

Rancang Bangun Sistem Catu Daya Pada *Smart Agriculture Rover* Berbasis *Internet of Things*

1st Ervan Septa Irawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ervanseptairawan@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Angga Rusdinar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

Angga.rusdinar@telkomuniversity.ac.id

3rd Irwan Purnama
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

irwanp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara agraris dengan sektor pertanian yang memiliki pengaruh besar pada bidang perekonomian di Indonesia. Sebab, mayoritas penduduk Indonesia yang berada di daerah bekerja pada bidang pertanian. Untuk mendukung dan mengembangkan potensi pertanian di Indonesia pada penelitian ini akan merancang bangun sebuah *mobile robot* yang dapat berfungsi dan membantu petani dalam menjalankan tugas saat bertani. Penelitian ini merancang bangun sebuah *mobile robot* dengan nama *Smart Agriculture Rover*. Sistem catu daya yang dibangun diintegrasikan dengan panel surya agar dapat menghasilkan daya tambahan ketika beroperasi dan dapat meningkatkan durasi jam operasi *Smart Agriculture Rover*. Sistem catu daya dan proses pengisian daya pada *Smart Agriculture Rover* ini juga akan dilengkapi dengan sistem pemantauan menggunakan LoRa untuk mengirimkan data ke aplikasi. Sistem mekanik pada *Smart Agriculture Rover* memiliki besaran dimensi 105×85×70 cm. Penggunaan panel surya yang diintegrasikan pada sistem catu daya pada *Smart Agriculture Rover* dapat melakukan proses pengisian daya ketika *Smart Agriculture Rover* beroperasi di area pertanian dan dapat meningkatkan kapasitas daya sebesar 40% selama 2 jam pengisian. Pengiriman data menggunakan LoRa ke Antares sebagai *internet of things platform* yang digunakan terdapat *delay* pada saat proses pengiriman selama 0,2 milisekon.

Kata kunci: *Mobile Robot, Smart Agriculture Rover, Power Supply, IoT (Internet of Things), LoRa (Long Range).*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah dan dengan letak geografis yang strategis, Indonesia berada di wilayah tropis yang didukung dengan lahan tanah yang subur, sumber air yang melimpah dan mendapatkan sinar matahari yang cukup. Hal tersebut merupakan elemen penting pada besarnya potensi Indonesia di sektor pertanian. Saat ini sektor pertanian Indonesia menjadi bagian penting dalam perkembangan pertumbuhan ekonomi di Indonesia sekitar 30 persen lahan di Indonesia dipergunakan sebagai daerah pertanian, oleh karena itu Indonesia sering disebut sebagai negara agraris [1].

Pada saat ini banyak sektor industri di dunia telah memasuki era revolusi industri yang ke-empat, hal tersebut ditandai dengan banyak penggunaan mesin dan robot otomatis yang telah terintegrasi dengan jaringan internet. Namun disisi lain perkembangan teknologi di sektor pertanian masih sangatlah rendah. Indonesia adalah contoh negara yang memiliki potensi yang besar di sektor pertanian, akan tetapi karena kurangnya pemanfaatan teknologi pada sektor ini membuat produktivitas pertanian di Indonesia tidak maksimal. Sektor pertanian di Indonesia juga perlu beradaptasi dalam perkembangan teknologi ini, untuk menjawab dan membantu menghadapi tantangan yang ada dimasa depan.

Maka dari itu, inovasi teknologi yang ditawarkan yaitu rancang bangun sebuah *Mobile Robot* berserta *desain power supply* yang mengusung konsep *Smart Agriculture Rover*, yang dapat beroperasi menggunakan energi listrik yang didapatkan dengan cara memanfaatkan energi matahari. Sistem operasi pada *Smart Agriculture Rover* nantinya akan dilengkapi dengan sistem *power supply* yang akan diintegrasikan dengan panel surya sebagai alat untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik yang kemudian akan disimpan pada baterai. Pada sistem *power supply* ini juga akan dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus untuk mendapatkan data pada saat pengisian daya kemudian data tersebut akan dikirimkan ke sistem *Internet of Things* menggunakan LoRa, agar petani dapat melakukan pemantauan pengisian dan kapasitas daya *Smart Agriculture Rover* dari kejauhan secara *real time*

II. KAJIAN TEORI

Menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian. Poin subjudul ditulis dalam abjad.

