

Pengisian Solar Charging pada Baterai Secara Jarak Jauh

Ahmad Dhani¹, Diono S.Tr.T.,M.Sc.²

^{1,2}Politeknik Negeri Batam

Jalan Ahmad Yani Batam Kota, Batam 29461

e-mail: ahmaddhaniheida@gmail.com¹, diono@polibatam.ac.id²

Abstract — In today's developments the use of renewable energy continues to experience innovations. One of them is the utilization of the sun into electrical energy using solar panels. The use of solar panels in Indonesia is very beneficial because Indonesia is in an equatorial region where almost all areas receive sunlight. Therefore, in order to maximise the use of sunlight, it is necessary to monitor solar panel parameters and battery charging that can be accessed at any time and anywhere via the Internet using Internet of Things (IoT) technology. IoT is a technology that can connect things around humans to the Internet. The IoT- based battery charge monitoring system on PLTS is designed to facilitate monitoring of the activity of the solar panel and batteries, the voltage, current and *power* of the solar panel. Then voltage, current and *power* from the battery. And the status of the battery. The final task is to have several components: Arduino IDE *software* used to program the board of NodeMCU ESP8266, NodeMCU ESP8266, INA219 sensors, and solar sell panels. This battery charge monitoring system test results in voltage, current, *power* reading data from the solar panel using INA219_A sensors. Generates voltage reading data, current, *power* from solar cell control to battery using INA219_B sensors and generates voltage data from solar cell control using voltage sensors as a comparison of which reading results are effective. Next is data *delay* from Arduino Uno serial monitor to Firebase and from Firebase to application.

Keywords: Arduino IDE, NodeMCU ESP8266, Firebase, Internet of Things

Abstrak — Pada perkembangan zaman sekarang ini pemanfaatan energi terbarukan terus mengalami inovasi-inovasi. Salah satunya adalah pemanfaatan matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Penggunaan panel surya di Indonesia sangat bermanfaat karena Indonesia berada di kawasan khatulistiwa yang hampir semua daerahnya mendapat sinar matahari. Oleh karena itu untuk memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari diperlukan pemantauan parameter panel surya dan pengisian baterai yang dapat diakses kapan saja dan dimana saja melalui internet dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT adalah teknologi yang dapat membuat benda-benda di sekitar manusia terhubung dengan internet. Sistem monitoring *charge* baterai pada PLTS berbasis IoT ini di rancangan untuk memudahkan pemantauan aktivitas panel surya dan baterai, data hasil pantauan berupa tegangan, arus dan daya dari panel surya. Kemudian tegangan, arus dan daya dari baterai. Dan status dari baterai. Tugas akhir ini terdapat beberapa komponen yaitu *software* Arduino IDE yang digunakan untuk memprogram *board* dari NodeMCU ESP8266, *board* NodeMCU ESP8266, sensor INA219, dan solar sell panel. Hasil pengujian sistem monitoring *charge* baterai ini menghasilkan data pembacaan tegangan, arus, daya dari panel surya dengan menggunakan sensor INA219_A. Menghasilkan data pembacaan tegangan, arus, daya dari *solar cell control* ke baterai dengan menggunakan sensor INA219_B dan menghasilkan data tegangan dari *solar cell control* menggunakan sensor tegangan sebagai pembandingan hasil pembacaan mana yang efektif. Selanjutnya data *delay* dari serial monitor arduino uno ke Firebase dan dari Firebase ke aplikasi.

Kata kunci: Arduino IDE, NodeMCU ESP8266, Firebase, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Pemantauan pengisian baterai secara jarak jauh menjadi semakin penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari kendaraan listrik hingga peralatan yang digunakan di lokasi terpencil. Pemantauan ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengelola pengisian baterai dari jarak jauh, memaksimalkan efisiensi pengisian, mengurangi risiko kegagalan baterai, dan secara keseluruhan meningkatkan kinerja perangkat yang bergantung pada baterai. Salah satu cara untuk mengimplementasikan pemantauan pengisian baterai secara jarak jauh adalah dengan menggunakan layanan Firebase dari Google. Firebase adalah platform

pengembangan aplikasi yang mencakup berbagai alat dan layanan, termasuk penyimpanan data, autentikasi pengguna, notifikasi, dan *real-time database*, yang dapat digunakan untuk membangun solusi pemantauan pengisian baterai yang efisien dan dapat diandalkan. Pada proses pencarian ide tersebut penulis tertarik pada implementasi Firebase untuk pemantauan pengisian baterai menggunakan solar panel yang diperuntukkan pada rumah, karena penggunaan solar panel pada rumah akan menghemat biaya pengeluaran konsumsi listrik PLN, selain itu juga penulis tertarik dengan digitalisasi, pemantauan pengisian baterai ini sangat penting dalam perkembangan teknologi.

