Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi **e-ISSN**: 2549-4236, **p-ISSN**: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 23, No 3 (2023): Oktober, 2824-2830
DOI: 10.33087/jiubj.v23i3.4221

Pemberdayaan Siswa Melalui Instalasi dan Pengelolaan *Solar Power Plant* di SMPN 04 Tempurejo

Achmad Archam Sya'bana, Fila Ramadhan, Muhammad Rifki Afdillah, Tio Alfian Nirvanto, Jihan Rahfida Haryati, Risse Entikaria Rachmanita
Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember
Correspondence: h41201078@student.polije.ac.id, h41202020@student.polije.ac.id, h41201475@student.polije.ac.id, h41201142@student.polije.ac.id, h41201106@student.polije.ac.id, risse_rachmanita@polije.ac.id

Abstrak. Sinar matahari sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik, khususnya di Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi permasalahan yang dialami oleh mitra, SMPN 04 Tempurejo. Permasalahan yang dialami mitra adalah sekolah masih belum memiliki akses listrik. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat meliputi survei dan observasi, sosialisasi, persiapan instalasi, implementasi, pelatihan dan pendampingan serta evaluasi. Hasil pengabdian masyarakat ini telah berjalan dengan baik karena semua kegiatan yang dilakukan sesuai dengan timeline yang sudah terjadwal. Implementasi sumber energi listrik berbasis panel surya 150 Wp di SMPN 04 Tempurejo telah berhasil memberikan solusi bagi permasalahan yang dihadapi mitra yaitu adanya penerangan dan sarana media pembelajaran baru, berupa mini PC serta meningkatkan pemahaman siswa tentang energi terbarukan dan pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif dan penggunaan dan perawatan sistem panel surya.

Kata kunci : pengabdian masyarakat, pemberdayaan siswa, panel surya.

Abstract. *Sunlight as one of the abundant renewable energy sources and can be used as a source of electrical energy, especially in Indonesia which is a tropical country. This community service activity aims to provide solutions to problems experienced by partners, SMPN 04 Tempurejo. The problem experienced by partners is that schools still do not have access to electricity. Methods of implementing community service activities include surveys and observations, socialization, installation preparation, implementation, training and mentoring and evaluation. The results of this community service have run well because all activities carried out are in accordance with the scheduled timeline. The implementation of a 150 Wp solar panel-based electrical energy source at SMPN 04 Tempurejo has succeeded in providing solutions to the problems faced by partners, namely the existence of lighting and new learning media facilities, in the form of mini PCs and increasing students' understanding of renewable energy and its use as an alternative energy source and the use and maintenance of solar panel systems.*

Keywords **:** *community service, student empowerment, solar panels*

PENDAHULUAN

Sejak sepuluh tahun yang lalu hingga saat ini, kebutuhan manusia akan energi semakin lama sem akin meningkat, baik ditinjau dari kapasitas, kualitas maupun tuntutan distribusinya. Krisis listrik sudah sejak lama menjadi persoalan dan telah diprediksi oleh banyak ahli energi di Indonesia. Menurut Kholiq (2015), Indonesia memiliki berbagai sumber daya alam yang begitu besar dan berpotensi sebagai energi baru terbarukan yang ramah lingkungan dan dapat menggantikan penggunaan energi fosil dikemudian hari. Sampai saat ini mayoritas pembangkit di Indonesia masih menggunakan tenaga yang berasal dari sumber daya alam yang tak dapat diperbarui. Muchlis & Permana (2020) menyatakan bahwa permintaan energi listrik di Indonesia akan tumbuh dengan rata-rata mencapai 6,5% setiap tahun sampai pada tahun 2020. Hal ini didukung oleh data konsumsi energi listrik yang selalu meningkat setiap tahun sejalan dengan pertumbuhan ekonomi nasional.

