

[SNA 34]

Penerapan Teknologi Peningkatan Penggunaan Panel Surya untuk Energi Mandiri di Rumah Gemilang Indonesia Depok

**Dwi Astharini^{1*}, Khairul Auni¹, Subakti², Geordiano D.K. Putra¹, A.J. Pranata¹,
Rahmadina Alamsyah¹, Suci Rahmatia¹, Ahmad H. Lubis¹**

¹*Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia,*

Jl. Sisingamangaraja, Kompleks Masjid Agung Al AAzhar, Kebayoran Baru, Jakarta 12110

²*Rumah Gemilang Indonesia, Kampus Depok, Jalan Pengasinan, Sawangan, Jawa Barat 16518*

Email Penulis Korespondensi: astharini@uai.ac.id

Abstract

Rumah Gemilang Indonesia (RGI) is an empowerment program unit and training center coordinated by the Al Azhar National Amil Zakat Institute (LAZ) in an Islamic boarding school format. At RGI's main campus in Depok, solar panels were installed in 2022 as an independent energy source. Technical problems occurred regarding storage devices and energy flow regulation. In the 2023 community service program, appropriate technology will be implemented to increase the use of solar panels at RGI Depok, solving electricity storage system problems by involving RGI more in the process. The solution offered is to solve the power storage system problem by the community service team by involving RGI technically. Activity steps include collecting initial technical data, preparing equipment, installing, monitoring, and evaluating. The implementation involves a team of partners, especially the general section of RGI. The CS program has increased daily solar panel supply from 5.24 kWh to 16.25 kWh, as well as adding an IoT-based system monitoring feature that improves collaboration between RGI's computer and network teams.

Keywords: *Solar Panel, Independent Energy Source, Rumah Gemilang Indonesia, IoT*

Abstrak

Rumah Gemilang Indonesia (RGI) adalah unit program pemberdayaan dan pusat pelatihan dalam binaan Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZ) Al Azhar dengan format pesantren singkat. Pada kampus Depok yang merupakan kampus utama RGI, telah dilakukan pemasangan solar panel pada 2022 untuk menghasilkan energi mandiri, namun masih terdapat permasalahan terkait perangkat penyimpanan energi dan pengaturan aliran energi ke beban dan ke penyimpanan. Pada kegiatan ini dilakukan penerapan teknologi yaitu peningkatan penggunaan solar panel di RGI Depok. Solusi yang ditawarkan adalah menyelesaikan permasalahan sistem penyimpanan daya oleh tim abdimas dengan melibatkan pihak RGI secara teknis. Langkah kegiatan meliputi pengambilan data teknis awal, penyiapan perangkat, instalasi, pemantauan, dan evaluasi. Keseluruhan pelaksanaan melibatkan mitra yaitu tutor, peserta, dan pengelola RGI. Kegiatan tahun 2023 telah meningkatkan pasokan panel surya harian dari 5.24 Kwh menjadi 16.25 Kwh, serta menambah fitur pemantauan system berbasis IoT yang meningkatkan keterlibatan mitra khususnya tim computer dan jaringan RGI.

Kata kunci: *Panel Surya, Energi Mandiri, Rumah Gemilang Indonesia, IoT*

1. PENDAHULUAN

Rumah Gemilang Indonesia (RGI) adalah unit program pemberdayaan dan pusat pelatihan dalam binaan Lembaga Amil Zakat Nasional (LAZ) Al Azhar. Format pelatihan lembaga ini mengadopsi konsep pesantren yaitu dalam bentuk asrama untuk selama waktu pendidikan singkat, di mana santri mendapatkan ketrampilan dan pembinaan agama. Selama pandemi RGI tetap beroperasi dengan semakin meningkatnya masalah sosial ekonomi di masyarakat.

Kampus Depok RGI yang menyelenggarakan 6 dari 9 jurusan pelatihan, beroperasi dilahan sekitar 1600m² kampus ini memiliki kebutuhan sumber daya listrik yang cukup tinggi. Sebagai upaya meringankan permasalahan biaya operasional di RGI Depok, pada tahun 2022 telah dimulai kegiatan pengabdian masyarakat penerapan teknologi tepat guna, yaitu dengan inialisasi pemasangan solar panel dan perangkat pendukungnya (Dewirani et al., 2022). Penyediaan pasokan energi listrik swadaya melalui panel surya akan menurunkan pemakaian pasokan daya listrik yang perlu dibayarkan oleh RGI (Anderson et al., 2017; Samijayani et al., 2017). Penggunaan panel surya juga sejalan dengan salah satu fokus Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yaitu energi terbarukan, dan *sustainable development goals* (SDG) (Sampedro, 2021).

