

Rancangan Bangun Laboratorium Green Energy Penunjang Model Pembelajaran Tematik dan Interaktif pada Level Pendidikan Sekolah Menengah Pertama

Daih Susanti¹, George Endri Kusuma², Haniffudin Nurdiansah¹, Sryang Tera Sarena³, Angga Ade Purnawan³, Bayu Kresna Purwaka Utama³, Muhammad Dalu Prayoga³, Ahmad Efendi Adi Pratama³, Yeny Widya Rakhmawati¹, Hariyati Purwaningsih¹, Tubagus Noor Rohmanudin¹, Lukman Noerochim¹, Hosta Ardhyanta¹, Fakhreza Abdul¹, dan Azarine Atha Pandhani¹

¹Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

²Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS), Surabaya

³Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS), Surabaya

Email:

santiche@mat-eng.its.ac.id

ABSTRAK

Ketersediaan energi memiliki peran sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi suatu negara. Untuk memenuhi permintaan energi tersebut perlu dikembangkan sumber daya energi. Namun permasalahannya adalah, sumber daya energi fosil semakin terbatas, sehingga perlu dikembangkan energi alternatif yang ramah lingkungan, contohnya sel surya. Tren pengembangan pembangkit listrik tenaga matahari (Solar photovoltaic – Solar PV) semakin baik akhir-akhir ini. Disisi lain, perkembangan teknologi berdampak pada sektor pendidikan, terlebih lagi pada kurikulum pendidikan di Indonesia yang sekarang menggunakan Kurikulum 2013 (K13). Untuk itu demi menunjang mata pelajaran yang terkait dengan perkembangan teknologi tersebut, tim pengabdian bekerja sama dengan SMP Islam Terpadu Al-Uswah (SMPIT Al-Uswah) Surabaya mengembangkan perangkat modul atau kit untuk pemanfaatan energi listrik tenaga surya. Pembangkitan energi listrik disimulasikan dalam bentuk konversi energi surya dan energi mekanik menjadi energi listrik secara sederhana dan interaktif agar para siswa bisa belajar langsung bagaimana listrik dihasilkan dari energi matahari dan gerak untuk bisa menunjang pengetahuan siswa dan bisa dimanfaatkan di masa depan. Hasil kuesioner menunjukkan mayoritas guru maupun siswa memberikan respon penilaian positif pada penggunaan perangkat pembelajaran tematik ini. Tujuan akhir pada Program Pengabdian Masyarakat ini telah linear dan mendukung Roadmap bidang kajian Teknologi Tepat Guna ITS tahun 2020-2024, yaitu pemanfaatan tenaga surya sebagai penerangan.

Kata Kunci: Teaching Aid Kit, Solar Cell, Rangkaian Listrik, Photovoltaic (PV).

PENDAHULUAN

Krisis energi menjadi permasalahan yang dihadapi oleh hampir semua negara di dunia. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya cadangan bahan bakar fosil yang berakibat pada kenaikan harga bahan bakar di seluruh dunia. Padahal energi adalah salah satu parameter kemakmuran dan kemajuan suatu negara. Tanpa sumber energi yang memadai, tidak banyak hal yang bisa dilakukan oleh suatu bangsa. Dengan demikian sumber energi alternatif, terutama yang ramah lingkungan perlu dikembangkan. Salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan bisa dikembangkan dengan

memanfaatkan potensi ini adalah energi surya (PV). Matahari merupakan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan yang cocok digunakan pada negara tropis seperti di Indonesia, karena letak geografis Indonesia yang berada di atas garis katulistiwa (Anoi et al., 2020).

Akhir-akhir ini, perkembangan teknologi PV telah semakin baik dan semakin luas di dalam penggunaannya. Hal ini mendorong produksi massal dan penurunan harga jual, sehingga PV relatif semakin terjangkau.

Di sisi lain di dalam bidang pendidikan, penggunaan teknologi dalam pembelajaran telah lama dimanfaatkan untuk membantu meningkatkan kualitas pembelajaran terutama pada pembelajaran berbasis tematik.



Gambar 1. Perangkat Pembelajaran Panel Surya (Green Energy Teaching Kit).