Untuk memaksimalkan pemantauan pengisian baterai maka diperlukan pemantauan parameter dari panel surya tersebut sehingga dapat diketahui hasil dari pemantauan menghasilkan keluaran arus, tegangan, dan daya serta berapa besar kapasitas baterai yang digunakan untuk menampung dengan demikian suplai listrik terhadap baterai akan berjalan dengan baik [1]. Setelah itu data yang sudah diperoleh akan dianalisis apakah keluaran dari panel surya terdapat ketidaksesuaian arus, tegangan, dan daya serta penggunaan baterai sebagai penampung apakah sesuai atau berfungsi dengan baik dan untuk memaksimalkan penggunaan Firebase sebagai *database* maka perlu memastikan bahwa data yang dihasilkan sama dengan data yang terkirim dan tersimpan pada Firebase.

Pada penelitian sebelumnya, pemantauan keluaran dan pencatatan data pada panel surya berbasis Arduino yang mampu melakukan pemantauan keluaran dari panel surya menggunakan sensor INA19 untuk mendapatkan nilai arus, tegangan, dan daya yang di mana data akan secara otomatis tersimpan pada *SD Card* [2]. Terkait komunikasi alat, sistem pemantau yang telah dikaji sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Satria dan Syafii (2018) dalam penelitiannya dikatakan bahwa sistem pemantauan yang mereka rancang adalah *real time* yang di mana data yang diperoleh akan terekam dalam tampilan GUI. Kemudian pada penelitian yang dikemukakan oleh Setiaji dkk (2019) bahwa sistem pemantauan dapat memantau aktivitas keluaran panel surya dan hasil yang ditampilkan tersimpan pada *database*. Pada penelitian sebelumnya masih banyak yang belum detail dalam membahas teknologi sistem seperti *web server*. Penggunaan Firebase sebagai *cloud* akan sangat membantu pengguna dalam memantau dengan jarak jauh, *real time*, dapat mengatur notifikasi atau peringatan berdasarkan batas tertentu, dapat menjaga keamanan data dan riwayat data.

Berdasarkan permasalahan di atas maka pada penelitian ini akan dirancang suatu sistem pemantauan *online* untuk mengetahui keluaran dari panel surya yang digunakan, dan juga menggunakan *solar charge control* PWM agar dapat mencegah kerusakan pada baterai yang digunakan, serta dapat memantau arus, tegangan, dan daya yang tersimpan pada baterai. Firebase akan menjadi *web server* dan *database*. Dengan menggabungkan kekuatan Firebase dalam pemantauan *real-time*, otentikasi pengguna yang aman, kemampuan notifikasi, dan logika bisnis yang dapat disesuaikan, Anda dapat mengimplementasikan pemantauan pengisian baterai yang canggih dan dapat diandalkan secara jarak jauh. Ini akan meningkatkan efisiensi, keandalan, dan kinerja perangkat yang bergantung pada baterai, serta memberikan pengguna akses yang lebih baik ke informasi yang mereka butuhkan untuk menjaga baterai dalam kondisi optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan jenis pembangkit energi alternatif yang dapat mengonversi energi cahaya menjadi energi listrik [5]. PLTS juga biasa disebut dengan *Solar Cell*, atau *Photovoltaic*, atau *Solar Power*. PLTS menggunakan sinar matahari untuk

menghasilkan listrik DC (arus searah), dapat diubah menjadi AC (arus bolak-balik) jika diperlukan. Karena itu, meski mendung, selama ada cahaya, PLTS dapat menghasilkan listrik. Pembangkit listrik tenaga surya pada dasarnya adalah pemasok energi dan dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik kecil hingga besar, berdiri sendiri atau dengan sistem hibrid.

