

Optimalisasi Catu Daya pada Sistem Monitoring Kondisi Cuaca

Giovany B. Ham, Vecky C. Poekoel, Feisy D. Kambey
 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia
 giovanyham@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, feisykambey@unsrat.ac.id

Abstract — The power supply optimization system in the weather monitoring system is one of the things that is needed to maximize the system's power supply requirements for both the built-in system and the weather monitoring system. The solar cell is a tool that can determine the power potential by adding the INA219 sensor to monitor the power generated from the solar panel. For monitoring the parameters used can be monitored on one of the OVoRD or ThingSpeak IoT platforms without having to be where the tool is located. The sensors reading data will be read and processed by Arduino Mega then communicated serially with the ESP32 and sent to the IoT Platform.

Based on the data displayed on the Iot platform and taken for 5 days the maximum value of the power generated from the solar panel to the system is 20,80 Watt or 55.94% of the maximum power of the solar panel and the lowest power generated is 0.22 Watt. . The average load power of the weather monitoring system is 1.15 Watt with direct current load type.

Keywords: *Arduino Mega, ESP32, IoT, Lithium-Ion, Solar Cell.*

Abstrak — Sistem optimalisasi catu daya pada sistem monitoring cuaca merupakan salah satu hal yang diperlukan untuk memaksimalkan kebutuhan catu daya sistem baik untuk sistem bawaan maupun sistem monitoring cuaca. Panel surya merupakan salah satu alat yang dapat mengetahui potensi daya dengan menambahkan sensor INA219 untuk memantau daya yang dihasilkan dari panel surya. Untuk memonitoring parameter-parameter yang digunakan dapat dipantau di salah satu platform IoT OVoRD atau ThingSpeak tanpa harus berada di tempat alat tersebut berada. Data-data hasil pembacaan sensor nantinya dibaca dan akan diolah oleh Arduino Mega kemudian dikomunikasikan secara serial dengan ESP32 dan dikirimkan ke Platform IoT.

Berdasarkan data-data yang ditampilkan di platform Iot dan diambil selama 5 hari nilai maksimum daya yang dihasilkan dari panel surya ke sistem sebesar 20,80 Watt atau sebesar 55,94% dari daya maksimal panel surya dan daya terendah yang dihasilkan sebesar 0,22 Watt. Daya rata-rata beban sistem monitoring cuaca sebesar 1,15 Watt dengan tipe beban arus searah.

Kata Kunci : *Arduino Mega, ESP32, IoT, Lithium-Ion, Panel Surya.*

I. PENDAHULUAN

Dalam keperluan kehidupan setiap hari bagi masyarakat modern, energi listrik menjadi salah satu energi yang sangat penting dan pokok bagi masyarakat, terutama dalam penggunaan alat – alat elektronik. Listrik PLN merupakan salah satu dari energi listrik yang tidak dapat diperbarui. Setiap tahunnya energi listrik pastinya mengalami kenaikan dalam bidang industri, domestik, pertanian, komersial dan penggunaan transportasi. Ketergantungan energi listrik yang berasal dari energi batubara, minyak bumi dan gas alam pada saat ini, lama kelamaan pasti energi tersebut akan berkurang. Untuk itu harus menggunakan energi listrik yang lebih efisien dan hemat. Salah satu pembangkit listrik yang bersifat efisien, hemat, bersih dan ramah lingkungan yang merupakan satu solusi yang bisa dipertimbangkan sebagai pembangkit listrik alternatif yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

PLTS Off-Grid merupakan salah satu sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai sumber listriknya, energi yang dihasilkan akan langsung digunakan ke Sistem Pemantauan Kondisi Cuaca dan energi yang berlebih akan disimpan ke dalam baterai yang dijadikan sebagai cadangan energi.

Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Sistem Pemantauan Kondisi Cuaca harus diperhitungkan dari beberapa aspek, yaitu perhitungan konsumsi total daya, kebutuhan panel surya untuk memenuhi kebutuhan total daya, penggunaan baterai yang tepat sehingga bisa menampung daya yang dihasilkan dari panel surya dan akan di salurkan ke beban.

Baterai menjadi salah satu bagian yang memiliki peran terpenting dalam penerapan PLTS Off-Grid. Baterai merupakan sumber energi listrik yang akan diandalkan untuk memberikan daya kepada Sistem Pemantauan Cuaca. Baterai Lithium-Ion 18650 merupakan salah satu jenis baterai yang umum digunakan pada kendaraan listrik maupun peralatan elektronik pada saat ini. Baterai berbasis Lithium memiliki banyak kelebihan dibanding dengan baterai konvensional seperti Nickel-Cadmium, Nickel-Metalhydrate ataupun Lead Acid [9]. Kelebihan baterai berbasis Lithium adalah densiti energi yang tinggi, densiti daya yang tinggi, self-discharge yang rendah, fast charging, rasio massa ke energy yang tinggi, tidak ada memory effect, tahan lama jika proses charging

sesuai [1]. Namun, baterai berbasis Lithium juga memiliki kekurangan kurang toleran, sehingga memerlukan pemantauan dan prosedur proteksi yang akurat untuk memastikan tidak overcharge pada salah satu sel baterai serta memastikan baterai tidak overheat yang dapat mengurangi umur baterai. Perlunya baterai sebagai sumber energi pada sumber listrik menitik beratkan pada keandalan baterai dan keamanan dalam penggunaannya. Baterai Lithium dalam bentuk pack memungkinkan memiliki perbedaan karakteristik pada setiap sel di dalamnya baik dalam karakteristik kimia maupun kelistrikkannya [8].

Berdasarkan masalah diatas akan dibuat sebuah sistem pemantauan untuk daya masukan dari panel surya, tegangan baterai, daya beban. Sensor-sensor yang digunakan akan diolah melalui Arduino MEGA yang akan dikomunikasikan secara serial dengan ESP-32 yang nantinya akan dikirim melalui platform IoT OVoRD (Online Value of Realtime Data). Untuk data-data yang akan dipantau dapat diakses dengan mudah melalui platform IoT OVoRD dimanapun dan kapanpun. Selain itu, data yang dihasilkan lebih mudah dianalisa karena tampilan akan berbentuk angka dan grafik.