A. Catu Daya

Sistem catu daya (*power supply*) adalah suatu sistem pada komponen yang cukup penting dalam suatu rangkaian listrik. Jika energi listrik yang dihasilkan tidak disimpan, maka harus energi tersebut harus segera digunakan setelah dihasilkan. Untuk meningkatkan pemanfaatan energi yang dihasilkan yaitu dengan adanya sistem penyimpanan energi. Fungsi lain yang mungkin dilakukan oleh *Power Supply* adalah membatasi arus yang ditarik oleh beban ke tingkat yang aman, mematikan arus jika terjadi kesalahan listrik [2].

B. Baterai

Baterai adalah sebuah perangkat yang terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia secara langsung menjadi energi listrik. Baterai dapat mengalirkan energi listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah untuk menghidupkan suatu alat elektronik. Baterai memiliki bagian yang biasa kita kenal sebagai terminal positifnya adalah katoda dan terminal negatifnya adalah anoda. Baterai memiliki fungsi sebagai tempat untuk menyimpan dan menyediakan atau menyuplai energi listrik untuk alat elektronik tanpa harus tersambung ke listrik [3].

C. Photovoltaic Solar Cell

Photovoltaic Solar Cell (PV) merupakan suatu sistem atau sistem kerja dengan cara langsung (*direct*) untuk mengkonversi radiasi matahari atau energi cahaya matahari

menjadi energi listrik [7]. Sistem ini memanfaatkan prinsip efek *photovoltaic*, dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan berfungsi untuk merubah energi tersebut menjadi energi listrik. Energi ini diartikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik yang diakibatkan oleh kontak dua buah elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya matahari.

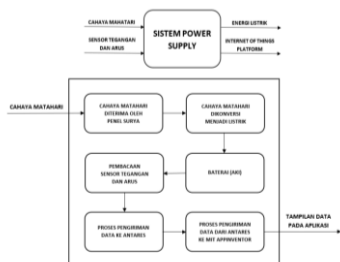
D. Long Range

Long Range atau biasa dikenal LoRa merupakan teknologi *wireless* yang dikenalkan oleh LoRa banyak dikembangkan di USA dan Eropa[5]. LoRa dapat hemat dalam penggunaan daya dikarenakan menggunakan model komunikasi asinkronus, yaitu satu node hanya akan melakukan komunikasi jika ada daya yang akan dikirimkan [6]. Penggunaan LoRa sebagai sistem komunikasi juga mulai dikembangkan di Indonesia, namun masih terbatas.

LoRa adalah sebuah sistem komunikasi *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) yang diasumsikan memiliki sifat berdaya rendah dan jangkauan transmisi jarak jauh yang tergabung dalam LoRa Alliance[6]. LoRa Alliance telah mematenkan sebuah protokol sistem komunikasi yaitu LoRAWAN yang memiliki sifat yang sesuai dengan LPWAN dan hadir untuk mendukung perkembangan sistem IoT[7].

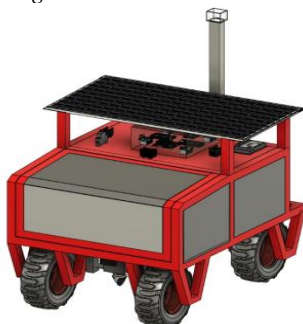
III. METODE

A. Desain Sistem



Pada proyek penelitian ini akan merancang sebuah *mobile* robot yang bernama *Smart Agriculture Rover* yang akan digunakan atau dioperasikan di area pertanian untuk membantu petani dalam mengerjakan tugasnya dalam bertani. Penelitian tugas akhir ini akan berfokus pada sistem *power supply* yang menggunakan solar panel sebagai alat untuk mendapatkan energi listrik untuk *Smart Agriculture Rover* yang nantinya akan diintegrasikan ke *internet of things platform* menggunakan LoRa modul untuk mengirimkan data *power supply* ke petani.