Gambar 2. Acara workshop dan serah terima perangkat pembelajaran panel surya (Green Energy Teaching Kit) di SMPIT Al-Uswah.

Pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran diharapkan memudahkan para pendidik untuk menjelaskan materi pembelajaran yang bersifat abstrak dan sulit dinalar peserta didik menjadi mudah dijangkau dan dipahami. Melalui fasilitas teknologi pembelajaran yang interaktif, para pendidik akan mudah melakukan simulasi pembelajaran yang mendekati kondisi nyata, seperti pada pelajaran IPA (Fisika) tentang bagaimana membangkitkan energi dan bagaimana memindahkannya Siswa dengan dipandu oleh guru akan diajak berfikir kreatif dan inovatif untuk mengembangkan konsep yang ada dengan dibantu peralatan praktikum yang ada.

Pada saat ini kurikulum pendidikan sekolah (SD-SMA) yang digunakan di Indonesia adalah Kurikulum 2013 (K13). Sistem K13 khususnya pada tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) pun sudah mengalami peningkatan dalam pembelajaran berkaitan dengan teknologi. Untuk itu demi menunjang mata pelajaran yang terkait dengan perkembangan teknologi tersebut, Tim Pengabdian bekerja sama dengan Sekolah Menengah Pertama Islam Terpadu AI-Uswah (SMPIT AI-Uswah) Surabaya mengembangkan perangkat modul-modul atau kit berupa komponen-komponen utama pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Sebuah sistem PLTS terdiri dari panel surya, rangkaian pengatur pengisian, penyimpan energi listrik, inverter, pengkabelan

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Pembelajaran Panel Surya

| No | Unit | Jumlah |
|----|-----------------------|----------|
| 1 | Panel Surya 100 WP | 2 unit |
| 2 | Baterai 18 Ah | 2 unit |
| 3 | Solar Charger 20A | 1 unit |
| 4 | Inverter 2000 Watt FS | 1 unit |
| 5 | MCB 2A | 2 unit |
| 6 | Display Ampere Meter | 1 unit |
| 7 | Display Volt Meter | 2 unit |
| 8 | Kabel | 20 meter |
| 9 | Kipas Angin | 1 unit |
| 10 | Lampu | 6 unit |
| 11 | Robot sel surya | 1 set |
| 12 | Robot track liner | 1 lembar |

Tabel 2. Pengujian Tegangan pada Unit Pembangkit

| No | Unit | Tegangan | Satuan |
|----|-------------------|----------|--------|
| 1 | Tegangan Baterai | 12 | Volt |
| 2 | Tegangan Inverter | 220 | Volt |

Tabel 3. Pengujian Rangkaian Listrik Paralel

| No | Unit | Tegangan | Satuan |
|----|--------------------|----------|--------|
| 1 | Tegangan Lampu (1) | 219 | Volt |
| 2 | Tegangan Lampu (2) | 219 | Volt |
| 3 | Tegangan Lampu (3) | 219 | Volt |

Tabel 4. Pengujian Rangkaian Listrik Seri

| No | Unit | Tegangan | Satuan |
|----|--------------------|----------|--------|
| 1 | Tegangan Lampu (1) | 110 | Volt |
| 2 | Tegangan Lampu (2) | 55 | Volt |
| 3 | Tegangan Lampu (3) | 55 | Volt |

serta konektor, dan perlengkapan mekanis lainnya (Utari et al., 2018).

Pembangkitan energi listrik disimulasikan dalam bentuk konversi energi surya dan energi mekanik menjadi energi listrik secara sederhana dan interaktif. Perangkat ini diciptakan agar para siswa bisa belajar secara langsung bagaimana listrik itu dihasilkan dari energi matahari dan gerak agar bisa menunjang ilmu pengetahuan siswa dan bisa dimanfaatkan lebih baik di masa depan.

METODE PELAKSANAAN

Program Pengabdian Masyarakat ini mengembangkan teknologi praktis berupa modul/kit ajar berbasis panel surya sebagai sumber listrik untuk menunjang metode pembelajaran mengenai listrik kepada siswa SMPIT Al-Uswah Surabaya.