Konsumsi listrik di Indonesia yang setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional dan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia (Oktaviani, et al., 2016) akan menjadi masalah apabila dalam penyediaan dan distribusi tidak sejalan dengan kebutuhan masyarakatnya. Maka dari itu diperlukan sebuah sumber energi baru yang mampu memenuhi kebutuhan listrik

nasional yang semakin besar. Sinar matahari sebagai salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tersedia banyak di bumi serta dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik, khususnya di Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis. Dalam pandangan Soyomukti (2010) pendidikan mencakup seluruh pengalaman belajar yang diperoleh individu sepanjang hidup di berbagai lingkungan yang berbeda. Pendidikan adalah pertumbuhan individu yang dipengaruhi oleh segala situasi hidup. Pendidikan seumur hidup memiliki makna bahwa pendidikan adalah bagian dari kehidupan sendiri. Selain itu, menurut Fitri et al (2021) pendidikan merupakan pondasi dasar yang penting untuk menggaet tujuan SDGs yang lain. Luasnya negara Indonesia menimbulkan berbagai permasalahan dalam bidang pendidikan atau pemerataan pendidikan baik mengenai sarana prasarana, kualitas dan sebagainya. Hampir setiap daerah mempunyai permasalahan pendidikan masing-masing. Permasalahan pendidikan pun ditemukan juga di SMPN 04 Tempurejo.

SMP Negeri 4 Tempurejo merupakan salah satu sekolah di Desa Trate, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember yang terdiri dari 1 ruang kepala sekolah, 1 ruang guru, 3 ruang kelas, 5 tenaga pendidik, dan 9 siswa. Kondisi akses jalan menuju SMP Negeri 4 Tempurejo tanahnya bergelombang, bebatuan dan sulit untuk dilalui, terlebih ketika seusai hujan. Jarak tempuh menuju SMP Negeri 04 Tempurejo dari pusat kota sekitar 45 km dan dapat ditempuh kurang lebih 120 menit menggunakan kendaraan bermotor. Permasalahan yang dialami oleh mitra adalah sekolah masih belum memiliki akses listrik. Berdasarkan observasi, daerah mitra masih memanfaatkan energi listrik dari mesin diesel yang disediakan oleh pemilik kebun karet yang hanya dapat diakses pada jam-jam tertentu. Dampak dari keadaan tersebut membuat siswa dan tenaga pendidik tidak bisa mengakses listrik, mini PC dan proyektor, terlebih ketika ingin meng-input data yang memerlukan internet ataupun sedang kegiatan belajar mengajar, maka Tim Program Kreativitas Mahasiswa Pengabdian kepada Masyarakat (PKM-PM) memberikan solusi sebagai bentuk alternatif pemecahan masalah yang berorientasi pada pemenuhan kebutuhan listrik di SMPN 04 Tempurejo dengan memberdayakan siswa melalui pengelolaan *Solar Power Plant* sebagai sumber energi mandiri ramah lingkungan. Energi listrik didapatkan dengan bersumber pada potensi sinar matahari di daerah tersebut yang dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya untuk memenuhi kebutuhan belajar mengajar karena menurut Manan (2009), salah satu sumber daya alam yang mudah diperoleh dan dapat menjadi energi baru dan terbarukan adalah sumber daya sinar matahari.

METODE

Metode pelaksanaan yang dilaksanakan oleh Tim PKM-PM meliputi sosialisasi, persiapan instalasi, implementasi, dan pelatihan dan pendampingan serta evaluasi. Berikut merupakan penjelasan dari setiap tahapan:

1. Survei dan Observasi pada Mitra. Survei dan observasi pada mitra dilakukan sebelum pembuatan proposal PKM-PM dengan tujuan mengobservasi kondisi mitra, mengetahui permasalahan yang ada dan potensi yang dapat dikembangkan, serta solusi dari permasalahan yang dihadapi.
2. Sosialisasi I. Sosialisasi I merupakan penyampaian materi berupa pengenalan energi baru terbarukan di Indonesia yang dapat menjadi energi alternatif menggantikan energi fosil dan manfaat lainnya secara umum. Tujuan dari tahap ini yaitu supaya mitra dapat mengetahui potensi energi yang ada dan kemudian dapat memanfaatkannya (Artono, Putra, & Ningrum, 2019). Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk memperkenalkan program SEMARLI (Sumber Energi Mandiri Ramah Lingkungan) sebagai energi alternatif yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumbernya dimana nantinya dapat membantu dalam kegiatan belajar mengajar di SMPN 04 Tempurejo.
3. Sosialisasi II. Sosialisasi II merupakan tahap pengenalan alat-alat dan sistem instalasi SEMARLI kepada mitra. Tujuan kegiatan sosialisasi II agar mitra dapat memaksimalkan dalam memanfaatkan program SEMARLI. Selain itu, pada tahap ini akan dibentuk penanggung jawab instalasi program SEMARLI sehingga program dapat lebih terjaga dan dapat berkelanjutan di masa yang akan datang.
4. Persiapan Instalasi SEMARLI/ Kegiatan persiapan Instalasi SEMARLI merupakan pengangkutan alat bahan kepada mitra dan dilanjut dengan tahap pengumpulan data melalui observasi kondisi keadaan mitra pada siang dan malam hari, meliputi

penentuan lokasi penempatan panel surya, penentuan penempatan *mounting* dan pengukuran *mounting*, penentuan letak baterai, pengukuran panjang kabel yang dibutuhkan, dan penentuan letak *box controller* (*maximum power point tracking*, *inverter*, dan MCB).

5. Implementasi SEMARLI. Implementasi SEMARLI merupakan kegiatan yang meliputi proses pemasangan/implementasi. Pemasangan/implementasi SEMARLI dilakukan melalui tahapan pemasangan panel surya, pemasangan baterai, pemasangan *box controller*, dan pembuatan kerangka penopang panel surya. Menurut Rachmanita, et al. (2021) kerangka pada rancangan alat memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas dan menopang tubuh alat.
6. Pelatihan dan Pendampingan I. Kegiatan Pelatihan dan Pendampingan I merupakan kegiatan yang membahas cara kerja komponen sistem yang telah diinstal dan didemonstrasikan mengenai tata cara penerapan fungsi sistem pembangkit ke alat atau perangkat beban yang diperlukan. Kegiatan ini diakhiri dengan penyerahan alat dan sistem SEMARLI kepada mitra.
7. Pelatihan dan Pendampingan II. Kegiatan Pelatihan dan Pendampingan II merupakan kegiatan yang meliputi pembagian lembar catatan harian operasional dan pengecekan kinerja sistem bersama operator mitra pasca pemasangan instalasi SEMARLI. Lembar catatan harian operasional merupakan lembar yang dibuat untuk *monitoring* sistem SEMARLI setiap harinya.
8. Pelatihan dan Pendampingan III. Kegiatan Pelatihan dan Pendampingan III merupakan kegiatan yang terdiri dari kegiatan pelatihan cara perawatan panel surya dan pendampingannya, serta juga perawatan kabel. Pada pelaksanaan pelatihan dan pendampingan tahap ketiga ini dari Tim Program Kreativitas Mahasiswa Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM-PM) memberikan suatu arahan terkait dengan tata cara perawatan panel surya dan juga mengenai perawatan kabel.
9. Pelatihan dan Pendampingan IV. Kegiatan Pelatihan dan Pendampingan IV merupakan kegiatan yang terdiri dari pembagian buku pedoman pelaksanaan program dan pendampingan mengenai penjelasan isi buku pedoman pelaksanaan program PKM-PM.
10. Evaluasi. Kegiatan evaluasi merupakan kegiatan yang terdiri dari diskusi antara mitra dengan tim PKM-PM mengenai hasil dari setiap kegiatan yang telah dilaksanakan serta pembagian angket evaluasi kepada mitra terkait kebermanfaatan program. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan ini juga telah membuka cakrawala berpikir masyarakat mengenai menciptakan energi listrik mandiri yang dapat menekan pengeluaran untuk membayar listrik PLN (Sumardiyanto & hidayat, 2019).