Oleh karena itu, penelitian pada tugas akhir ini akan melakukan penerapan teknologi PLTS Pada Sistem Pemantauan Kondisi Cuaca Melalui Platform IoT OVoRD.

A. Energi Listrik

Energi Listrik merupakan salah satu sumber kebutuhan manusia yang harus terpenuhi untuk menghidupkan peralatan, perabotan dan benda benda lainnya yang membutuhkan energi listrik agar dapat berfungsi. Disisi lain energi listrik juga berperan penting dalam menggerakkan roda perekonomian. Seiring Kemajuan zaman, Permintaan terhadap energi listrik kian meningkat, dikarenakan hampir semua peralatan dan perabotan digerakkan menggunakan energi listrik. Disisi lain meningkatnya permintaan terhadap energi ini akan menjadi beban yang memiliki karakteristik elektrik baru. Salah satu pengaruhnya adalah permasalahan daya listrik yang dihantarkan. Kualitas listrik sendiri memiliki tiga parameter yakni tegangan, arus dan frekuensi listrik. Bila terjadi penyimpangan nilai pada salah satu dari ketiga tersebut akan memperburuk kualitas listrik yang dihantarkan. Energi listrik yang digunakan dalam alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikali dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Dengan demikian daya dapat diukur dengan rumus sebagai berikut :

$$W = P \times t$$

$$P = \frac{W}{t}$$

Keterangan :

P = Daya dalam watt (W)

t = Waktu dalam jam (h)

W = Energi dalam watt hour (Wh)

Sumber energi listrik adalah semua yang ada disekitar kita yang dapat menghasilkan listrik. Secara garis besar, salah satu sumber energi listrik yaitu energi terbarukan. Energi matahari atau surya merupakan sumber energi terbarukan yang berasal dari radiasi sinar dan panas yang dipancarkan matahari sebagai bahan bakar utama dengan bantuan solarcell, energi dari cahaya matahari dapat langsung diubah menjadi energi listrik.

B. Sistem Pemantauan

Sistem monitoring atau sistem pengawasan adalah suatu upaya yang sistematis untuk menetapkan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi, untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk menetapkan apakah telah terjadi suatu penyimpangan tersebut, serta untuk mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan untuk menjamin bahwa semua sumber daya perusahaan atau organisasi telah digunakan seefektif dan seefisien mungkin guna mencapai tujuan perusahaan atau organisasi.

C. Panel Surya

Panel surya adalah sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Energi listrik yang dihasilkan akan disimpan ke dalam sebuah baterai, kemudian digunakan untuk mengoperasikan perangkat elektronik sesuai kebutuhan listriknya.

Secara sederhana, cara kerja panel solar adalah dengan menyerap cahaya matahari dan menampung energi yang dihasilkan ke dalam sebuah baterai. Dengan demikian, sistem bisa berjalan meskipun di sore hari, malam hari, atau ketika kondisi hujan. Selain itu, terdapat kabel yang terintegrasi dengan instalasi listrik di dalam rumah. Ketika ada konsumsi listrik dari barang elektronik, misalnya ketika menyalakan televisi, secara otomatis tenaga listriknya diambil dari baterai.

D. Kontroler Panel Surya

Kontroler panel surya merupakan sekumpulan komponen komponen elektronika yang diintegrasikan sehingga memiliki fungsi untuk mengatur arus searah yang akan diisi ke baterai dan pelepasan energi dari baterai ke beban yang digunakan, kontroler panel surya juga bisa mengatur *overcharging* atau kelebihan pengisian daya karena baterai sudah penuh dan kelebihan voltase dari panel surya.

E. Baterai Lithium-Ion 18650

Salah satu jenis baterai yang banyak digunakan saat ini adalah baterai lithium-ion 18650. Ini adalah jenis baterai yang dapat dicas ulang (*rechargeable*). Kebanyakan perangkat elektronik portable yang membutuhkan tenaga besar dan tahan lama dipastikan menggunakan baterai 18650. Contoh penggunaan baterai Lithium-Ion antara lain laptop, power bank, wireless bluetooth speaker, perangkat remot kontrol.

Tegangan kerja baterai Lithium-Ion 18650 adalah 3,7 Volt. Maksimum dapat dicas 4,2 Volt dan baterai dianggap kosong pada tegangan 2,8 V – 3,0 V, berarti baterai tersebut sudah kosong, alias perlu di cas Kembali. Sedangkan kemampuan menyimpan arus listrik beragam tergantung produksinya. Dan secara umum diketahui baterai ini maksimal memiliki kapasitas 3600 mAh. Ada yang 3400 mAh, 2500 mAh, 2200 mAh, 1500 mAh dan sebagainya. Namun maksimal yang dapat diproduksi hingga kini hanya dapat menyimpan arus maksimal 3600 mAh.

F. Arduino Mega

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 dilengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan power dari USB ke PC / Laptop atau melalui Jack DC pakai adaptor 7-12 V DC.

G. ESP32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. Terlihat pada gbr. 1 merupakan pin out dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan input atau output untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC.

H. Sensor INA219

Modul sensor ini merupakan modul yang didukung dengan kemampuan ukur yang mampu mengukur sumber beban yang sampai 26 Vdc dan arus 3,2 Ampere. Ini merupakan modul sensor yang berukuran kecil tapi keren dikarenakan tidak hanya mengukur arus, tapi juga tegangan lewat komunikasi I2C dengan tingkat presisi 1%. Dengan memanfaatkan perkalian hukum ohm, dapat juga menghitung daya watt-nya juga. Besaran daya yang mampu diukur menggunakan modul ini yaitu dapat mencapai lebih dari 75 watt daya. Modul ini secara original didesain oleh Adafruit sehingga sudah tersedia library untuk koding pemrogramannya. Untuk saat ini

dipasaran tersedia beberapa varietas modul sensor DC yang sejenis tetapi secara konsep pada dasarnya sama.