RGI Depok telah memulai penggunaan panel surya pada tahun 2022, namun pada implementasinya, masih terdapat permasalahan pada pengendalian sistem penyimpanan energi (*storage system*), sehingga pemanfaatan energi belum optimal. Selain itu jika dilihat dari tujuan jangka panjang penyediaan energi mandiri pada mitra, diperlukan peningkatan pengetahuan mengenai perangkat, khususnya agar pihak RGI dapat melakukan pemantauan sistem dengan baik.

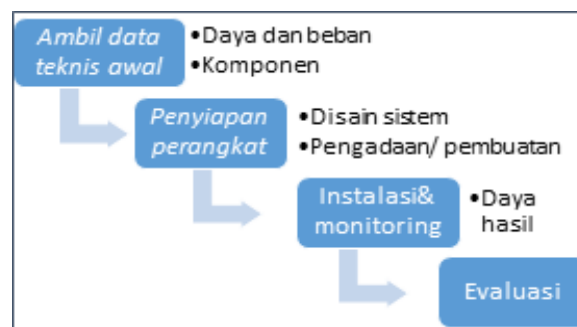
Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan program pengabdian masyarakat pendampingan pemanfaatan energi surya di RGI tahun 2023 dalam bentuk implementasi teknologi tepat guna (TTG). Teknologi tepat guna yang diimplementasi adalah 1) penyediaan sistem pengendali sinyal untuk penyimpanan energi; dan 2) sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT). Kedua teknologi ini dipilih untuk mencapai tujuan kegiatan, yaitu meningkatkan pasokan energy mandiri yang dapat digunakan oleh mitra, dan meningkatnya keterlibatan maupun pengetahuan mitra dalam penggunaan

Sistem pengendali yang dibuat pada kegiatan ini melakukan pengaturan penyaluran daya atas energi yang dihasilkan oleh panel surya melalui penambahan komponen dan pemrograman pengendalian. Penambahan atau *upgrade system* yang dilakukan memungkinkan peningkatan efektifitas penggunaan panel surya sebagai pemasok listrik alternative, dan dapat mengurangi biaya berlangganan listrik sekaligus berkontribusi dalam pengadaan energi bersih rendah polusi. Sistem monitoring berbasis IoT dikembangkan secara bersama oleh tim UAI dan RGI, untuk meningkatkan keterlibatan dan kepemilikan mitra atas penggunaan perangkat, sekaligus memudahkan pemantauan baik oleh RGI maupun oleh tim UAI.

Kegiatan yang dilakukan sesuai Renstra abdimas UAI yaitu implementasi teknologi tepat guna. Dalam pengembangan perangkat, program ini sejalan dengan Renstra penelitian UAI khususnya topik energi terbarukan.

2. METODE

Kegiatan yang dilaksanakan adalah implementasi TTG untuk peningkatan pemanfaatan panel surya, yaitu teknik pengaturan penyimpanan, dan pemantauan system dengan IoT. Langkah pelaksanaan meliputi pengambilan data teknis awal, penyiapan perangkat, instalasi, pemantauan, dan evaluasi. Keseluruhan kegiatan dilakukan pada rentang waktu Mei – November 2023 di RGI Depok dan Laboratorium Teknik Elektro UAI.



Gambar 1. Langkah pelaksanaan

Langkah pertama adalah *survey* kondisi awal, yaitu pengambilan data system panel surya yang telah ada, mencakup kondisi setiap komponen, dan data luaran yang

dihasilkan, antara lain daya dan waktu penggunaan, serta beban terhubung.