HASIL

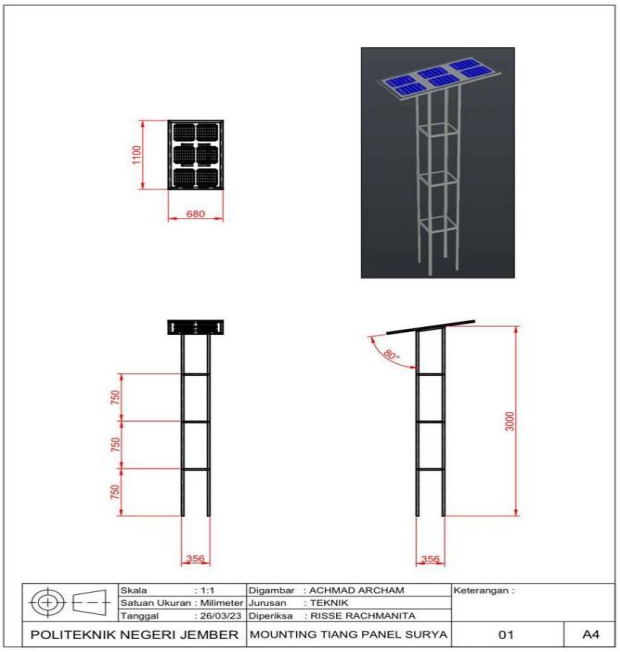
Program PKM-PM telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan timeline yang sudah terjadwal. Kegiatan telah dilaksanakan secara offline dan dijalankan sesuai protokol kesehatan yang berlaku. Beberapa tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan di SMPN 04 Tempurejo yaitu sosialisasi I pada tanggal 19 Juli 2022, sosialisasi II pada tanggal 22 Juli 2022, persiapan implementasi pada tanggal 28 Juli 2022, implementasi pada tanggal 29 Juli 2022, pelatihan dan pendampingan I pada tanggal 29 Juli 2022, pelatihan dan pendampingan II pada tanggal 3 Agustus 2022, pelatihan dan pendampingan III pada tanggal 9 Agustus 2022, pelatihan dan pendampingan IV pada tanggal 15 Agustus 2022 serta evaluasi pada tanggal 26 September 2022. Seluruh kegiatan PKM-PM berlangsung selama 15 minggu terhitung dari pertengahan bulan Juni sampai akhir September.

Tahapan sosialisasi I dilakukan di salah satu ruang kelas SMP Negeri 04 Tempurejo dengan dihadiri oleh 22 partisipan yang terdiri dari 9 siswa, 5 guru SMP Negeri 04 Tempurejo, 6 guru undangan dan 2 warga. Luaran kegiatan ini, mitra dapat memahami energi terbarukan dan pemanfaatannya serta memahami program SEMARLI sebagai sumber energi listrik yang memanfaatkan energi matahari. Tahapan sosialisasi II dilakukan di salah satu ruang kelas SMP Negeri 04 Tempurejo dengan dihadiri oleh 22 partisipan yang terdiri dari 9 siswa, 5 guru SMP Negeri 04 Tempurejo, 6 guru undangan dan 2 warga. Luaran tahap ini adalah mitra dapat memahami alat-alat dan sistem instalasi SEMARLI serta terbentuknya tim penanggung jawab program SEMARLI.

Tahapan persiapan implementasi meliputi pengumpulan data melalui observasi kondisi keadaan mitra, penentuan lokasi

penempatan panel surya, pengukuran iradiasi surya, penentuan penempatan mounting dan pengukuran mounting, penentuan letak baterai, pengukuran panjang kabel yang dibutuhkan, dan penentuan letak box controller. Peralatan yang digunakan saat pengukuran yaitu bolpoin, kertas, dan meteran. Tahapan implementasi meliputi proses pemasangan/implementasi SEMARLI yang dilakukan melalui tahapan pemasangan panel surya, pemasangan baterai, pemasangan *box controller*, dan pembuatan kerangka penopang panel surya. Pada tahapan implementasi ini mitra berpartisipasi untuk membantu menyiapkan alat serta sarana prasarana yang kami butuhkan. Selain itu, mitra juga berkontribusi dalam pembangunan instalasi SEMARLI ini. Peralatan yang digunakan saat implementasi yaitu palu, cangkul, sekrup, dan solar power meter. Bahan yang dipakai yaitu panel surya monocrystalline 100 dan 50 Wp, MPPT 20 A, baterai 12 volt 55 Ah, inverter SUOER 500 W 12 volt, MCB 50 ampere, kabel panel surya 20m, baut, semen, dan batu split.