INA219 merupakan modul sensor yang dapat memonitoring tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA 219 didukung dengan interface I2C atau SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program times dan filtering. INA 219 memiliki sebuah amplifier input maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah 0,8 mA. Dengan gain internal yang ditetapkan pada minimum div8, maks saat ini adalah $\pm 400\text{mA}$ dan resolusi 0,1 mA. INA 219 mengidentifikasi tegangan shunt pada bus 0 – 26 V.

I. Sensor Tegangan

Prinsip kerja modul sensor tegangan ini dapat membuat tegangan input mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V bila diinginkan Arduino analog input dengan tegangan 5 V, dan jika untuk tegangan 3,3 V, tegangan input harus tidak lebih dari 16.5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino AVR memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V yaitu dari (5 V / 1023), dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0,00489\text{ V} \times 5 = 0,02445\text{ V}$. Sehingga dapat dirumuskan seperti persamaan berikut :

$$\text{Volt} = ((V_{\text{out}} \times 0.00489) \times 5)$$

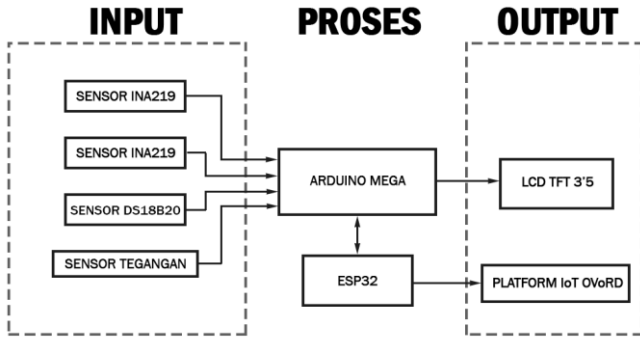
J. Sensor DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC. Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$). Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (single wire data bus/1-wire protocol). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data logging dan kontrol berbasis temperatur di luar sana.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian perancangan sistem Optimalisasi Catu Daya pada Sistem Monitoring Kondisi Cuaca, ada beberapa elemen penting yaitu berupa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), namun kali ini kita berfokus pada perancangan yang dapat mengatur masuknya sampai keluaranya daya yang dihasilkan dari panel surya serta memiliki keamanan pada komponen – komponen yang digunakan.

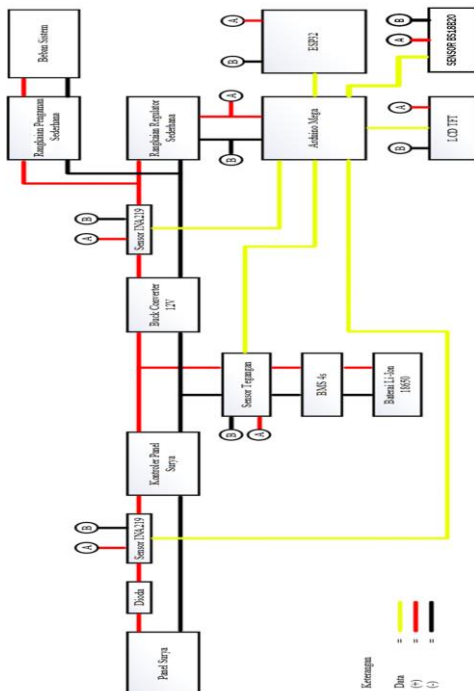
A. Diagram Blok Sistem Penyusun Sistem Pemantauan Daya



Gambar 1. Diagram blok sistem penyusun sistem pemantauan daya.

Diagram blok sistem penyusun sistem pemantauan daya ini memiliki 4 sensor masukan antara lain, yang pertama sensor INA219 yang digunakan untuk memantau daya yang dapat dihasilkan dari panel surya. Kedua, sensor INA219 yang digunakan pada keluaran sistem agar dapat memantau daya keluaran untuk kebutuhan beban sistem. Ketiga, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu baterai pack lithium-ion 18650. Keempat, sensor tegangan yang digunakan untuk mengukur tegangan baterai sebagai indikator kapasitas baterai yang digunakan. Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini ada 2 yaitu, Arduino Mega sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk mengolah data – data sensor, yang kedua adalah ESP32 yang digunakan untuk menerima data – data sensor dari Arduino Mega yang dikomunikasikan secara serial kemudian data – data sensor tersebut dikirim ke platform IoT yang digunakan.

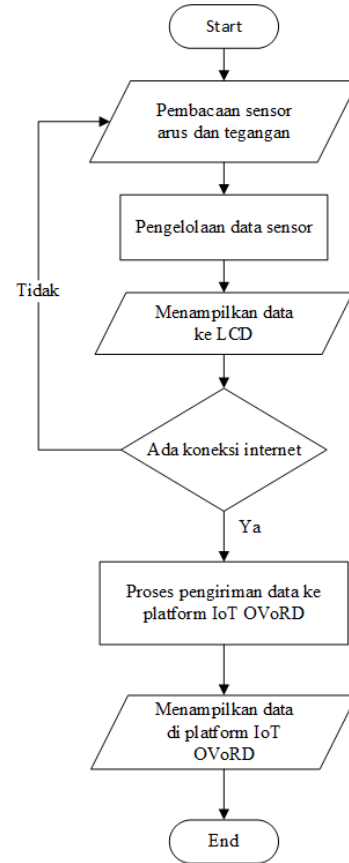
B. Rangkaian Keseluruhan Sistem.



Gambar 2. Rangkaian keseluruhan sistem.

Rangkaian pada gambar 2 merupakan gambar rangkaian sistem keseluruhan yang membentuk sebuah sistem optimalisasi catu daya pada sistem pemantauan kondisi cuaca.