Cara Kerja PLTS, yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sinar matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam (SDA). Sumber energi matahari ini telah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah tak terbatas langsung dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Jadi sistem panel surya umumnya dianggap bersih dan ramah lingkungan. Jika dibandingkan dengan generator listrik, yang memiliki bagian yang berputar dan membutuhkan bahan bakar untuk menghasilkan listrik. Suara yang keras, belum lagi gas yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumah kaca yang efeknya dapat merusak bumi. Sistem sel surya yang digunakan pada panel surya adalah rangkaian *charge control* dan baterai 12 volt.

B. Panel Surya

Panel surya adalah alat atau piranti yang terdiri dari sel surya dan terbuat dari bahan semikonduktor yang berfungsi untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik, sel surya berfungsi untuk menangkap sinar matahari yang terpancar. Prinsip kerjanya didasari oleh pertemuan semikonduktor jenis P dan semikonduktor jenis N. Sel surya atau sel fotovoltaik, cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik. Perubahan ini disebut efek fotovoltaik

Cara kerja panel surya sebenarnya identik dengan piranti semikonduktor dioda. Bila panel surya dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan *hole*. Elektron-elektron dan *hole-hole* yang timbul di sekitar *pn junction* bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan *hole-hole* itu melintasi *pn junction*, timbul beda potensial pada kedua ujung panel surya. Jika pada kedua ujung panel surya diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban. Daya listrik yang dihasilkan panel surya ketika mendapat cahaya diperoleh dari kemampuan perangkat panel surya tersebut untuk memproduksi tegangan ketika diberi beban dan arus melalui beban pada waktu yang sama.

C. Baterai

Baterai merupakan komponen yang sangat diperlukan dalam penyimpanan energi dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya. Fungsi utamanya adalah untuk menyimpan energi pada sistem pembangkit listrik surya, dan untuk memasok daya pada beban. Baterai mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktifnya menjadi energi listrik melalui reaksi oksidasi-reduksi elektrokimia reaksi. Jenis reaksi ini melibatkan transfer elektron dari satu bahan ke bahan lainnya melalui rangkaian listrik. Setiap baterai memiliki terminal positif (Anoda) dan terminal negatif (Katoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar [4].

D. Pengisian Baterai

Proses pengisian (*charge*) dilakukan untuk mengisi kembali daya yang telah terpakai pada baterai, bila sel dihubungkan dengan catu daya maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda [5]

Proses pengisian memerlukan waktu yang bervariasi tergantung pada seberapa besar daya yang hilang dan besarnya arus yang dialirkan ke baterai, yang dapat dihitung dengan persamaan: $10\% \times \text{kapasitas baterai}$.

Sebagai contoh jika baterai berkapasitas 5 AH dan dilakukan pengukuran bahwa daya yang hilang dari baterai tersebut adalah sebesar 2 AH, jadi daya yang perlu diisi kembali pada baterai tersebut adalah sebesar $2/5 \times 100\% = 40\%$. Dengan demikian besar arus yang digunakan untuk mengisi baterai tersebut adalah $10\% \times 5\text{Ah} = 0,5 \text{ Ampere}$ [5].

$$\text{Lama pengisian (jam)} = \frac{\text{Kapasitas baterai yang hilang}}{10\% \text{kapasitas baterai}}$$

E. Solar Charge Controller PWM

Solar Charge Controller atau pengontrol pengisian daya adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk melindungi dan melakukan otomatisasi tegangan pada pengisian baterai agar tegangan tidak melampaui batas yang dapat mengakibatkan sel baterai rusak. Charger controller menerapkan teknologi pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban [6].

F. Firebase

Firestore adalah *Backend as a Service* (BaaS) yang dimiliki oleh Google. Firestore merupakan solusi yang diberikan oleh Google untuk memfasilitasi pengembangan aplikasi *mobile* [7]. Firestore menyediakan dua fitur, *Firestore Remote Configuration* dan *Firestore Realtime Database*. Selain itu, ada juga dukungan untuk aplikasi yang membutuhkan *push notification* yaitu *Firestore Notifications Console*. *Firestore Database* adalah penyimpanan *database nonSQL* yang memungkinkan untuk menyimpan beberapa jenis data. Tipe data termasuk *String*, *Long*, dan *Boolean*. Data dari *Firestore Database* disimpan sebagai objek *JSON tree*. Tidak seperti *database SQL*, tidak ada tabel atau baris dalam *database nonSQL*. Saat lebih banyak data tersedia, data akan menjadi *node* pada struktur *JSON*. *Node* adalah simpul yang berisi data dan bisa memiliki cabang-cabang berupa *node* lainnya yang berisi data. Firestore menyediakan beberapa layanan lain yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi ini. Layanan ini mencakup *Firestore Authentication*, *Storage*, dan *Cloud Messaging*.