Selanjutnya dilakukan perancangan ulang untuk sistem, termasuk penambahan ataupun penggantian komponen (Shufian et al., 2019; Suyanto et al., 2020), berdasarkan rancangan tersebut dilakukan pengadaan dan penyiapan perangkat di Lab UAI, yang kemudian dipasang di lokasi pada tahapan instalasi. Pada tahap ini juga dilakukan pemantauan kinerja system, dan iterasi instalasi jika dibutuhkan penyesuaian. Dari pemantauan diperoleh data kinerja system yang baru, termasuk penambahan daya yang dihasilkan. Terakhir dilakukan evaluasi, termasuk di antaranya adalah pertimbangan pendampingan yang perlu ataupun dapat dilakukan selanjutnya.

Secara umum sistem yang diimplementasi pada kegiatan tahun 2023 ini adalah pengembangan dari system yang sudah ada. Komponen yang sudah ada dan digunakan kembali adalah panel surya, relay, baterai, dan penghubung. Komponen yang sudah ada namun memerlukan penggantian adalah inverter. Komponen yang baru ditambahkan pada kegiatan ini adalah pengendali sinyal. Selain itu juga ditambahkan *wifi node* untuk mendukung fitur baru pada sistem yaitu pemantauan kinerja secara IoT.

Keterlibatan mitra terutama adalah pada langkah instalasi dan monitoring. Instalasi dilakukan oleh tim UAI, didampingi pihak RGI yaitu dari bagian umum baik tingkat pengelola maupun teknis. Pihak RGI juga menyediakan tempat sebagai bengkel kerja, untuk penyiapan instalasi. Monitoring

dilakukan oleh pihak RGI sebagai pelaku utama, dengan pembekalan pengetahuan dasar sebelumnya. Pembuatan system IoT untuk monitoring dilakukan bersama, dan menggunakan jaringan telekomunikasi RGI sebagai prasarana pendukung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

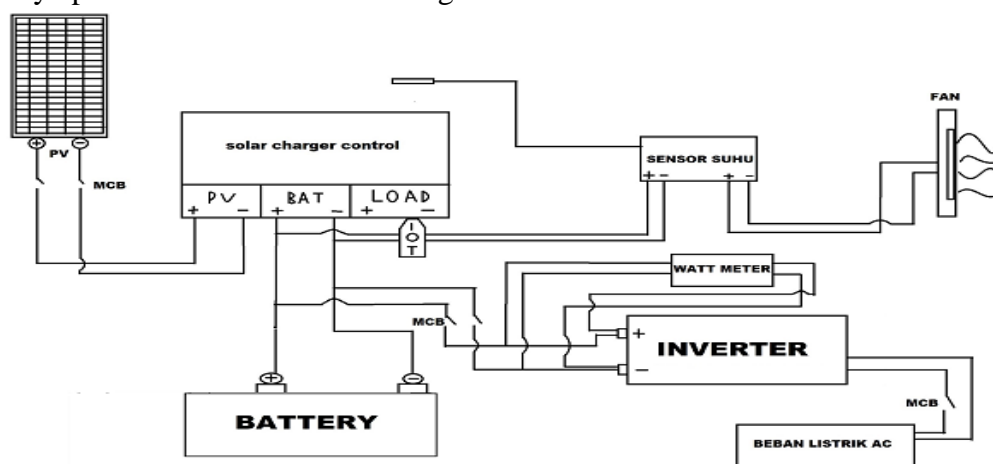
Kondisi awal

Pada akhir kegiatan 2022, system yang terpasang saat itu dapat berfungsi baik dan menghasilkan sekitar 5,24 kWh per hari.