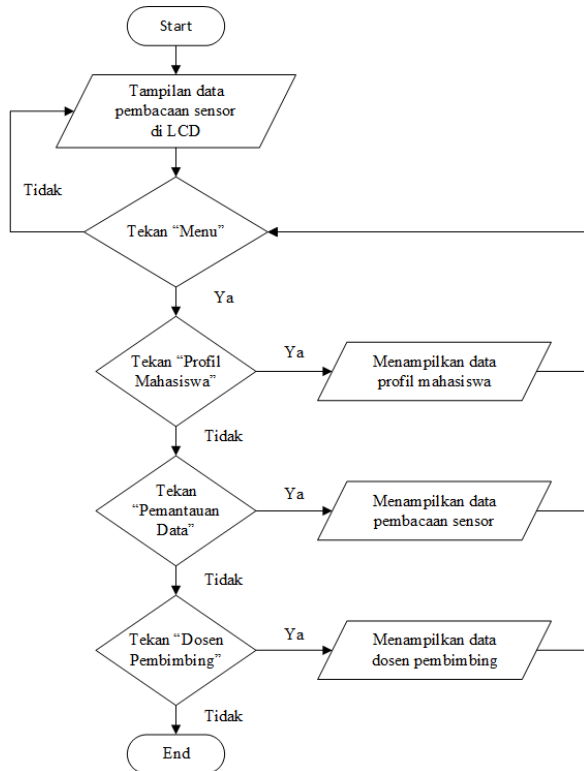
C. Diagram Alir Sistem Pembacaan sensor



Gambar 3. Diagram alir sistem pembacaan sensor.

Pada gambar 3 merupakan sebuah diagram alir dari sistem optimalisasi catu daya pada sistem pemantauan cuaca dimulai dengan pembacaan dari sensor arus dan tegangan (sensor INA219) pada arduino mega. Setelah dibaca, hasil data pembacaan sensor diolah oleh Arduino Mega dan ditampilkan melalui LCD TFT secara langsung. Jika terdapat jaringan internet maka data akan dikomunikasikan secara serial dengan ESP32 dan akan dikirimkan ke platform IoT. Data yang sudah dikirimkan akan ditampilkan di platform IoT.

D. Diagram Alir Penampilan di LCD TFT



Gambar 4. Diagram alir penampilan di LCD TFT

Gambar 4 diatas merupakan suatu diagram alir pada sistem penampilan LCD TFT secara langsung, dimulai dari menampilkan data hasil pembacaan sensor yang telah diolah oleh arduino mega. Dalam tampilan tersebut terdapat tombol “Menu”, jika tombol tersebut ditekan maka akan terdapat 3 pilihan yaitu tombol “Profil Mahasiswa” yang akan menampilkan biodata dari mahasiswa, tombol yang kedua “Pemantauan Data” yang akan Kembali menampilkan hasil pembacaan sensor yang telah diolah oleh arduino mega dan tombol terakhir “Dosen Pembimbing” yang akan menampilkan dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 pada tugas akhir ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Umum Alat

Kontroler sistem optimalisasi catu daya ini adalah sebuah alat yang dirancang khusus untuk beban sistem yang memiliki masukan tegangan sebesar 12V. Kontroler ini juga dirancang khusus untuk baterai lithium-ion 18650 yang memiliki konfigurasi 4 sel serta memiliki keamanan ketika terjadi *overcharging*, *short circuit*, *overcurrent* dan *overdischarging*. Data – data pembacaan sensor dapat dipantau melalui platform IoT dan juga dapat dipantau langsung melalui LCD TFT.

Kontroler ini dapat mengubah serta mengontrol energi matahari yang dihasilkan dari panel surya menjadi sumber

energi listrik untuk beban sistem yang agar sesuai dengan kebutuhan dari sistem yang digunakan.

B. Hasil Perancangan Alat

Hasil perancangan dari kontroler ini memiliki 4 konektor yaitu konektor untuk masukan dari panel surya, *charging*, *discharging* dari baterai lithium dan keluaran untuk beban sistem pemantauan kondisi cuaca. Terdapat juga button yang digunakan untuk mengaktifkan jalur keluaran yang terdapat 2 indikator led untuk mengetahui apakah beban sistem telah menerima daya atau belum. 2 Saklar yang digunakan untuk panel surya dan baterai. Penampil data yang digunakan menggunakan LCD TFT 3’5” agar dapat melihat hasil pembacaan sensor – sensor secara langsung.



Gambar 5. Sisi kanan dari kontroler.



Gambar 6. Sisi kiri dari kontroler.

C. Pengujian Sensor INA219

Pengujian sensor berfungsi untuk mengetahui tingkat kesalahan pembacaan dari sensor yang digunakan dalam pengambilan data. Untuk menghindari kesalahan pembacaan yang tinggi maka diperlukan kalibrasi sensor-sensor yang digunakan. Dalam pengujian digunakan aki motor sebagai *supply* dan motor dc sebagai beban.

Pengujian nilai tegangan pada sensor INA219 dengan alat ukur berupa multimeter digital dengan tujuan untuk mengetahui akurasi dan presisi dari nilai tegangan pada sensor yang digunakan.

Tabel 1. Pengujian Tegangan Sensor INA219 Pada Panel Surya.

NO	Tegangan Sensor	Pembacaan Multimeter	Selisih	Presentase Error
1	12.28 V	12.29 V	0.01 V	0.0008%
2	12.30 V	12.27 V	0.03 V	0.0024%
3	12.26 V	12.27 V	0.01 V	0.0008%
4	12.29 V	12.27 V	0.02 V	0.0016%
5	12.32 V	12.27 V	0.05 V	0.0040%
6	12.30 V	12.27 V	0.03 V	0.0024%
7	12.33 V	12.27 V	0.06 V	0.0048%
8	12.25 V	12.27 V	0.02 V	0.0016%
9	12.28 V	12.27 V	0.01 V	0.0008%
10	12.24 V	12.27 V	0.03 V	0.0024%

Berdasarkan tabel 1 diatas yang merupakan pengujian dari sensor INA219 terhadap nilai tegangan yang dibandingkan dengan alat ukur multimeter digital. Sensor ini memiliki tingkat presentase error tertinggi 0.0048 %. Untuk rata – rata error berdasarkan table diatas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata - Rata Error} &= \frac{\text{Jumlah Presentase Kesalahan}}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{0.0216}{10} \% \\ &= 0.00216 \% \end{aligned}$$

Tabel 2. Pengujian Arus Sensor INA219 Pada Panel Surya.