Dalam pengembangan aplikasi, layanan lain yang digunakan dalam pengembangan aplikasi adalah *Firestore Storage*. Seperti penyimpanan *cloud*, *Firestore Storage* memungkinkan pengembang untuk mengunggah atau mengunduh *file*.

G. MIT App Inventor

App Inventor merupakan aplikasi web yang semula dikembangkan oleh Google yang kini dikelola oleh MIT (Massachusetts Institute of Technology). App Inventor digunakan untuk memprogram komputer menciptakan

perangkat lunak bagi sistem operasi android [8]. App Inventor dapat digunakan dengan mendaftarkan alamat email sebagai pengguna atau pemrogram aplikasi.

Pada proses pembuatan tampilan menggunakan MIT App Inventor ini bertujuan untuk memperlihatkan data yang ditampilkan lebih tertata dengan rapi, selain itu penggunaan aplikasi juga sudah kompleks seperti pengguna atau user dapat dengan mudah dalam proses monitoring dan pada aplikasi juga dapat terlihat *history* dari data-data sebelumnya, sehingga dalam proses analisis hasil menjadi lebih mudah.

H. Sensor Arus dan Tegangan (INA219)

Sensor arus dan tegangan merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui besaran arus dan tegangan yang melewati suatu konduktor tertentu, dalam hal ini digunakan untuk mendeteksi tegangan dan arus dari baterai. Besaran arus dan tegangan nantinya akan digunakan untuk perhitungan masa pakai baterai [9].

Sensor INA219 mendapat tegangan dari keluaran dari panel surya. *Supply* tegangan VCC sensor sebesar V_{in} dari ESP8266, adapun *port-port* yang digunakan pada sensor INA219 adalah pin digital SCL dan SDA, VCC serta ground. Pin SCL dan SDA merupakan pin *serial bus clock line* dan *serial bus data line*, sedangkan pin A0 dan A1 merupakan *address* dari pin analog *input* atau *I2C address*. Pada penelitian ini menggunakan multi sensor yaitu dengan 2 sensor INA219, yang harus dilakukan adalah mengubah masing-masing *address* sensor INA219 dengan cara menyolder pin A0 dan A1 seperti berikut. Setelah masing-masing *address* diubah maka saat pin SCL dan SDA bisa di paralel.

I. Arduino IDE

Lingkungan *open-source* Arduino memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke *board* Arduino. Perangkat ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, *avr-gcc*, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya [5].

J. NodeMCU ESP8266

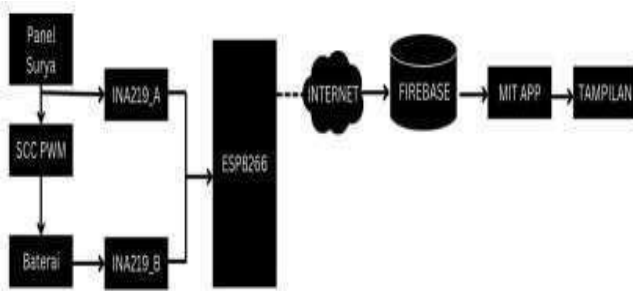
NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *open source* [9]. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan *Espressif system*. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai *board* Arduino yang terkoneksi dengan ESP8266.

NodeMCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang sudah terintegrasi dengan berbagai fitur selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap *wifi* dan juga chip komunikasi yang berupa USB ke serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. NodeMCU menggunakan chip ESP8266 sebagai prosesor, yang secara spesifikasinya menyerupai seri ESP-12.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Dalam perancangan alat dan Pemantauan Pengisian Solar Charging Pada Baterai Secara Jarak Jauh ini menggunakan panel surya sebagai *input* sumber, SCC PWM berfungsi sebagai *control* pengisian baterai, dan baterai berfungsi sebagai penyimpanan energi. Sensor INA219_A berfungsi untuk membaca nilai arus, tegangan dan daya dari *output* panel surya sedangkan sensor INA219_B berfungsi untuk membaca nilai arus, tegangan dan daya dari baterai. NodeMCU Esp8266 sebagai mikrokontroler dan modul *wifi*.