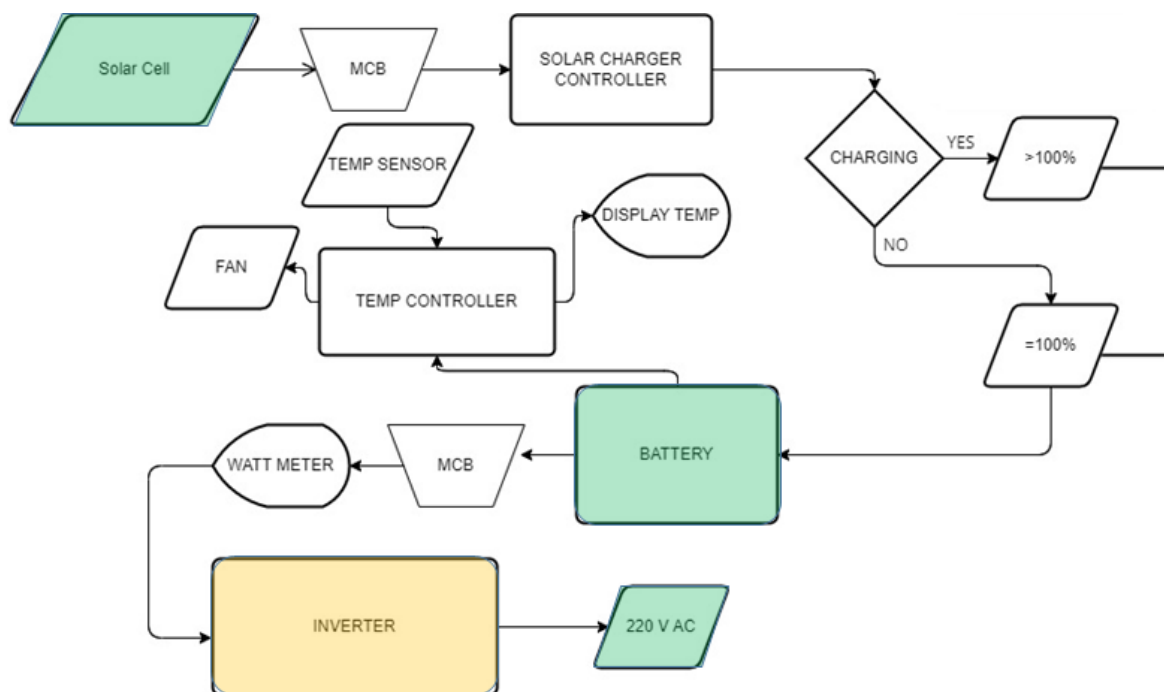
Dari *survey* kondisi awal di didefinisikan hasil berikut: (1) terjadi kerusakan yang tidak dapat diperbaiki pada inverter dan memerlukan pengadaan Kembali, (2) system pada menghasilkan listrik sebesar 5,24 kWh per hari, (3) diperlukan penambahan komponen pengendali sinyal dan pembatas beban pada sistem, (4) diperlukannya edukasi pemakaian beban listrik dan keamanan komponen dan sistem jaringan energi.

Penyiapan perangkat dan edukasi

Disain sistem untuk kegiatan ini ditampilkan pada diagram alur kerja system baru pada Gambar 2. Rancangan ini adalah pengembangan dari system yang sudah terpasang. Warna hijau pada gambar menunjukkan komponen yang sudah ada dan digunakan sebagaimana sebelumnya, dan warna jingga adalah adanya penggantian komponen dengan spesifikasi sama dengan sebelumnya yaitu inverter. Warna putih adalah komponen dan fungsi tambahan, yaitu pengendali pengaman yang juga difungsikan sebagai pembatas beban



Gambar 2. Diagram per kabelan perangkat



Gambar 3. Diagram alur kerja Perangkat

Pengaturan terkait baterai mengendalikan dua hal, yaitu pengisian baterai, dan pendinginan baterai oleh kipas. Pengaturan pertama adalah, bahwa proses pengisian baterai ditrigger oleh penangkapan cahaya pada panel, dan akan dihentikan otomatis ketika penuh. Pengaturan kedua yaitu adanya kipas pendingin yang akan menyala jika suhu baterai mencapai ambang tertentu.

Instalasi dan monitoring

Dari rancangan alur kerja system pada Gambar 2, dilakukan instalasi pada September 2023. Gambar 3 menampilkan diagram wiring instalasi perangkat. Spesifikasi komponen yang digunakan ditampilkan pada tabel 1. Gambar 4 menunjukkan proses upgrade system yang dilakukan. Selain instalasi komponen tambahan dan pengaturan sistem baru yang diupgrade, juga dilakukan pembersihan panel surya.