B. Desain Smart Agriculture Rover



Pada proyek penelitian ini akan merancang sebuah *mobile* robot yang bernama *Smart Agriculture Rover* dengan desain diatas, yang akan digunakan atau dioperasikan di area pertanian untuk membantu petani dalam mengerjakan tugasnya dalam bertani. Penelitian tugas akhir ini akan berfokus pada sistem *power supply* yang menggunakan solar panel sebagai alat untuk mendapatkan energi listrik untuk *Smart Agriculture Rover* yang nantinya akan diintegrasikan ke *internet of things platform* menggunakan LoRa modul untuk mengirimkan data *power supply* ke petani. [4]

C. Diagram Sistem Individu



Pada proyek kelompok penelitian ini juga memiliki fokus penelitian proyek, fokus proyek pada penelitian tugas akhir ini merupakan membangun sebuah sistem *power supply* yang menggunakan panel surya untuk mendapatkan energi terbarukan yang bersih dan dengan perangkat penyimpanan yang sangat ideal untuk *Smart Agriculture Rover*. Penelitian ini juga akan dilengkapi dengan sensor tegangan dan arus dan berfokus pada pemantauan nilai arus, tegangan dan presentase daya pada sistem *power supply* menggunakan platform *internet of things* yang nantinya akan menggunakan modul LoRa sebagai alat komunikasi agar petani dapat memonitoring dari kejauhan.

D. Diagram Sistem Individu



Pembuatan sistem *power supply* pada *Smart Agriculture Rover* yang menggunakan sensor untuk mendapatkan data tegangan dan arus yang nantinya data tersebut akan dikirimkan oleh modul LoRa ke *internet of things*. Berikut ini merupakan penjelasan singkat mengenai diagram alur: Proses diawali dengan sistem melakukan inisialisasi, sensor akan membaca tegangan pada baterai dan tegangan serta arus dari masukan solar panel, setelah data telah didapatkan maka data tersebut akan dikirimkan oleh modul LoRa ke Antares. Data yang telah masuk pada Antares akan diteruskan untuk ditampilkan di aplikasi yang telah dibuat ke MIT Apps Inventor

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

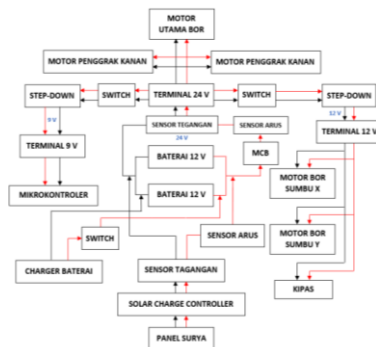
A. Hasil Perancangan Mekanik *Smart Agriculture Rover*



GAMBAR 1
(A)

Rancang bangun *Smart Agriculture Rover* pada bagian mekanik yang telah dikerjakan dan memiliki besaran dimensi $105 \times 85 \times 70$ cm. *Smart Agriculture Rover* ini memiliki dua motor DC sebagai penggerak utama yang akan disalurkan ke masing-masing roda dengan total roda penggerak yaitu 4 penggerak dan tiga motor tambahan untuk menanam tanaman dan penyiangan gulma. Alat ini nantinya akan dilengkapi panel surya dengan daya maksimal 100 Wp agar alat ini dapat bertahan lebih lama ketika beroperasi karena alat ini menggunakan energi listrik sebagai sumber utama daya.