NO	Arus Sensor	Pembacaan Multimeter	Selisih	Presentase Error
1	0.395 A	0.300 A	0.095 A	0.316%
2	0.236 A	0.298 A	0.062 A	0.208%
3	0.250 A	0.299 A	0.052 A	0.173%
4	0.336 A	0.300 A	0.036 A	0.12%
5	0.370 A	0.301 A	0.069 A	0.229%
6	0.311 A	0.298 A	0.013 A	0.115%
7	0.250 A	0.299 A	0.049 A	0.043%
8	0.349 A	0.300 A	0.049 A	0.163%
9	0.285 A	0.302 A	0.017 A	0.056%
10	0.285 A	0.297 A	0.012 A	0.04%

Berdasarkan tabel 2 diatas yang merupakan pengujian dari sensor INA219 yang dibandingkan dengan alat ukur multimeter digital. Sensor ini memiliki tingkat presentase error tertinggi 0.0136 %. Untuk rata – rata error berdasarkan table diatas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata - Rata Error} &= \frac{\text{Jumlah Presentase Kesalahan}}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{1.463}{10} \% \\ &= 0.1463 \% \end{aligned}$$

Tabel 3. Pengujian Tegangan Sensor INA219 Pada Output Beban.

NO	Tegangan Sensor	Pembacaan Multimeter	Selisih	Presentase Error
1	12.22 V	12.28 V	0.06 V	0.0048%
2	12.20 V	12.28 V	0.08 V	0.0065%
3	12.27 V	12.28 V	0.01 V	0.0008%
4	12.21 V	12.28 V	0.07 V	0.0057%
5	12.20 V	12.27 V	0.07 V	0.0057%
6	12.10 V	12.27 V	0.17 V	0.0138%
7	12.28 V	12.27 V	0.01 V	0.0008%
8	12.24 V	12.27 V	0.03 V	0.0024%
9	12.26 V	12.27 V	0.01 V	0.0008%
10	12.30 V	12.27 V	0.03 V	0.0024%

Berdasarkan tabel 3 diatas yang merupakan pengujian dari sensor INA219 yang dibandingkan dengan alat ukur multimeter digital. Sensor ini memiliki tingkat presentase error tertinggi 0.0138 %. Untuk rata – rata error berdasarkan table diatas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata - Rata Error} &= \frac{\text{Jumlah Presentase Kesalahan}}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{0.0617}{10} \% \\ &= 0.00617 \% \end{aligned}$$

Tabel 4. Pengujian Arus Sensor INA219 Pada Output Beban.

NO	Arus Sensor	Pembacaan Multimeter	Selisih	Presentase Error
1	0.364 A	0.299 A	0.065 A	0.217%
2	0.286 A	0.301 A	0.015 A	0.049%
3	0.360 A	0.296 A	0.064 A	0.173%
4	0.297 A	0.295 A	0.002 A	0.216%
5	0.391 A	0.298 A	0.094 A	0.229%
6	0.325 A	0.297 A	0.028 A	0.315%
7	0.298 A	0.300 A	0.002 A	0.006%
8	0.338 A	0.302 A	0.036 A	0.119%
9	0.233 A	0.294 A	0.061 A	0.207%
10	0.246 A	0.297 A	0.051 A	0.171%

Berdasarkan tabel 4 diatas yang merupakan pengujian dari sensor INA219 yang dibandingkan dengan alat ukur multimeter digital. Sensor ini memiliki tingkat presentase error tertinggi 0.315 %. Untuk rata – rata error berdasarkan table diatas adalah sebagai berikut .

$$\begin{aligned} \text{Rata - Rata Error} &= \frac{\text{Jumlah Presentase Kesalahan}}{\text{Jumlah Data}} \\ &= \frac{2.296}{10} \% \\ &= 0.2296 \% \end{aligned}$$

D. Pengujian Daya Maksimal Panel Surya

Tabel 5. Pengujian Daya Maksimal Panel Surya

NO	Tegangan Panel	Arus Panel	Daya
1	16,50 V	1,56 A	25,74 Watt
2	16,47 V	1,50 A	24,7 Watt
3	16,32 V	1,43 A	23,33 Watt
4	16,17 V	1,39 A	24,47 Watt
5	16,49 V	1,58 A	26,05 Watt
6	16,83 V	1,75 A	29,45 Watt

Tabel 5 merupakan pengujian keluaran daya panel surya polycrystalline 50 WP dengan beban yang digunakan adalah Motor DC PG45 sebanyak 3 unit yang diparalelkan kemudian dihubungkan langsung dengan keluaran dari panel surya. Data tersebut diambil setiap jarak waktu 10 menit dengan intensitas cahaya sekitar 63124 sampai dengan 73480 LUX dengan menggunakan sensor INA219 sebagai sensor untuk mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan dari panel surya dan menggunakan arduin mega sebagai mikrokontroler.