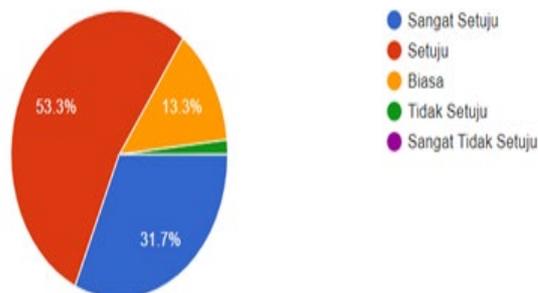
Strategi

Program Pengabdian Masyarakat ini memiliki beberapa strategi agar program ini dapat memberikan manfaat yang tinggi:

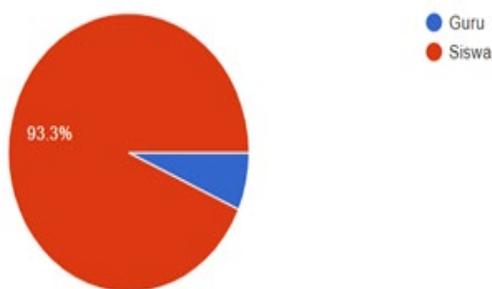
1. Tim melakukan studi lapangan (survey) di SMPIT Al-Uswah Surabaya dan mengumpulkan informasi mengenai kondisi sekolah dan laboratorium pembelajaran. Diperoleh informasi bahwa SMPIT Al-Uswah Surabaya merupakan sekolah swasta yang menerapkan K13 dimana kurikulum ini memiliki aspek penilaian yaitu dalam bidang ketrampilan, pengetahuan, sosial dan spiritual.



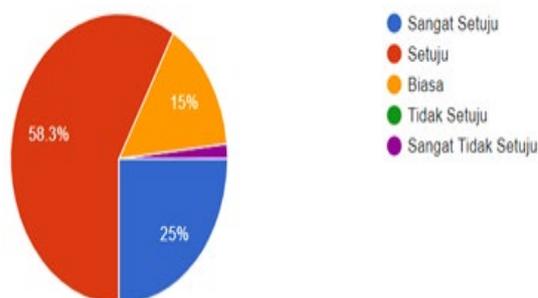
Gambar 6. Training dan simulasi pengoperasian perangkat pembelajaran panel surya (*Green Energy Teaching Kit*).



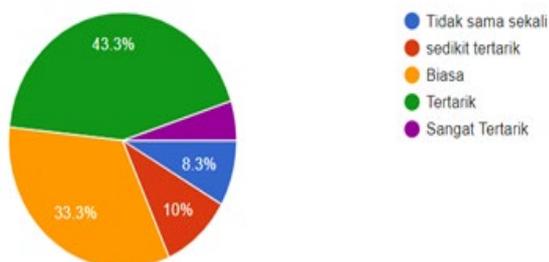
Gambar 3. Respon terhadap pembelajaran konversi energi cahaya menjadi energi listrik.



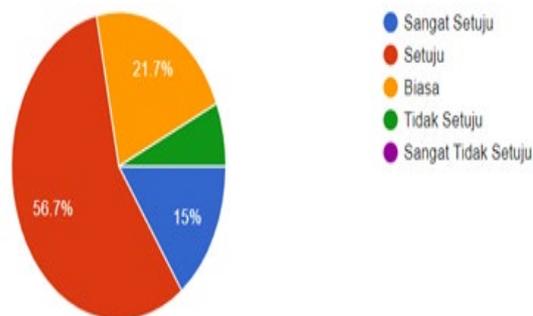
Gambar 7. Komposisi dari 60 Responden terdiri Siswa dan Guru.



Gambar 4. Respon terhadap pembelajaran rangkaian listrik.



Gambar 8. Respon terhadap penampilan Perangkat Panel Pembelajaran Surya.



Gambar 5. Respon pembelajaran tematik dan interaktif dengan media perangkat pembelajaran panel surya.