B. Hasil Wiring Pada *Smart Agriculture Rover*



Pada perancangan sistem catu daya pada *Smart Agriculture Rover* terdapat pengerjaan wiring pada rover yang ditunjukkan untuk memenuhi kebutuhan daya pada setiap sistem dengan sesuai. Daya yang dibutuhkan pada sistem ini adalah 7 Volt untuk pemenuhan kebutuhan sistem utama (*mikrokontroler*), 12 Volt untuk pemenuhan kebutuhan motor DC yang akan digunakan untuk menggerakkan sistem penanaman dan penyiangan pada gulma serta 24 Volt untuk pemenuhan kebutuhan motor DC sebagai alat penggerak utama pada rover.

C. Pengujian Panel Surya 100 Wp dan *Solar Charge Controller*

Jam	Keluaran Panel Surya		Daya (Watt)
	Tegangan (V)	Arus (A)	
07.00	12.55	0.85	10.6
08.00	12.70	2.04	25.9
09.00	13.33	3.35	44.6
10.00	13.70	4.33	59.3
11.00	13.48	4.91	66.2
12.00	14.19	5.02	71.2
13.00	13.81	4.96	68.5

14.00	13.35	3.80	50.7
15.00	12.89	2.02	26
16.00	12.82	1.70	21.7
17.00	12.33	0.42	5.2
Rata-rata	13.20	3.04	40.90

Tabel diatas merupakan data hasil pengujian modul panel surya 100 Wp yang dilakukan pada area terbuka dengan kondisi cuaca cerah berawan untuk dapat mengetahui tegangan, arus dan daya keluaran yang dapat dihasilkan oleh modul panel surya apakah telah yang sesuai dengan spesifikasi. Pengujian modul panel surya dimulai pada pukul 07.00 – 17.00 WIB untuk memperoleh hasil yang maksimal dan mendapatkan data yang berbeda dengan intensitas matahari yang bervariasi. Dari hasil pengujian ini didapatkan hasil dengan rata-rata daya yang dapat dihasilkan sebesar 40.90 Watt.

Jam	Intensitas Cahaya	Keluaran Model Solar Panel 100 Wp (Watt)	Efisiensi (%)
07.00	70	10.67	22.42
08.00	332	25.91	11.48
09.00	483	44.65	13.59
10.00	584	59.32	14.94
11.00	635	66.19	15.33
12.00	592	71.23	17.69
13.00	514	68.50	19.60
14.00	401	50.73	18.60
15.00	284	26.04	13.48
16.00	183	21.79	17.51
17.00	46	5.19	16.59
Rata-rata	374.91	40.93	16.48

Tabel diatas merupakan hasil pengujian efisiensi pada modul panel surya 100 Wp dilakukan agar dapat mengetahui nilai efisiensi pada modul pada saat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Dari hasil pengujian dengan data rata-rata perjam didapatkan nilai rata-rata efisiensi modul panel surya sebesar 16.48%.

Jam	Daya Keluaran Panel Surya (Watt)	Daya Keluaran SCC (Watt)	Nilai Error SCC (%)	Nilai Efisiensi SCC (%)
07.00	10.6	10.4	1.89	98.11
08.00	25.9	25.51	1.51	98.49
09.00	44.6	43.89	1.59	98.41
10.00	59.3	58.87	0.73	99.27
11.00	66.2	65.81	0.89	99.11
12.00	71.2	70.85	0.49	99.51
13.00	68.5	67.9	0.87	99.13
14.00	50.7	50.27	0.85	99.15
15.00	26.00	25.62	1.46	98.54
16.00	21.7	21.49	0.97	99.03
17.00	5.2	4.8	5.38	94.62
Nilai Rata – Rata			1.51	98.49

Tabel diatas merupakan data yang telah didapatkan dari pengujian *solar charge controller* untuk mengetahui seberapa efektif *solar charge controller* dalam meneruskan daya yang telah dihasilkan oleh panel surya. Dari data yang telah diperoleh didapatkan nilai rata-rata error sebesar 1.51% dan nilai rata-rata efisiensi sebesar 98.49%.