E. Pengambilan Data Keseluruhan

Tabel 6. Pengambilan Data Keseluruhan Pada Hari Minggu, 28 November 2021

N o	TB a	SB a	TB e	AB e	DB e	TP a	AP a	DP a	Wakt u
1	14,62	28,31	11,9	0,15	1,15	16,23	0,93	15,1	09:54
2	14,82	28,44	11,9	0,15	1,15	16,39	0,69	11,38	10:09
3	14,89	28,56	11,9	0,15	1,15	16,65	0,57	9,54	10:24
4	14,99	28,69	11,9	0,15	1,15	16,81	0,49	8,32	10:39
5	15,04	28,75	11,91	0,15	1,15	16,93	0,46	7,73	10:55
6	15,04	28,81	11,9	0,15	1,2	17,5	0,43	7,29	11:10
7	15,09	28,81	11,9	0,15	1,1	17,5	0,39	6,79	11:25
8	15,09	28,88	11,9	0,15	1,1	17,5	0,38	6,58	11:40
9	15,11	28,94	11,9	0,15	1,1	17,5	0,36	6,22	11:55
10	15,11	28,94	11,9	0,15	1,1	17,5	0,34	5,94	12:10
11	15,14	28,94	11,9	0,15	1,1	17,5	0,33	5,72	12:25
12	15,14	28,94	11,9	0,15	1,1	17,5	0,34	5,71	12:40
13	15,14	28,94	11,89	0,15	1,1	17,5	0,35	5,77	12:55
14	15,14	28,94	11,9	0,15	1,1	17,4	0,33	5,69	13:10
15	15,16	28,9	11,9	0,15	1,1	17,5	0,33	5,64	13:25

16	15,06	28,94	11,9	0,15	1,1	15,5	0,122	2,42	13:40
17	15,04	28,94	11,9	0,15	1,1	15,5	0,121	2,72	13:55
18	14,94	28,88	11,9	0,15	1,1	15,5	0,109	1,87	14:10
19	14,87	28,88	11,9	0,15	1,1	15,4	0,105	2,26	14:25
20	14,82	28,81	11,89	0,15	1,1	15,4	0,101	2,76	14:40
21	14,72	28,81	11,9	0,15	1,1	14,5	0,192	1,93	14:55
22	14,62	28,81	11,9	0,15	1,1	14,4	0,184	1,86	15:10
23	14,57	28,81	11,9	0,15	1,1	14,6	0,184	2,68	15:25
24	14,43	28,81	11,9	0,15	1,1	14,5	0,168	1,83	15:40
25	14,31	28,81	11,91	0,07	0,8	14,6	0,154	1,45	15:55

Ket :

TBa = Tegangan Baterai.

SBa = Suhu Baterai.

TBe = Tegangan Beban.

Abe = Arus Beban.

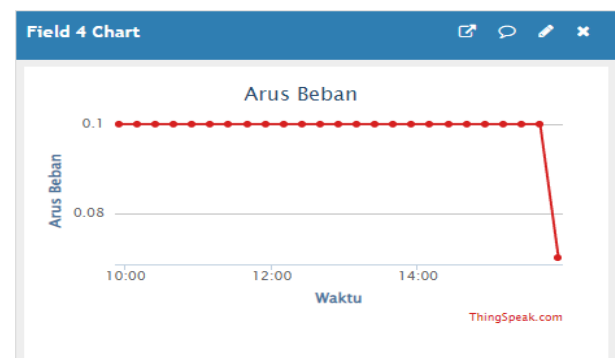
DBe = Daya Beban.

TPa = Tegangan Panel Surya.

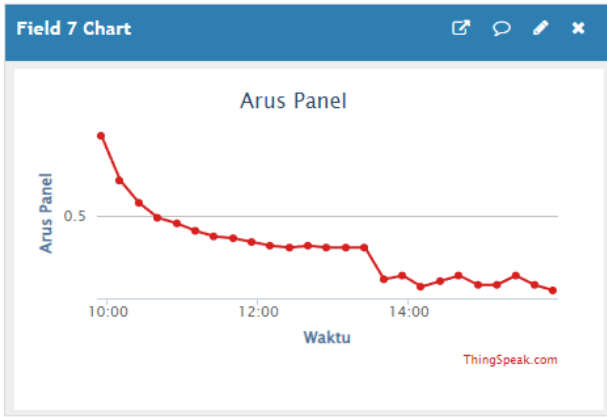
APa = Arus Panel Surya.

DPa = Daya Panel Surya.

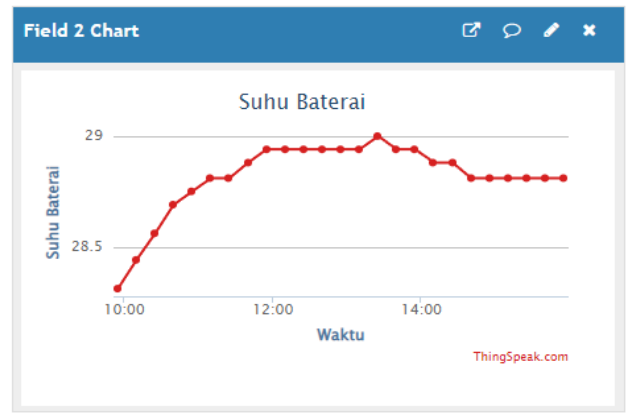
Pada tabel 6 merupakan data-data hasil pembacaan sensor yang dikirimkan ke platform IoT pada hari minggu, 28 november 2021 dari jam 09:54 WITA sampai dengan 15:55 WITA. Daya terbesar yang dihasilkan ke sistem sebesar 15,1 Watt pada jam 09:54 WITA. Tegangan baterai saat dimulai pengambilan data sebesar 14,62 V dan tegangan baterai saat akhir pengambilan data sebesar 14:31. Cuaca cerah pada jam 09:54 WITA sampai dengan jam 13:25 WITA dengan intensitas cahaya sekitar 51273 Lux sampai dengan 67422 Lux dan mendung pada jam 13:40 WITA sampai dengan 15:55 WITA dengan nilai intensitas cahaya dari 7652 sampai dengan 18648 Lux yang diukur dengan aplikasi Android Lux Meter. Berikut merupakan tampilan grafik di platform IoT ThingSpeak.