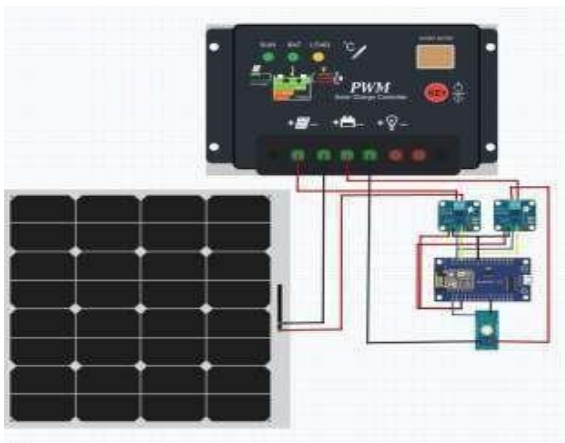


Secara detail sistem dimulai ketika ESP8266 menyala, kemudian sensor INA219_A akan membaca keluaran dari panel surya berupa nilai arus, tegangan dan daya. Sama halnya seperti sensor INA219_A, sensor INA219_B membaca arus, tegangan dan daya dari baterai. Pada perancangan ini SCC PWM berfungsi sebagai kontrol baterai dengan cara menurunkan daya perlahan saat kapasitas baterai hampir penuh dan berfungsi untuk menjaga arus balik dari baterai itu sendiri.

Data yang didapat dikirim ke Firebase melalui NodeMCU ESP8266 yang merupakan mikrokontroler dan modul *wifi*. Data yang sudah diterima oleh Firebase akan ditampilkan menggunakan aplikasi MIT App.

B. Perancangan Wiring Keseluruhan

Sebelum merancang alat pada tugas akhir ini, penting untuk merancang perangkat keras, agar *software* program yang akan dibuat dapat digunakan sesuai yang diinginkan. Pada proses ini dilakukan perancangan *wiring* perangkat keras menggunakan aplikasi fritzing. Perancangan *wiring* dapat dilihat pada gambar.



C. Diagram Alir Output Panel Surya

Dimulai dengan panel surya memberi *output* arus, tegangan dan daya kemudian menginisialisasi sensor INA219_A agar sensor dapat melakukan pembacaan nilai, lalu pembacaan nilai dilakukan. Nilai yang terbaca selanjutnya dikirimkan ke ESP8266 untuk diproses. Nilai akan ditampilkan pada serial monitor dan terdapat *looping* agar nilai yang terbaca oleh sensor terus melakukan pembaharuan.

D. Diagram Alir Pengisian Baterai

Dimulai baterai memberi *output* berupa arus, tegangan, dan daya kemudian menginisialisasi sensor INA219_A agar sensor dapat melakukan pembacaan nilai, lalu pembacaan nilai dilakukan. Nilai yang terbaca selanjutnya dikirimkan ke ESP8266 untuk diproses pada proses ini terdapat *looping* agar nilai pembacaan tetap mengalami pembaharuan. Setelah itu terdapat pengambilan keputusan apakah pembacaan nilai arus lebih besar dari 0, jika iya maka baterai sedang melakukan pengisian. Tetapi jika nilai arus lebih kecil atau sama dengan 0 maka baterai tidak melakukan pengisian.

E. Pengujian

Pada pengujian ini dilakukan uji coba pembacaan sensor INA219_A dan INA219_B. Data yang diambil berupa arus, tegangan, dan daya yang kemudian perbandingan hasil pembacaan, setelah itu dilakukan analisis terhadap masing-masing hasil pembacaan.

Pada pengujian kedua dilakukan uji coba secara manual dengan menggunakan multimeter untuk membandingkan hasil nilai yang terbaca oleh sensor INA219.

Pengujian ketiga adalah pengujian keberhasilan pengisian baterai.