D. Pengujian Sensor Tegangan dan Arus

No	Arus Power Supply (A)	Sensor Arus (A)	Error (%)	Akurasi (%)
1	4.13	3.92	5.10	94.90
2	4.08	3.88	4.90	95.10
3	3.91	3.73	4.60	95.40
4	3.89	3.65	6.20	93.80
5	3.69	3.48	5.70	94.30
6	3.35	3.20	4.50	95.50
7	3.30	3.15	4.50	95.50
8	3.20	3.07	4.10	95.90

9	3.15	3.02	4.10	95.90
10	3.10	2.95	4.80	95.20
11	2.98	2.82	5.40	94.60
12	2.91	2.79	4.10	95.90
13	2.86	2.72	5.90	94.10
14	2.71	2.59	4.40	95.60
15	2.69	2.57	4.50	95.50
Rata-rata			4.85	95.25

Tabel diatas merupakan hasil pengujian sensor arus untuk menghitung dan mengetahui nilai *error* dan akurasi dari selisih arus yang dapat dibaca oleh sensor arus yang digunakan. Hasil pengujian diatas didapatkan data *error* dengan rata-rata 4.85% dan akurasi nilai rata-rata akurasi pembacaan sebesar 95.25%.

No	Tegangan Power Supply (V)	Sensor Tegangan (V)	Error (%)	Akurasi (%)
1	12.33	12.21	0.97	99.03
2	12.30	12.18	0.98	99.02
3	12.28	12.14	1.14	98.86
4	12.25	12.11	1.14	99.86
5	12.23	12.08	1.23	98.77
6	12.20	12.06	1.15	98.85
7	12.17	12.04	1.06	98.94
8	12.15	12.01	1.15	98.85
9	12.13	11.97	1.32	98.68
10	12.10	11.94	1.32	98.68
11	12.07	11.91	1.32	98.68
12	12.05	11.87	1.49	98.51
13	12.03	11.85	1.50	98.50
14	12.00	11.81	1.58	98.42
Rata-rata			1.24	98.76

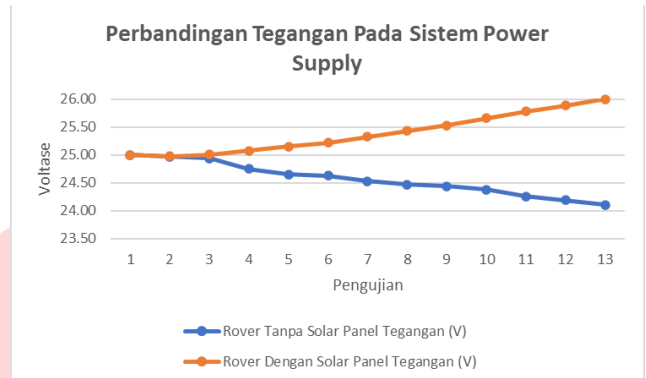
Tabel diatas merupakan hasil pengujian sensor tegangan untuk mengetahui besaran nilai *error* dan akurasi dari selisih tegangan yang dapat dibaca oleh sensor tegangan yang digunakan. Hasil pengujian diatas didapatkan nilai data dengan rata-rata *error* sebesar 1.24% dan akurasi nilai rata-rata akurasi sebesar 98.76%.

E. Pengujian dan Analisis Daya Pada Smart Agriculture Rover

No	Tegangan (V)	Persentase (%)	Durasi (menit)
1	26.00	100	0
2	25.97	98	20
3	25.74	89	17
4	25.33	73	31
5	25.30	71	16
6	25.18	67	16
7	25.18	67	15
8	25.09	63	27
9	25.00	60	17
10	24.97	58	17
11	24.94	57	18
12	24.75	49	19
13	24.65	45	18
14	24.63	45	18
15	24.53	41	17
16	24.47	38	18
17	24.44	37	18
18	24.38	35	18
19	24.26	30	16
20	24.19	27	19
21	24.11	24	16
22	24.07	22	16
23	24.00	20	17
24	23.89	15	17
25	23.81	12	17
Rata-rata			18.25
Durasi Operasi Smart Agriculture Rover (Jam)			7.30