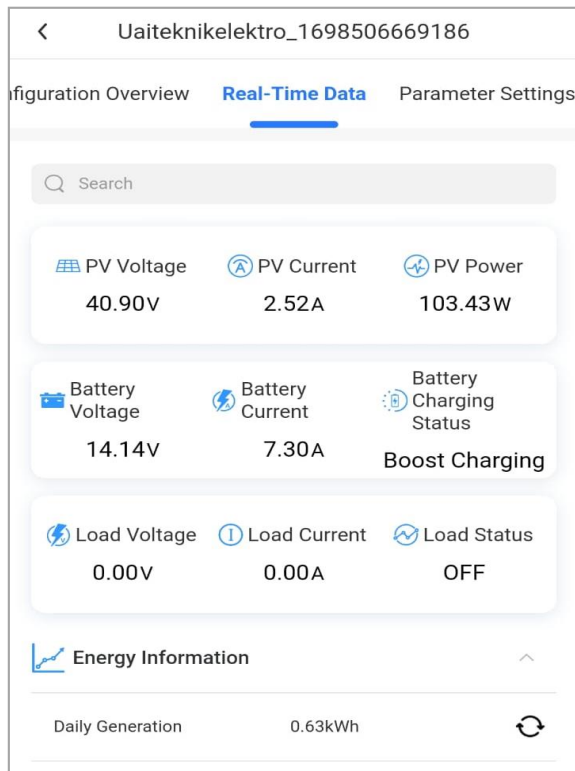
Pada tahap pengerjaan instalasi ini dilakukan hands-on-training kepada pihak RGI yaitu dari bagian umum baik tingkat teknis dan pengelola. Dari kegiatan hand-on ini pihak RGI memiliki pengetahuan teknis yang cukup untuk selanjutnya dapat melakukan pemantauan dan pemeliharaan perangkat. Pihak RGI juga menyediakan bengkel kerja, sebagai lokasi penyimpanan dan pengerjaan penyiapan instalasi.

Tabel 1. Spesifikasi komponen perangkat

No	Komponen	Model & Spesifikasi
1	Solar Panel	Mysun Solar MS420MB-72H 420Wp
2	Charger / Controller	Epever Solar Charge Controller MPPT 40A EPEVER XTRA 4210N XTRA4210N
3	Baterai	SMT12200 200Ah 12V
4	Inverter	MSW-1000-12
5	Gland kabel	PG9
6	MCB	
7	Aluminium Z mounting	set solar cell
8	Fan	Fan Casing CPU DC 12V 12cm
9	Sensor suhu	Thermostat DC 12V 10A Digital Temperature Controller XH-W3001
10	ebox wifi adapter	EPEVER eBox WIFI 2,4G RJ45D
11	watt meter	

Selanjutnya ditambahkan fungsi pemantauan system jarak jauh berbasis IoT (Hardas et al., 2022; Jothikrishna et al., 2023). Sistem IoT ditambahkan dengan memanfaatkan jaringan internet kampus RGI dan menggunakan aplikasi yang tersedia secara open source yaitu Solar Guardian. Data dari solar charger controller dan sensor dikirimkan melalui komponen pengiriman data real time. Dengan fungsi tambahan ini kinerja

system dapat dipantau melalui gadget komunikasi seperti handphone atau tablet. Gambar 5 menampilkan contoh pemantauan data real time pada aplikasi.



Gambar 4. Pemantauan real time pada aplikasi

Evaluasi

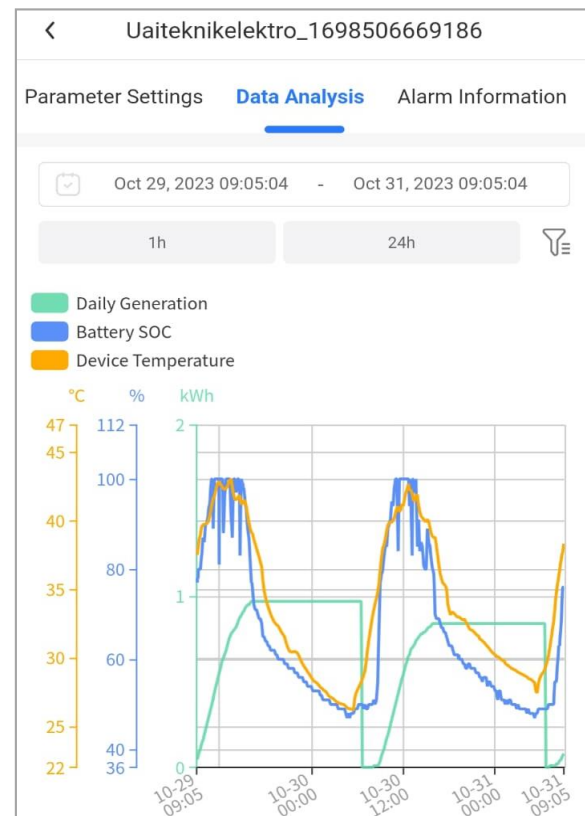
Dari hasil pemantauan baik secara langsung maupun melalui aplikasi jarak jauh, dicatat kinerja system yang dihasilkan sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Data yang ditampilkan adalah hasil pengolahan dari data yang diperoleh, yaitu melalui fitur data analysis pada aplikasi, serta pengamatan dan pencatatan langsung. Gambar 5 menampilkan di antara analisis data yang dapat ditampilkan pada fitur aplikasi, yaitu untuk daya terpakai, SOC baterai, dan suhu baterai.