Pengujian keempat adalah pengujian hasil data secara real time dengan cara menambahkan program. Setelah waktu dari Arduino IDE dan Firebase didapatkan, kemudian dilihat apakah waktu yang terekam sinkron, jika iya maka sistem berjalan secara *real time*, jika tidak maka ada *delay* yang terjadi pada sistem dan pengujian *delay* dari Firebase terhadap aplikasi. *Delay* dihitung menggunakan standar *latency* menurut TIPHON sebagai berikut :

Kategori Latency	Latency	Indeks
Poor	> 4.50 s	1
Medium	3.00 – 4.50 s	2
Good	1.50 – 3.00 s	3
Perfect	< 1.50 s	4

Pengujian kelima adalah pengujian Firebase dan aplikasi, Firebase menampilkan data yang *sinkron* dengan Arduino IDE, kemudian percobaan pada aplikasi menampilkan data yang *sinkron* dengan Firebase dan dapat berjalan sesuai perintah dalam menampilkan data-data yang sudah diproses sebelumnya.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor INA219

Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data dari kedua sensor INA219_A dan INA219_B. Pada tabel 4.1 tujuannya adalah untuk menampilkan data yang terukur pada kedua sensor INA 219. Di mana pembacaan sensor tegangan cukup stabil di antara kedua sensor tersebut.

NO	INA219_A			INA219_B		
	TEGANGAN (v)	ARUS (mA)	DAYA (mW)	TEGANGAN (v)	ARUS (mA)	DAYA (mW)
1	9,62	66,68mA	405,88	6,62	556,64	3259,28
2	9,62	66,53mA	405,88	6,62	551,61	3234,86
3	9,59	66,22mA	399,78	6,59	562,59	3298,95
4	9,62	66,07mA	399,78	6,62	558,17	3271,48
5	9,62	65,46mA	393,68	6,62	547,94	3216,55
6	9,62	65,61mA	399,78	6,62	550,99	3225,71
7	9,62	65,61mA	399,78	6,62	562,39	3288,95
8	9,62	65,31mA	393,68	6,62	584,26	3424,07
9	9,62	65,16mA	393,68	6,62	557,56	3271,48
10	9,62	64,70mA	393,68	6,62	575,26	3369,14

B. Hasil Perbandingan Sensor INA219_A dan Multimeter

Pada pengujian ini dilakukan pembacaan sensor INA219_A melalui serial monitor dan secara manual dengan multimeter. Multimeter yang digunakan tidak dilakukan kalibrasi awal atau menggunakan standar *default* multimeter sehingga nilai pada pembacaan dan pengukuran manual ada perbedaan sedikit, yaitu 0 di belakang koma.

NO	INA219_A			MULTIMETER		
	TEGANGAN (v)	ARUS (mA)	DAYA (mW)	TEGANGAN (V)	ARUS (mA)	DAYA (W)
1	9,62	66,68	405,88	9,62	66,65	405,84
2	9,62	66,53	405,88	9,62	66,51	405,84
3	9,59	66,22	399,78	9,59	66,20	399,75
4	9,62	66,07	399,78	9,62	66,0	399,75
5	9,62	65,46	393,68	9,62	65,42	393,68
6	9,62	65,61	399,78	9,62	65,59	399,75
7	9,62	65,61	399,78	9,62	65,59	399,75
8	9,62	65,31	393,68	9,62	65,29	393,64
9	9,62	65,16	393,68	9,62	65,14	393,64
10	9,62	64,70	393,68	9,62	64,68	393,64

C. Hasil Perbandingan Sensor INA219_B dan Multimeter

Pada pengujian ini dilakukan pembacaan sensor INA219_A melalui serial monitor dan secara manual dengan multimeter. Multimeter yang digunakan tidak dilakukan kalibrasi awal atau menggunakan standar *default* multimeter sehingga nilai pada pembacaan dan pengukuran manual ada perbedaan sedikit, yaitu 0 di belakang koma.