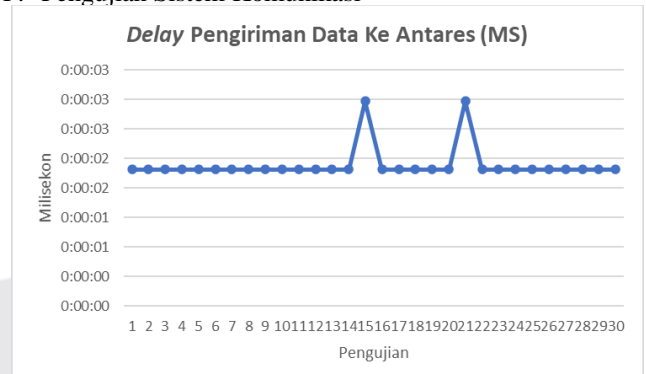
Tabel diatas merupakan data hasil pengujian sistem catu daya untuk mengetahui penggunaan daya ketika *Smart Agriculture Rover* beroperasi dengan seluruh sistem yang

tersedia dan untuk mengetahui berapa lama *Smart Agriculture Rover* dapat beroperasi. Pengujian ini dilakukan pada area terbuka yang datar dengan daya penuh yaitu 26.00 *Volt* dan daya habis yaitu 23.50 *Volt* dengan panjang lintasan persetpoin sejauh 40 Meter. Sistem pengujian ini nantinya akan berjalan secara konstan dengan kecepatan 55 *Pulse Width Modulation* (PWM) juga nantinya akan menggunakan sistem penanaman yang akan berfungsi ketika *Smart Agriculture Rover* telah berjalan sejauh 100 CM.

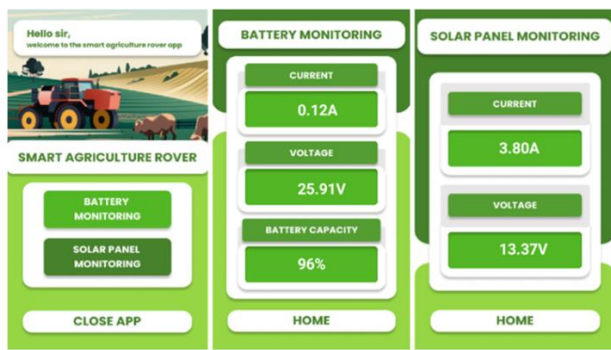


Grafik diatas merupakan hasil pengujian sistem catu daya menggunakan panel surya dan tidak menggunakan panel surya. Penggunaan panel surya saat beroperasi dapat memberikan daya tambahan sistem pada *power supply* dengan hasil simulasi selama 4 jam panel surya dapat meningkatkan daya sebesar 40%. Berikut ini merupakan grafik perbandingan data daya *sistem power supply* pada *Smart Agriculture Rover* ketika menggunakan panel surya dan tidak menggunakan panel surya.

F. Pengujian Sistem Komunikasi



Grafik diatas meengujian *delay* pada proses pengiriman paket data menggunakan LoRa bertujuan untuk mengetahui durasi penundaan paket data yang diterima oleh Antares. Pengujian ini dilakukan diarea Telkom University yang pada area tersebut terdapat *Gate-Away* LoRa. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan selisih waktu antara tampilan pada serial monitor pada Arduino IDE dan tampilan data pada Antares. Data yang dikirim pada pengujian ini sebanyak 30 data dengan rata-rata *delay* yaitu sebesar 0,2 milisekon. Berikut ini merupakan grafik data pengujian *delay* yang telah didapatkan.