Sudut yang digunakan pada kemiringan panel surya SEMARLI sebesar 15º. (blog_editor, 2019) menyatakan bahwa sudut kemiringan antara 10º-30º ideal karena tidak terlalu tajam sehingga memberi kemudahan dalam perawatan/ pembersihan. Sudut kemiringan panel surya yang paling tepat menerima radiasi paling tinggi dari hasil pengukuran dan perhitungan radiasi ratarata matahari dalam 5 jam per hari adalah 10º di daerah Jember (Larasati, Hermawan, & Karnoto, 2013). Air hujan akan mengalir turun cepat dan menyapu kotoran serta debu.



Sumber: data olahan

Gambar 1
Desain mounting PLTS

Dalam perhitungannya bahwa penggunaan beban yaitu mini PC dengan panel surya berkapasitas 150 Wp dapat menyala dalam waktu kurang lebih 3 jam, dengan perhitungan sebagai berikut.

Hasil panel surya:

- Daya panel surya x waktu optimal
- 150 Wp x 4 jam = 600 Wh

Kapasitas baterai:

- Tegangan baterai x arus baterai
- 12 volt x 55 ah = 660 Wh

Daya beban:

- Daya yang dibutuhkan beban x jumlah beban
- 40 Watt x 5 = 200 Watt

Lama penggunaan beban:

- Hasil panel : daya beban
- 600 Wh : 200 Watt = 3 jam

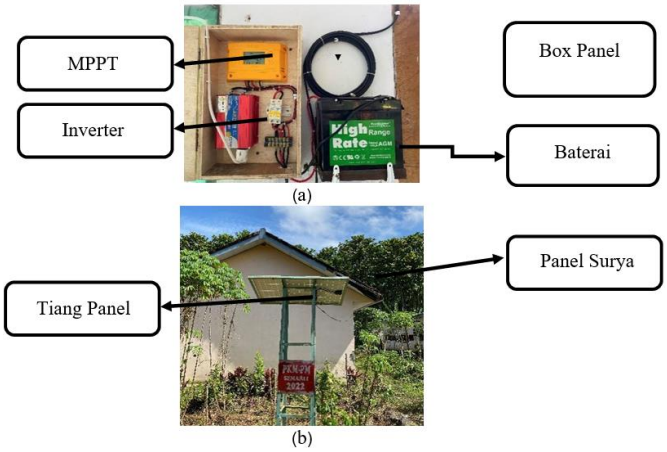
Berdasarkan perhitungan tersebut daya yang dihasilkan Instalasi SEMARLI sebesar 600 Wh dan dapat dimanfaatkan untuk menyalakan 5 mini PC. Masing-masing mini PC membutuhkan 40W.

Tahapan pelatihan dan pendampingan I menghasilkan output berupa mitra dapat mengoperasikan alat instalasi SEMARLI dan menggunakan mini PC secara mandiri. Kegiatan pelatihan dan pendampingan I dilakukan di ruang komputer SMP Negeri 04 Tempurejo dengan dihadiri oleh 19 partisipan yang terdiri dari 9 siswa, 4 guru SMP Negeri 04 Tempurejo, 4 guru undangan dan 2 warga. Kegiatan pelatihan dan pendampingan I.

Tahapan Pelatihan dan Pendampingan II menghasilkan output berupa kemandirian operator SEMARLI dalam pengisian lembar catatan harian operasional. Pada kegiatan ini juga dilaksanakan pelatihan pengecekan kinerja sistem bersama operator mitra pasca implementasi SEMARLI. Kegiatan pelatihan dan pendampingan II dilakukan di ruang komputer SMP Negeri 04 Tempurejo dengan dihadiri oleh 19 partisipan yang terdiri dari 9 siswa, 4 guru SMP Negeri 04 Tempurejo, 4 guru undangan dan 2 warga.