NO	INA219_B			MULTIMETER		
	TEGANGAN (v)	ARUS (mA)	DAYA (mW)	TEGANGAN (v)	ARUS (mA)	DAYA (mW)
1	6,62	556,64	3259,28	6,62	556,60	3259,24
2	6,62	551,61	3234,86	6,62	551,60	3234,82
3	6,59	562,59	3298,95	6,59	562,57	3298,95
4	6,62	558,17	3271,48	6,62	558,15	327,1
5	6,62	547,94	3216,55	6,62	547,93	3216,54
6	6,62	550,99	3225,71	6,62	550,97	3225,68
7	6,62	562,39	3288,95	6,62	562,33	3288,91
8	6,62	584,26	3424,07	6,62	584,21	3424,03
9	6,62	557,56	3271,48	6,62	557,54	3271,45
10	6,62	575,26	3369,14	6,62	575,22	3369,11

D. Hasil Data Discharge pada Baterai

NO	INA219_B		Persen Baterai	KET
	Tegangan	Arus		
1	6,05 V	0,76 mA	100 %	Discharge
2	5,83 V	0,76 mA	99 %	Discharge
3	5,71 V	0,76 mA	98 %	Discharge
4	5,66 V	0,76 mA	97 %	Discharge
5	5,61 V	0,76 mA	96 %	Discharge

Pada pengujian ini dilakukan drop kapasitas baterai, yang bertujuan untuk melihat hasil penggunaan baterai. Dapat dilihat dari hasil pengujian bahwa hasil penurunan persen baterai berbanding lurus dengan hasil tegangan di mana saat tegangan berada di 6.05 V baterai menunjukkan nilai 100 % dan saat tegangan berada di 5.61 V baterai menunjukkan nilai 96 %. sedangkan saat kondisi *discharge* arus dalam kondisi stabil. Beban yang digunakan adalah motor 6 V dalam kondisi menyala atau aktif sehingga terjadinya pengurangan baterai.

E. Hasil Data Charge pada Baterai

NO	INA219_B		Persen Baterai	KET
	Tegangan	Arus		
1	5,61 V	0,76 mA	96 %	Charge
2	5,66 V	0,76 mA	97 %	Charge
3	5,71 V	0,76 mA	98 %	Charge
4	5,83 V	0,76 mA	99 %	Charge
5	6,00 V	0,76 mA	100 %	Charge

Pada pengujian ini dimulai dengan kondisi baterai 5,61V, sehingga dilakukan *Charge* pada baterai. Pengisian menunjukkan bahwa baterai berhasil mengisi dengan sumber panel surya sampai 6 V, pada kondisi ini tidak menggunakan beban motor, sehingga panel surya bisa berfokus pada pengisian baterai.

F. Hasil Pengiriman Data Secara Real Time

NO	Arduino	Firestore	MIT APP	Nilai Latency (s)	Index	Category
1	15:19:00	15:19:02	15:19:02	2	3	good
2	15:19:03	15:19:04	15:19:04	1	4	perfect
3	15:19:05	15:19:07	15:19:07	2	3	good
4	15:19:07	15:19:09	15:19:09	2	3	good
5	15:19:10	15:19:11	15:19:11	1	4	perfect
6	15:19:12	15:19:14	15:19:14	2	3	good
7	15:19:14	15:19:16	15:19:16	2	3	good
8	15:19:17	15:19:18	15:19:18	1	4	perfect
9	15:19:19	15:19:21	15:19:21	2	3	good
10	15:19:21	15:19:23	15:19:23	2	3	good

Pada pengujian ini dilakukan pengiriman dan penerimaan data dari serial monitor Arduino IDE dikirimkan ke Firebase kemudian Firebase mengirim data ke MIT App. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan jam *online* dari web <https://onlinealarmkur.com/clock/id/> dan juga jam dari serial monitor Arduino. Dari data hasil *delay* pengiriman dan penerimaan, dapat disimpulkan bahwa pada saat Arduino mengirimkan data ke Firebase terdapat *delay* 2 detik, sedangkan pengiriman dari Firebase ke MIT App tidak ada *delay*.

G. Hasil Pengujian Data Tampilan

Pada Pengujian ini data yang ditampilkan berupa tegangan, arus, dan daya dari Arduino, Firebase dan MIT App. Dapat disimpulkan bahwa data yang dihasilkan sinkron, hanya saja terjadi *delay* sekitar 2 detik. Walaupun terjadi *delay* sekitar 2 detik. tetapi menurut standar *s* pengiriman dan penerimaan data dapat dikategorikan sangat baik karena < 150s dan mendapat indeks 4

V. KEIMPULAN

Dalam bab ini, kami menyimpulkan hasil penelitian dan pengujian mengenai sistem pengisian baterai pada solar *charging*. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, kami dapat merumuskan beberapa kesimpulan penting:

1. Dalam penggunaan Firebase pada sistem pemantauan pengisian baterai menggunakan Firebase sistem cenderung lebih cepat dan juga responsif, kemudian Firebase juga menggunakan JSON dan tidak lagi menggunakan SQL sehingga transmisi data lebih ringan.
2. Hasil pembacaan sensor sudah sesuai dengan pengukuran sehingga nilai *error* yang dihitung tidak terlalu besar.
3. Aplikasi yang sudah di buat melalui Mit App memungkinkan pengguna untuk monitoring secara *real time* dan sistem pengiriman data yang cepat.
4. Sistem ini memiliki potensi untuk memantau kondisi kapasitas dan kondisi arus masuk pada baterai dari jarak jauh secara efisien.
5. Sistem ini juga mengirimkan data secara cepat, yaitu hanya terjadi *delay* 2 detik dan masuk kedalam kategori yang bagus menurut standar *latency* TIPHON.

REFERENCES

- [1] G. B. A. TRUNIP, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Online," UNIVERSITAS MEDAN AREA, MEDAN, 2020.
- [2] P. P. T. Winata, "Rancang Bangun Sistem Monitoring *Output* dan Pencatatan Data pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino," vol. 3, no. 1, 016.
- [3] M. R. Hikmawan, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SUMBERARUS DAN TEGANGAN LISTRIK RUMAH DENGAN AUTO SWITCHING SUMBER LISTRIK PLN DAN PLTS BERDASARKAN KAPASITAS DAYA ACCU SERTA DAYA MAKSIMAL BEBAN BERBASIS MICROCONTROLLER ATMEGA16," INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, Surabaya, 2016.
- [4] S. A. ISMAIL, "SISTEM MANAJEMEN PEMANFAATAN BATERAI PADASISTEM ENERGI HYBRID TENAGA SURYA DAN ANGIN UNTUK PENERANGAN JALAN OTOMATIS," Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2022.
- [5] S. D. P. A. H. Borni Florus King, "SISTEM KONTROL CHARGING DAN DISCHARGING SERTA MONITORING KESEHATAN BATERAI," Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2020.
- [6] H. Jody, "Pemanfaatan Energi Matahari Menggunakan Panel Surya untuk Penggerak Pompa Air," UNIVERSITAS SAM RATULANGI, MANADO.
- [7] R. Sandy, "Rancangan Bangun Aplikasi Chat pada Platform Android dengan Media *Input* Berupa Canvas dan Shareable Canvas untuk Bekerja dalam Satu Canvas Secara Online," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no.2, 2017.
- [8] A. B. APRILANITA, "PENGEMBANGAN MEDIA KOMIK MENGGUNAKANMIT APP INVENTOR PADA POKOK BAHASAN PYTHAGORAS KELAS VIIICSMP PANGUDI LUHUR 1 YOGYAKARTA," Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2019.
- [9] C. W. S. S. R. U. A. K. F. D. Darmawan, "IMPLEMENTASI INTERNET OFTHINGS PADA MONITORING KECEPATAN KENDARAAN BERMOTOR," *Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 1(1), 1-10., vol. 1(1), no. 1-10, 2020.
- [10] L. A. J. R. H. R. R. Sandy, "RANCANG BANGUN APLIKASI CHAT PADA PLATFORM ANDROID DENGAN MEDIA *INPUT* BERUPA CANVAS DAN SHAREABLE CANVAS UNTUK BEKERJA DALAM SATU CANVAS SECARAONLINE," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [11] R. V. Sitanggang, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian PengisianBaterai dan Lampu Penerangan Otomatid Bertenaga Surya Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16," INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, SURABAYA, 2016.
- [12] E. Y, "Internet of Things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan RASPBERRY PI Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah*

IlmuKomputer, vol. 4, no. 1, pp.
19-26, 2018.

- [13] L. R. R. A. Siregar, "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino UNO," Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta, 2017.
- [14] H. Wulandari, "Peforma Sel Surya," UNIVERSITAS INDONESIA, JAKARTA, 2008.
- [15] M. L. Erian, "E-Proceeding of Applied Science," vol. 5, no. 1,y
- [17] Effendy, Muhammad Aslam Ridho, "Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Surya Berbasis IOT Menggunakan Arduino UNO Pada PLTS Pematang Johor," 2016.