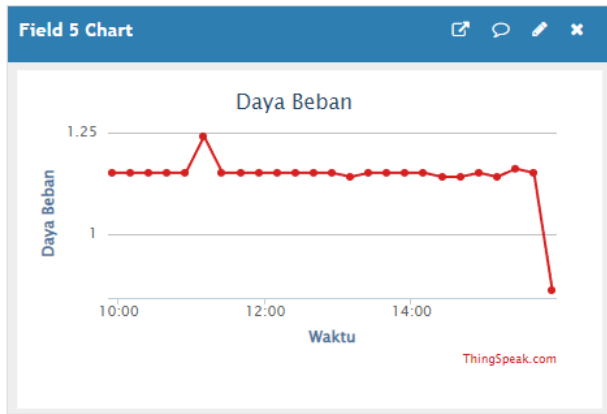
Gambar 7. Grafik arus beban.



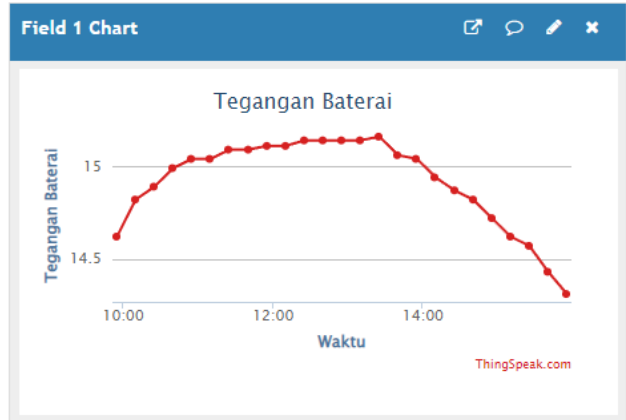
Gambar 8. Grafik arus panel.



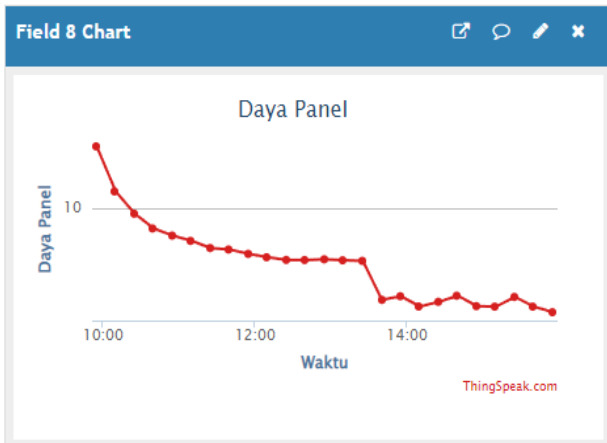
Gambar 11. Grafik suhu baterai.



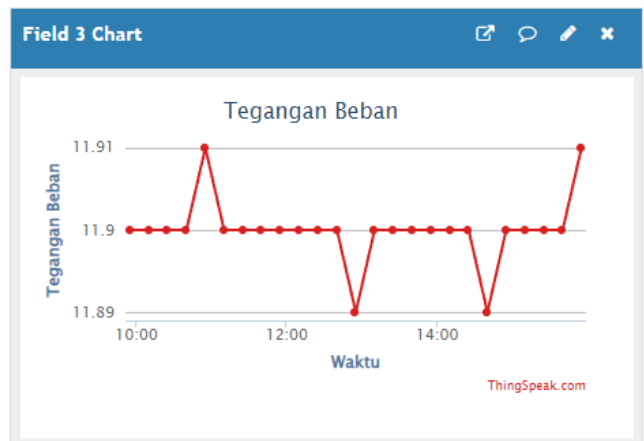
Gambar 9. Grafik daya beban.



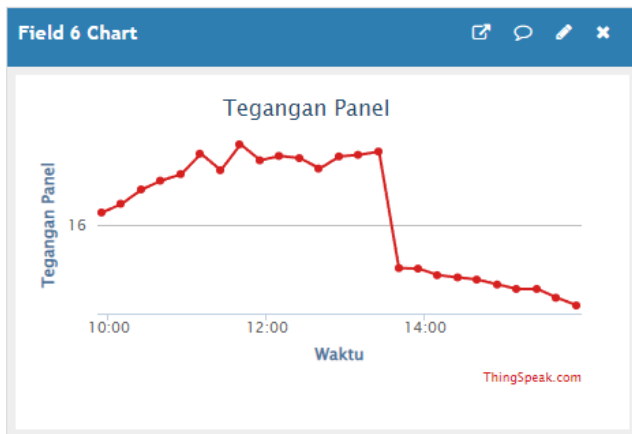
Gambar 12. Grafik tegangan baterai.



Gambar 10. Grafik daya panel.



Gambar 13. Grafik tegangan beban.



Gambar 14. Grafik tegangan panel.



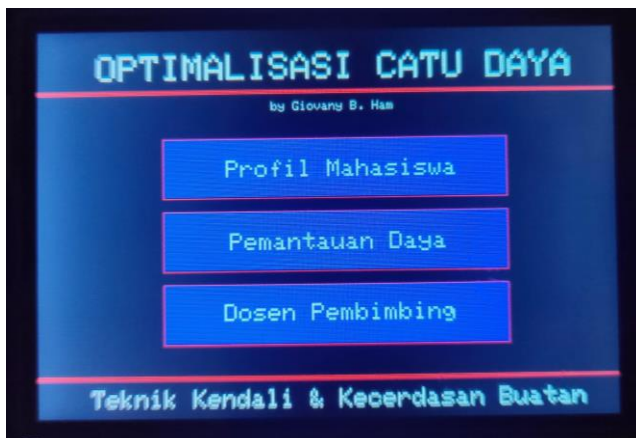
Gambar 17. Tampilan menu biodata mahasiswa.

F. Tampilan Data di LCD TFT

Dalam perancangan tampilan di LCD TFT terdapat beberapa kode program untuk menampilkan menu-menu tampilan agar bisa dipantau secara *realtime* dan mudah. Tampilan yang dirancang memiliki fitur layer sentuh sehingga para pengguna bisa melihat menu - menu yang diinginkan.



Gambar 15. Tampilan menu pemantauan daya.