Tahapan pelatihan dan pendampingan III menghasilkan output berupa siswa mampu mengkoordinasikan perawatan panel dan kabel secara mandiri yang didampingi oleh guru dan juga tim PKM-PM. Kegiatan pelatihan dan pendampingan III dilakukan di lokasi/area panel surya (halaman depan SMP Negeri 04 Tempurejo) dengan dihadiri oleh 19 partisipan yang terdiri dari 9 siswa, 4 guru SMP Negeri 04 Tempurejo, 4 guru undangan dan 2 warga.

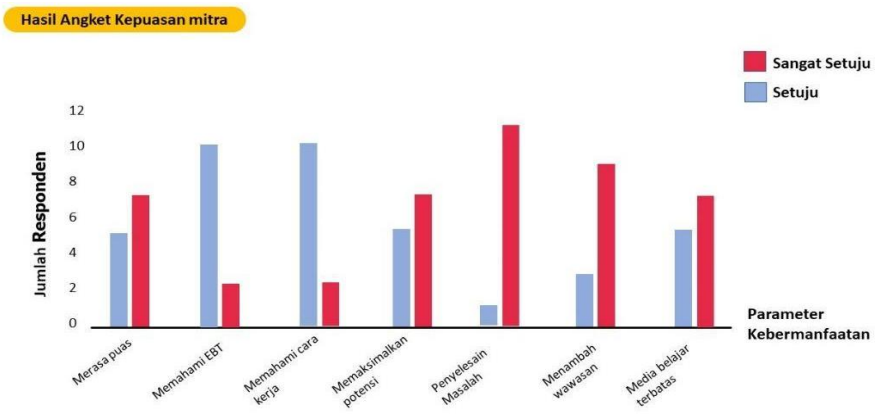
Tahapan pelatihan dan pendampingan IV menghasilkan output berupa buku pedoman pelaksanaan program yang diserahkan kepada mitra. Setelah penyerahan buku pedoman, kami juga menjelaskan isi dari buku pedoman yang telah diserahkan supaya mitra dapat memahami cara pengoperasian instalasi SEMARLI dan instalasi dapat lebih terjaga serta berkelanjutan. Kegiatan pelatihan dan pendampingan IV dilakukan di area tiang panel SEMARLI dan ruang komputer SMP Negeri 04 Tempurejo dengan dihadiri oleh 19 partisipan yang terdiri dari 9 siswa, 4 guru SMP Negeri 04 Tempurejo, 4 guru undangan dan 2 warga.



Sumber: data olahan

Gambar 3
Instalasi SEMARLI (a) Box Controller, (b) Panel Surya

Pelaksanaan kegiatan pengabdian yang telah dilakukan selama 4 bulan menunjukkan adanya kebermanfaatan program setelah dilakukan implementasi SEM ARLI. Setelah kegiatan dilaksanakan, kami mengevaluasi setiap kegiatan yang telah kami laksanakan dengan berdiskusi mengenai hasil dari setiap kegiatan.



Sumber: data olahan

Gambar 4
Grafik Hasil Angket Kepuasan Mitra

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa program SEMARLI telah berhasil memberikan solusi dari permasalahan yang dihadapi mitra, kemudian program ini dapat menambah wawasan energi terbarukan dan pemanfaatannya bagi mitra. Terbatasnya media pembelajaran dapat teratasi dengan mitra yang bisa menggunakan mini pc sebagai salah satu media belajar. Adanya penerangan pada malam hari juga menjadi salah satu dampak baik dari program SEMARLI. Setiap pagi, siswa-siswi dan tenaga pendidik melakukan pengajian rutin (yasinan) yang memanfaatkan energi listrik dari SEMARLI. Selain itu, energi listrik SEMARLI juga dimanfaatkan untuk penerangan di SDN Curahnongko 08 pada malam hari yang lokasinya bersebelahan dengan SMPN 04 Tempurejo**.**