Tercatat peningkatan kinerja yaitu pada kwh harian yang diperoleh, dan waktu charging baterai yang dibutuhkan. Waktu charging baterai yang dicatat adalah dari 50% ke full baterai 100%, dan akan dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Pada data kinerja system upgraded, tercatat waktu charging tercepat adalah 2 jam 47 menit, dan terlama adalah 4 jam. Data pada table adalah waktu rata-rata. Untuk konversi ke nilai ekonomi digunakan Golongan tarif listrik untuk keperluan bisnis menengah (B-2/TR) dengan daya 6.600 VA hingga 200 kVA, tarif listrik per kWh reguler dan prabayar Rp 1.444,70 (Arnani, 2023).

Tabel 2. Kinerja sistem

	Parameter	Kondisi awal	Kondisi akhir
1	Rerata pasokan harian	5.24 kWh	16.25 kWh
2	Rerata Charging time 50% to full	6 jam	3 jam
3	Nilai ekonomis per bulan	Rp 227.107	Rp 704.195
4	Pengurangan emisi CO ₂ per bulan	47.16 kg	146.23 kg

Sebagai kinerja tambahan, dilakukan penghitungan pengurangan pengurangan emisi CO₂ perbulan. Kinerja ini secara langsung menghubungkan penggunaan teknologi ini dengan SDGs atau tujuan pembangunan berkelanjutan (TPB) khususnya tujuan 7 yaitu pengadaan energy bersih dan terjangkau, serta tujuan 9 untuk infrastruktur dengan indicator emisi CO₂. Untuk penghitungan digunakan asumsi reduksi emisi CO₂ sebanyak 0,3 kg per kwh (Huber et al., 2021).



Gambar 5. Pemantauan dan analisis kinerja pada aplikasi

Dari data yang diberikan di atas beberapa hal diamati sebagaimana berikut ini. Pertama, bahwa dari pasokan energi yang tersimpan saat ini, belum digunakan maksimal, karena SOC

baterai terendah dalam pengamatan adalah 43%. Waktu penggunaan beban umumnya dimulai pada sore hari selama rata-rata 18 jam, yaitu dari sore sampai pagi hari. Peningkatan beban masih dimungkinkan pada kisaran 50-60% beban saat ini, sehingga akan meningkatkan efektivitas konversi energi oleh panel surya yang digunakan. Kedua yaitu bahwa terdapat rugi beban cukup tinggi pada inverter setiap saat. Untuk selanjutnya dapat dipertimbangkan penambahan pengendali untuk menekan beban inverter, khususnya pada saat pengisian.

Selain evaluasi kinerja system, dilakukan evaluasi oleh RGI sebagai mitra. Tabel 3 memberikan rangkuman umum peningkatan pada sisi mitra. Evaluasi dan masukan dari RGI sebagai mitra adalah sebagai berikut. Pertama adalah apresiasi untuk tahun ini bahwa panel surya yg ada di RGI semakin baik dan bisa di pergunakan dengan maksimal. Kedua RGI berpendapat bahwa program panel surya sebagaimana yang dilakukan sangat baik untuk bisa terlaksana di perumahan masyarakat umum sehingga bisa meminimalisir biaya pengeluaran untuk listrik. Pihak RGI juga berharap bahwa program ini berlanjut terus dengan adanya agenda pendampingan rutin untuk menambah pengetahuan. Lebih lanjut RGI memberi masukan untuk adanya satu desa percontohan dalam penggunaan panel surya ini.