Gambar 16. Tampilan menu utama



Gambar 18. Tampilan menu dosen pembimbing

G. Efisiensi Panel Surya

Besar efisiensi yang dihasilkan panel surya pada pengisian baterai dapat dihitung terlebih dahulu dengan menghitung besar energi yang datang dan besar energi surya yang keluar sehingga efisiensi yang didapat merupakan efisiensi keluaran dari panel surya pada pengisian baterai. Perhitungan efisiensi sebagai berikut :

$$Efisiensi = \frac{\text{Tegangan Panel Surya} \times \text{Arus Panel Surya}}{\text{Luas Panel Surya} \times \text{Intensitas Radiasi Matahari}}$$

Dari hasil pengamatan diperoleh kemudian diolah untuk mengetahui besar energi surya yang datang. Sebagai contoh untuk data yang pertama, perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= 17,20 \text{ V} \\ I &= 2,15 \text{ A} \\ \text{Luas Panel Surya} &= 0,391 \text{ m}^2 \\ G &= 1000 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

$$Efisiensi = \frac{17,20 \times 2,15}{0,391 \times 1000}$$

$$Efisiensi = \frac{36,98}{391}$$

$$Efisiensi = 9,457\%$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan dalam mengoptimalkan catu daya pada sistem pemantauan kondisi cuaca ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang terkait dengan hasil penelitian yaitu :

1. Baterai lithium-ion 18650 yang digunakan memiliki kapasitas yang berbeda dengan spesifikasi dari toko, sehingga dibutuhkan pergantian baterai yang memiliki kapasitas yang lebih tinggi lagi untuk memenuhi kebutuhan sistem pemantauan kondisi cuaca terutama pada saat malam hari.
2. Daya tertinggi yang dihasilkan dari panel surya bernilai 20,80 Watt pada pukul 10:00 WITA keadaan cuaca yang cerah dengan intensitas cahaya 73480 Lux diukur dengan aplikasi Lux Meter di handphone, beserta beban sistem rata-rata sebesar 1,15 Watt dan keadaan baterai dalam kondisi 62,95 % terisi.
3. Dalam proses pengisian baterai dengan panel surya, ketika kondisi kapasitas baterai semakin penuh maka kontroler panel surya akan mengecilkan arus yang disalurkan ke baterai agar dapat memperpanjang umur dari baterai yang digunakan terlebih khusus baterai lithium ion 18650.
4. Nilai keluaran listrik dari panel surya untuk energi insiden dalam bentuk sinar matahari sebesar 9,45%

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu:

1. Merancang sebuah sistem keamanan yang bisa digunakan untuk baterai lithium-ion 18650 1s, 2s, 3s, 5s
2. Menggunakan baterai lithium ion 18650 yang memiliki kapasitas yang lebih untuk memenuhi kebutuhan sistem pemantauan kondisi cuaca.
3. Menggunakan modul tambahan seperti SIM800L atau semacamnya agar tidak perlu lagi menggunakan hotspot dari device tambahan.

V. KUTIPAN

- [1] Amir Hossein Ranjbar. Anahita Banei. Amir Khoobroo. Babak Fahimi. "Online Estimation of State of Charge in Li-Ion Batteries Using Impulse Response Concept". IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 3, No. 1. March 2012.
- [2] Aprianti, N.A.; Fathona, I.W.; Supriadi.; Budiman, M.; dan Khairurrijal 2010. Sistem Kontrol Otomatik Pembatasan Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler PIC18F4520, Jurnal. Vol 2 (2). Hlm.49-57

- [3] Botta, A., De Donato, W., Persico, V. and Pescapé, A., 2016. "Integration of cloud computing and internet of things: a survey". Future generation computer systems, 56, pp.684-700.
- [4] Kim, Choll-Ho. Kim, Moon-Young. Moon, Gun-Woo. A Modularized Charge Equalizer Using a Battery Monitoring IC for Series-Connected Li-Ion Battery Strings in Electric Vehicles, Transactions on Power Electronics, Vol. 28, No. 8. August 2013.
- [5] Kyung-Min Lee. Yoo-Chae Chung. Chang-Hyeon Sung. Bongkoo Kang. Active Cell Balancing of Li-Ion Batteries Using LC Series Resonant Circuit IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol. 2, No. 9. September 2015.
- [6] Ontowirjo, F.Y.Q. 2018. "Implementasi IoT Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Pengeri Berbasis Web". Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [7] Octavian, B.Y. 2019. "Sistem Monitoring Intensitas Cahaya dan Kecepatan Angin Berbasis Web di Kawasan Relokasi Korban Banjir Pandu". Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [8] Weigui Ji. Xi Lu. Yuan Ji. Yingbin Tang. Feng Ran. Fan Zheng Peng. Low Cost Battery Equalizer Using Buck-Boost and Series LC Converter with Synchronous Phase-Shift Control Applied Power Electronic Conference and Exposition (APEC). March 2013.
- [9] Xiaopeng Chen, Weixiang Shen, Thanks Tu VO, Zhenwei Caoi, Ajay Kapoor. An Overview of Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles, International Power & Energy Conference. December 2012.

TENTANG PENULIS



Penulis bernama lengkap **Giovany Billiam Ham** yang merupakan anak ke dua dari dua bersaudara dalam keluarga Ham - Jawalata, lahir di Tomohon pada tanggal 21 November 1999. Penulis menempuh pendidikan pertama di sekolah Taman Kanak-kanak GMIM Yobel Uluindano pada tahun 2003 sampai 2004, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Inpres Perumnas Uluindano pada tahun 2004 sampai 2010, setelah itu masuk ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Tomohon pada tahun 2010 sampai 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Tomohon 2013 hingga lulus di tahun 2016. Sekarang penulis telah menyelesaikan pendidikan di Universitas Sam Ratulangi Manado.

Selama menempuh Pendidikan di Universitas Sam Ratulangi Manado Fakultas Teknik di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro dengan konsentrasi minat Teknik Kendali dan Kecerdasan Buatan dari tahun 2017 penulis telah mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro dan Unit Kegiatan Mahasiswa Edukasi Robotika. Penulis pernah mengikuti Kontes Robot Indonesia pada tahun 2018 dan 2019.