SIMPULAN

Kegiatan PKM-PM di SMPN 04 Tempurejo telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Implementasi sumber energi listrik berbasis panel surya 150 Wp telah berhasil memberikan solusi bagi permasalahan yang dihadapi mitra yaitu adanya penerangan dan sarana media pembelajaran baru, berupa mini PC serta meningkatkan pemahaman siswa tentang energi terbarukan dan pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif dan penggunaan serta perawatan sistem panel surya. Selain itu, sumber energi listrik panel surya ini memberikan banyak manfaat lainnya seperti sebagai sumber listrik kegiatan yasinan dan sebagai penerangan di SDN Curahnongko 08. Perbandingan kondisi sebelum kegiatan PKM PM ini adalah belum adanya sumber energi listrik untuk kegiatan belajar mengajar, dan terhentinya mata pelajaran komputer sejak tahun 2012 karena suplai sumber energi listrik yang berasal dari diesel dihentikan. Sedangkan kondisi sesudah kegiatan PKM PM ini adalah adanya sumber energi listrik berupa SEMARLI yang merupakan Sumber Energi Mandiri Ramah Lingkungan yang berasal dari panel surya dan adanya kegiatan pembelajaran mata pelajaran komputer bisa dijalankan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

Artono, B., Putra, R. G., & Ningrum, H. N. 2019. PKM Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Floating Hydro Di Kecamatan Wungu, Kabupaten Madiun. *Jurnal Abdimas PHB: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2 (2), 51-55.

blog_editor. 2019. Pentingnya Mengatur Sudut Kemiringan Ideal Saat Pemasangan Solar Cell. Abgerufen am 23. November 2022 von www.sankelux.co.id/blog: https://www.sankelux.co.id/blog/-Pentingnya-Mengatur-Sudut-Kemiringan-Ideal-Saat-Pemasangan-Solar-Cell

Dewi, R. P., & Kholik, M. 2018. Kajian Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Salah Satu Sumber Energi Alternatif Di Wilayah Magelang. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 8-14.

Fitri, W., Octaria, M., Irvanaries, Suwanny, N., Sisilia, & Firnando. 2021. Tantangan dan Solusi Terhadap Ketimpangan Akses Pendidikan dan Layanan Kesehatan yang Memadai di Tengah Pandemi Covid-19. *Era Hukum: Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum*, 19(1), 203-222.

Kholiq, I. 2015. Analisis Pemanfaatan Sumber Daya Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan untuk mendukung Subtitusi BBM. *Jurnal IPTEK*, 19(2), 75-91.

Larasati, P. D., Hermawan, & Karnoto. 2013. Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari yang Diterima oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4).

Manan, S. 2009. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. *Gema Teknologi*, S. 31-35.

Muchlis, M., & Permana, A. D. 2020. *Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003 s.d 2020*. Von www.oocities.org: https://www.oocities.org/markal_bppt/publish/slistrk/slktpe.pdf abgerufen

Oktaviani, K., Supriadi, A., Kencono, A. W., Prasetyo, B. E., Kurniasih, T. N., Kurniawan, F., Anggreani, D. 2016. *Manajemen Rantai penyediaan dan Pemanfaatan Energi Nasional*, 1st Ausg. Jakarta Pusat: Pusat Data dan teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral.

Rachmanita, R. E., Febriani, S. D., Anggriani, S., Siswadi, E., Firgiyanto, R., & Apriadana, M. I. 2021. Penerapan Alat Penjebak Serangga Otomatis Tenaga Surya Di Kelompok Tani Dusun Rayap Desa Kemuning Lor. *Prosiding Sentrinov 2021*. 7(3), S. 150-157. Jember: ISAS.

Soyomukti, N. 2010. *Teori-teori Pendidikan.* Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.

Sumardiyanto, D., & hidayat, M. F. 2019. Desain Kincir Air Sederhana Untuk Pembangkit Listrik Desa Sipayung, Kecamatan Sukajaya Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Jurnal Berdikari: Jurnal Pengabdian kepada masyarakat*, 2(1), 6-13.