Tabel 3. Peningkatan mitra

	Aspek	Peningkatan
1	Pengetahuan	- Pengetahuan energy bersih - Nilai ekonomi energy - Parameter penggunaan energy
2	Keterampilan	- Pemeliharaan panel - Teknologi IoT - Pemantauan kinerja sistem

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Telah dilaksanakan implementasi teknologi tepat guna yaitu peningkatan penyediaan energi mandiri, dalam bentuk penggunaan energi surya pada RGI Depok. Kegiatan tahun ini merupakan kelanjutan dari tahun sebelumnya yaitu peningkatan fungsi sistem pasokan energi surya. Hasil yang diperoleh adalah penggunaan baterai peningkatan pasokan energi harian menjadi 16,25 kWh dengan nilai ekonomi Rp 704.195 per bulan. Sistem juga telah berbasis IoT dan dapat dipantau

secara *real time* melalui aplikasi. RGI Depok sebagai mitra terlibat erat terutama adalah pada instalasi dan monitoring sistem. Melalui hands-on-training pihak RGI telah menguasai pengetahuan dan keterampilan dasar untuk melakukan sendiri pemantauan sistem dan pemeliharaan perangkat.

Ke depan kegiatan ini akan dilanjutkan dengan peningkatan berkelanjutan pemanfaatan energy surya pada lokasi yang sama, dan juga pada lingkungan pedesaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Apresiasi kami sampaikan kepada pimpinan dan seluruh jajaran RGI Depok atas kerja sama yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, A., Loomba, P., Orajaka, I., Numfor, J., Saha, S., Janko, S., Johnson, N., Podmore, R., & Larsen, R. (2017). Empowering smart communities: Electrification, education, and sustainable entrepreneurship in IEEE Smart Village Initiatives. *IEEE Electrification Magazine*, 5(2). <https://doi.org/10.1109/MELE.2017.2685738>.
- Arnani, M. (2023, October 2). Rincian Tarif Listrik Per kWh Berlaku Oktober 2023. *Kompas.Com/Money*.
- Dewirani, R., Rifaldi, S. P., Assidqi, N. I., Wahyudi, I., Ramadhian, S., Nurkhalifah, S., & Rahmatia, S. (2022). Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Rumah Gemilang Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pemberdayaan Masyarakat (SENDAMAS)*, 2(1), 136–140. <https://doi.org/10.36722/PSN.V2I1.1621>
- Hardas, M. V., Ingole, S., Sheikh, S., & Kale, S. (2022). Solar Panel Monitoring System Using IOT. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(5). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.42133>.
- Huber, J., Lohmann, K., Schmidt, M., & Weinhardt, C. (2021). Carbon efficient smart charging using forecasts of marginal emission factors. *Journal of*

- Cleaner Production*, 284.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124766>.
- Jothikrishna, K., Rithika, S. M., Swetha, S. V., & Kavitha, K. (2023). Solar Power Remote Monitoring And Controlling Using IoT. *2nd International Conference on Advancements in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation, ICAECA 2023*. <https://doi.org/10.1109/ICAECA56562.2023.10200775>.
- Samijayani, O. N., Firdaus, H., & Mujadin, A. (2017). Solar energy harvesting for wireless sensor networks node. *2017 International Symposium on Electronics and Smart Devices, ISESD 2017, 2018-January*, 30–33. <https://doi.org/10.1109/ISESD.2017.8253300>.
- Sampedro, R. (2021). The Sustainable Development Goals (SDG). *Carreteras*, 4(232), 8–16. <https://doi.org/10.1201/9781003080220-8>.
- Shufian, A., Rahman, M. M., Ahmed, K., Islam, R., Hasan, M., & Islam, T. (2019). Design and Implementation of Solar Power Wireless Battery Charger. *1st International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology 2019, ICASERT 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICASERT.2019.8934579>.
- Suyanto, M., Rusianto, T., & Subandi. (2020). Development of a Household Solar Power Plant: System Using Solar Panels. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 807(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/807/1/012007>.