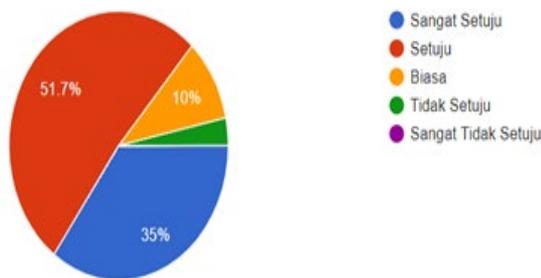
Berdasarkan informasi tersebut, tim menentukan fokus pengabdian di bidang IPTEK sesuai dengan bidang keahlian tim pengabdian dengan membangun pembangkit listrik tenaga surya yang akan menyediakan sumber listrik di laboratorium.

2. Tim merancang dan mengembangkan modul/kit pembelajaran sumber energi dan rangkaian listrik sederhana.
3. Tim melakukan workshop/training penggunaan dan serah terima alat pembelajaran kepada pihak sekolah yang diikuti oleh guru, komite sekolah dan siswa secara online dengan menitikberatkan kepada: (a)Peningkatan pemahaman terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi konversi energi matahari menjadi energi listrik; (b)Peningkatan pemahaman terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi konversi energi listrik menjadi bentuk energi lain seperti cahaya

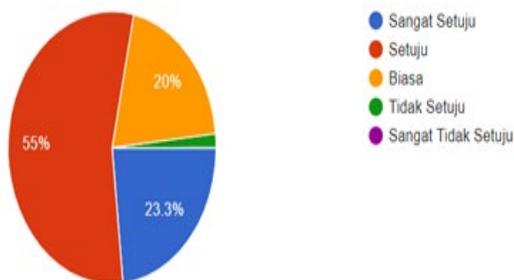
dan gerak mekanik; (c)Perbaikan metode pembelajaran bagi siswa dan guru yang lebih aktif dan interaktif melalui modul/kit ajar.

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan program ini dilakukan secara bertahap sesuai dengan strategi yang direncanakan. Kegiatan dimulai dengan komunikasi/koordinasi awal internal tim pengabdian untuk mempersiapkan kegiatan serta keperluan peralatan, bahan, personil dan jadwal kegiatan. Kegiatan selanjutnya adalah melakukan komunikasi dengan pihak SMPIT Al – Uswah untuk memahami kondisi di lapangan dan pengumpulan materi-materi dasar terkait sekolah tersebut sebagai tempat dilaksanakannya pengabdian masyarakat serta kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sekolah. Setelah itu tim pengabdian juga berkonsultasi dengan praktisi yang bergerak di bidang pendidikan dan



Gambar 9. Respon pemahaman terhadap pembelajaran konsep konversi energi.



Gambar 10. Respon pemahaman terhadap aspek K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja).

kelistrikan.

Berdasarkan informasi-informasi dan masukan yang diterima, tim melakukan perancangan modul/kit ajar seperti yang ditunjukkan pada Gambar (1) yang selanjutnya disebut sebagai *green energy experiment teaching kit*. Komponen peralatan yang digunakan di antaranya adalah:

A. Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya terdiri dari photovoltaic, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya matahari, sehingga saat intensitas cahaya berkurang (berawan, mendung, hujan) arus listrik yang dihasilkan juga berkurang (Dzulfikar & Broto, 2016).

B. Baterai

Baterai adalah sebuah alat penyimpanan energi berdasar prinsip elektrokimia yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat memberikan energi listrik kepada perangkat elektronik, dan pada jenis baterai tertentu ada juga yang dapat merubah energi listrik menjadi energi kimia, saat proses pengisian daya. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti handphone, laptop, dan mainan remote control menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Setiap baterai terdiri dari Katoda (kutub + saat pemberian daya/discharging dan kutub - saat pengisian daya/charging) dan Anoda (kutub - saat pemberian daya/discharging dan kutub + saat pengisian daya/charging) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar ion-ion. Output arus listrik dari baterai adalah

arus searah atau disebut juga dengan arus DC (Direct Current). Pada umumnya, baterai terdiri dari 2 jenis utama yakni baterai primer yang hanya dapat sekali pakai (single usage battery) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (rechargeable battery). Baterai yang digunakan dalam modul pembelajaran ini adalah baterai sekunder yang dapat diisi ulang dan biasa digunakan pada kendaraan listrik yaitu baterai Lithium ion dan Lithium Polymer.