Gambar diatas merupakan hasil dari aplikasi dan pengujian pembacaan data pada MIT App Inventor ini bertujuan untuk melihat apakah data yang telah tersedia pada *Antares sebagai Internet of Things platform* dapat ditampilkan dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan menggunakan laptop dengan aplikasi yang telah dibuat telah terinstalasi untuk dapat melihat apakah aplikasi dapat menampilkan data atau tidak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada *sistem power supply pada Smart Agriculture Rover* menggunakan dua baterai ACID (aki) 12 Volt yang dirangkai paralel untuk mendapatkan daya keluaran 24 Volt. Pengujian sistem operasi *Smart Agriculture Rover* tanpa menggunakan panel surya mendapatkan hasil jam operasi selama 7.30 Jam dengan sistem operasi penanaman yang akan beroperasi ketika *Smart Agriculture Rover* telah berjalan sejauh 100 CM dan rata-rata perjalanan antara set-poin ke set-poin selama 18.25 menit. Pengujian *sistem power supply* pada *Smart Agriculture Rover* menggunakan panel surya dengan sistem penanaman selama 4 jam dapat memberikan daya tambahan pada *sistem power supply*. Kondisi baterai yaitu sebesar 25 Volt pada saat awal pengujian dan mendapatkan daya tambahan sebesar 40% selama pengujian. Penggunaan panel surya ini ditunjukkan agar *Smart Agriculture Rover* dapat beroperasi lebih panjang dan pengisian daya yang lebih hemat. Pengujian *sistem power supply* pada *Smart Agriculture Rover* menggunakan panel surya dengan sistem penanaman selama 4 jam dapat memberikan daya tambahan pada *sistem power supply*. Kondisi baterai yaitu sebesar 25 Volt pada saat awal pengujian dan mendapatkan daya tambahan sebesar 40% selama pengujian. Penggunaan panel surya ini ditunjukkan agar

Smart Agriculture Rover dapat beroperasi lebih panjang dan pengisian daya yang lebih hemat.

REFERENSI

- [1] Erie Tanton, “‘Sejarah Kementerian Pertanian’. Kementerian Pertanian RI (Indonesian Ministry of Agriculture),” Indonesian Ministry of Agriculture, Dec. 05, 2015.
https://www.pertanian.go.id/ap_pages/detil/7/2014/06/10/22/28/56/SEJARAH-KEMENTAN (accessed Jan. 11, 2022).
- [2] D. O. Akinyele and R. K. Rayudu, “Review of energy storage technologies for sustainable power networks,” *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 8, pp. 74–91, 2014, doi: 10.1016/j.seta.2014.07.004.
- [3] Lanny Latifah, “Baterai: Pengertian, Fungsi, dan Jenis-jenis Baterai - Halaman 2 - Tribunnews.com,” 2021.
<https://www.tribunnews.com/pendidikan/2021/09/08/baterai-pengertian-fungsi-dan-jenis-jenis-baterai?page=2> (accessed Jan. 12, 2022).
- [4] Toni Bramantoro, “Solar Panel Adalah Pembangkit Listrik yang Menggunakan Sel Surya Solar Photovoltaic kata Paulus Adi - Tribunnews.com,” 2018.
<https://www.tribunnews.com/lifestyle/2018/09/26/solar-panel-adalah-pembangkit-listrik-yang-menggunakan-sel-surya-solar-photovoltaic-kata-paulus-adi> (accessed Jan. 12, 2022).
- [5] E. Murdyantoro, I. Rosyadi, and H. Septian, “Studi Performansi Jarak Jangkauan Lora-Drigino Sebagai Infrastruktur Konektifitas Nirkabel Pada WP-LAN,” *Din. Rekayasa*, vol. 15, no. 1, p. 47, 2019, doi: 10.20884/1.dr.2019.15.1.239.
- [6] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen and W. M. Townsley, “A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things,” *Sensors*, vol. 16, p. 1, 2016.
- [7] “About LoRaWAN® | LoRa Alliance®.” <https://loralliance.org/aboutlorawan> (accessed Dec. 11)