

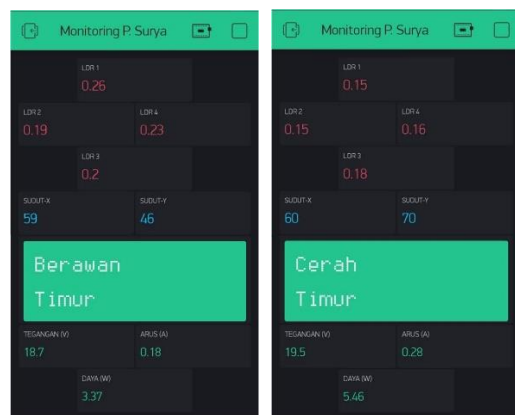


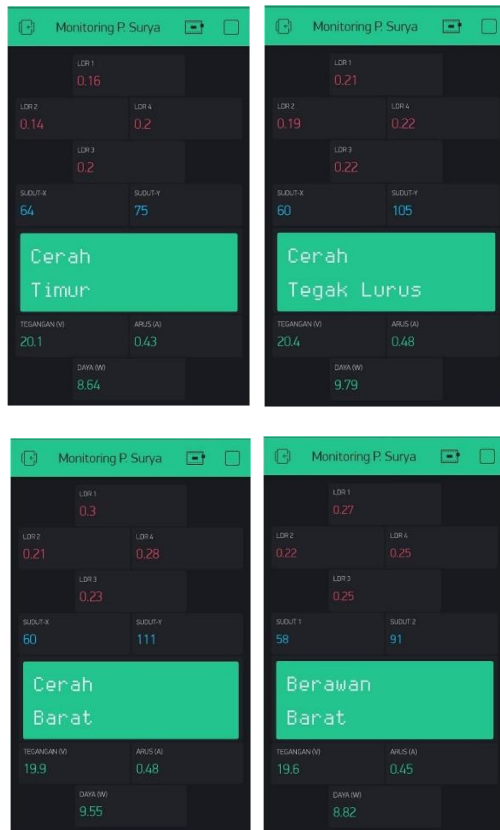
Gambar 9. Grafik kerja panel surya terhadap waktu

Dari pengujian yang terlihat pada tabel 2, memperlihatkan kerja dari panel surya sebagai pembangkit energi listrik, bagaimana energi listrik yang dihasilkan lebih stabil terhadap waktu dikarena terdapatnya pergerakan *dual axis* dengan memaksimalkan intensitas cahaya matahari pada panel surya.

C. Pengujian implementasi Internet of Things dalam pemantauan kerja panel surya

Pada pengujian implementasi *Internet of Things* dalam pemantauan kerja panel surya memperlihatkan sistem monitoring telah terintegrasi IoT dengan cara kerja berupa monitoring jarak jauh yang memanfaatkan jaringan internet untuk difungsikan sebagai sistem monitoring optimal kerja panel surya, dimana variabel yang dimonitoring yaitu variabel pergerakan *dual axis* panel surya yang terdiri dari nilai tegangan analog empat buah sensor cahaya LDR dalam membaca intensitas cahaya matahari, sudut pergerakan *dual axis*, posisi dan kondisi cuaca panel surya, tegangan, arus dan daya yang dibangkitkan oleh panel surya. Implementasi *Internet of Things* dalam pemantauan kerja panel surya ini menggunakan aplikasi Blynk, untuk tampilan beberapa pengujian dapat dilihat pada gambar 10.





Gambar 10. Tampilan pengujian monitoring kerja panel surya menggunakan aplikasi BLYNK

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini, yaitu sistem implementasi *Internet of Things* dalam pemantauan kerja panel surya dilakukan secara otomatis dan *realtime* dalam satu sistem, dimana memperlihatkan monitoring variabel kerja optimal panel surya melalui komunikasi jarak jauh yang dapat diakses melalui smartphone atau laptop penggunaannya, variabel kerja panel surya yang dimonitoring yaitu variabel pergerakan dual axis panel surya yang terdiri dari nilai tegangan analog empat buah sensor cahaya LDR dalam membaca intensitas cahaya matahari, kedua sudut pergerakan dual axis, posisi dan kondisi cuaca panel surya, tegangan, arus dan daya yang dihasilkan/dibangkitkan oleh panel surya dapat termonitoring dengan baik dalam satu aplikasi Blynk. Dari pengujian yang telah dilakukan sistem telah bekerja dengan baik dan efektif dalam implementasi *Internet of Things* dalam pemantauan optimal kerja dari panel surya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini sebagai Penelitian Dosen Pemula (PDP).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Nasional, "Ketahanan Energi Indonesia," *Jakarta: Sekjen DEN*, 2015.
- [2] S. A. A. Shufat, E. Kurt, and A. Hancerliogullari, "Modeling and Design of Azimuth-Altitude Dual Axis Solar Tracker for Maximum Solar Energy Generation," *International Journal of Renewable Energy Development*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [3] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10-14, 2018.
- [4] A. Abdullah, C. Cholish, and M. Z. Haq, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Camera Tracking," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 86-92, 2021.
- [5] A. Abdullah and R. Kaban, "Automation System and Monitoring in the Hydroponic Cultivation Process Integrated with Internet Network," *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 158-162, 2019.
- [6] E. A. Hakim, "Sistem Kontrol," ed: UMM Press, 2012.
- [7] M. S. Elsherbiny, W. R. Anis, I. M. Hafez, and A. R. Mikhail, "Design of single-axis and dual-axis solar tracking systems protected against high wind speeds," *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 6, no. 9, pp. 84-89, 2017.
- [8] J.-N. Juang and R. Radharamanan, "Design of a solar tracking system for renewable energy," in *Proceedings of the 2014 Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education*, 2014, pp. 1-8: IEEE.