C. Solar Charger

Charging Control Panel Surya merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian baterai atau rangkaian aki (Battery Bank) dari panel surya (Prasetyo, 2018). *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16- 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan karena baterai pada umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

D. Inverter

Inverter dapat diartikan sebagai alat untuk mengubah tegangan DC menjadi AC dimana keluaran *inverter* tersebut dapat diubah besaran frekuensi dan tegangannya (Nugraha, 2020). Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa *silicon controlled rectifier* (SCR), transistor, atau *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* (MOSFET) yang beroperasi sebagai saklar dan pengubah. *Inverter* dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu: *inverter* satu fasa dan *inverter* tiga fasa.

E. Miniature Circuit Breaker

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen dalam instalasi listrik rumah tinggal yang mempunyai peran yang sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau konsleting) (Asy'ari et al., 2014).

Keberlanjutan Program

Kegiatan program pengabdian masyarakat dilanjutkan dengan sistem monitoring terhadap keberlanjutan penguasaan materi dan aplikasi teknologi pembangkit listrik tenaga surya di SMPIT AI-Uswah Surabaya. Keberlanjutan program ditunjukkan dengan peningkatan pemahaman dan penguasaan teknologi oleh siswa.

Siswa dan guru di SMPIT AI-Uswah Surabaya sebagai sekolah mitra diharapkan dapat melanjutkan secara mandiri dengan menerapkan teknologi ini di lingkungannya. Dengan program ini, diharapkan dapat meningkatkan ilmu, pengetahuan, dan teknologi (IPTEK) siswa serta mendukung kegiatan pembelajaran di sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan workshop dan serah terima alat dalam rangka kegiatan pengabdian masyarakat sudah dilaksanakan pada hari Kamis tanggal 22 Oktober 2020 mulai pukul 09.00-10.30 dengan hasil sangat baik dan mendapatkan respon positif dari siswa maupun guru-guru yang akan menggunakan perangkat.

Workshop dan Training Peralatan

Pengabdian masyarakat ini memberikan pelatihan kepada guru (*secara offline*) maupun siswa (*secara online* melalui *zoom meeting*) untuk menggunakan perangkat pembelajaran panel surya seperti ditunjukkan pada gambar 2 dan 3. Tabel 1 menunjukkan daftar peralatan yang diserahkan dalam acara workshop beserta jumlahnya, misalnya panel surya, baterai, solar charger, dan sebagainya. Keluaran dari workshop ini adalah adanya modul penggunaan peralatan dan juga *video tutorial* yang bisa digunakan dan diakses secara luas oleh siswa maupun guru untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan dalam pengoperasiannya.

Hasil Pengukuran dan Pembahasan

Di dalam pelaksanaan workshop, dilakukan proses simulasi penggunaan alat dan beberapa pengukuran pada instrument dengan hasil seperti pada Tabel 2-Tabel 4.

Tabel 2-4 menunjukkan hasil pengukuran dengan menggunakan voltmeter terhadap rangkaian listrik seri dan paralel dari training kit. Tabel 2 menunjukkan tegangan baterai sebesar 12 Volt dan tegangan inverter sebesar 220 Volt. Tabel 3 menunjukkan tegangan lampu yang disusun paralel semuanya mempunyai tegangan yang sama sebesar 219 Volt, sedang pada Tabel 4 menunjukkan tegangan lampu yang disusun seri di mana terdapat perbedaan tegangan dari masing-masing lampu, di mana jika dijumlahkan semuanya adalah sebesar 220 V, sama dengan tegangan inverter dan mendekati tegangan lampu paralel.

Pembahasan Respon Siswa dan Guru

Untuk mengukur keberhasilan workshop dan pembuatan desain perangkat pembelajaran praktikum panel Surya sebagai salah satu media pembelajaran maka dilakukan kuesioner terhadap 60 responden peserta guru dan siswa yang mayoritas diisi oleh siswa seperti ditampilkan pada gambar 4-10.

Gambar 4 menunjukkan komposisi responden dari SMPIT Al Uswah sebagai pengguna perangkat pembelajaran praktikum panel surya produk. 57 responden adalah siswa kelas 9 yang dikenalkan perangkat dan 3 responden adalah guru sebagai pengguna perangkat.

Sesuai yang ditunjukkan gambar 5, hampir 50% responden menunjukkan ketertarikan terhadap tampilan dan fungsional dari perangkat pembelajaran panel surya. (Prasetyo, 2018) Sejumlah 85% responden menyatakan sangat terbantu dengan perangkat pembelajaran panel surya dalam proses untuk memahami pembelajaran

tentang perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik (gambar 6).

Mayoritas responden 83,3 % yang didominasi siswa menyatakan perangkat pembelajaran panel mampu menunjang pembelajaran tentang dasar-dasar rangkaian listrik, khususnya pada pemahaman rangkaian listrik seri dan paralel (gambar 7).

Gambar 8 menunjukkan bahwa mayoritas responden 71,7% saat menggunakan perangkat pembelajaran panel surya sangat terbantu dalam pembelajaran tematik karena memberikan proses yang lebih interaktif di sekolah.

Gambar 9 menunjukkan bahwa mayoritas responden 86,7% menyatakan perangkat pembelajaran panel surya membantu siswa dalam memahami pembelajaran tentang perubahan konversi energi listrik menjadi bentuk energi lain seperti cahaya dan gerak mekanik.

Gambar 10 menunjukkan bahwa mayoritas responden 78,3% setelah dikenalkan perangkat pembelajaran panel surya mampu mengenali potensi bahaya dan keselamatan dalam berinteraksi dengan peralatan listrik. Perangkat pembelajaran panel surya ini terbukti bisa menjadi media untuk mendukung program pemerintah dalam sosialisasi Budaya K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang dimulai dari sejak usia dini dan dari dunia pendidikan sekolah.

KESIMPULAN

Pengabdian masyarakat dengan judul “Rancang Bangun Laboratorium Green Energy untuk Menunjang Model Pembelajaran Tematik dan Interaktif pada Level Pendidikan Sekolah Menengah Pertama” telah selesai dan berhasil dilakukan. Target luaran dari program ini telah tercapai dengan baik, yaitu untuk menambah pengetahuan siswa tentang perubahan energi matahari menjadi energi listrik melalui “*green energy experiment teaching kit*”. Hasil rancang bangun kit ini telah diserahkan pada pihak sekolah dan digunakan oleh siswa dengan bimbingan guru untuk memahami konversi energi listrik yang berasal dari matahari. Tampilannya yang kokoh dan sederhana disertai dengan petunjuk manual dan *video tutorial* yang mudah dipahami dengan metode pembelajaran *online* maupun *offline* memudahkan siswa untuk lebih cepat memahami konversi energi alternatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didukung oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2020 nomor 1300/IT2/HK.00.01/2020.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- Anoi, Y. H., Yani, A., & W, Y. (2020). Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(2), 77-182. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i2.1051>
- Asy'ari, H., Rozaq, A., & Putra, F. S. (2014). Pemanfaatan solar cell

- dengan pln sebagai sumber energi listrik rumah tinggal. *Jurnal Emitter*, 14(1), 33–39.
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). Optimalisasi pemanfaatan dnergi listrik tenaga surya skala rumah tangga. *Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016, V*, SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. <https://doi.org/10.21009/0305020614>
- Nugraha, D. (2020). Rancang bangun inverter satu fasa dengan modulasi lebar pulsa PWM menggunakan antarmuka komputer. *Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 06(01), 340–351.
- Prasetyo, K. A. (2018). Pengembangan alat control charging panel surya menggunakan aduino nano untuk sepeda listrik niaga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 2(1), 50–58. <https://doi.org/10.21831/jee.v2i1.19947>
- Utari, E. L., Mustiadi, I., Nglinggo, D., Wisata, D., & Teh, K. (2018). Pemanfaatan energi surya sebagai energi alternatif pengganti listrik untuk memenuhi kebutuhan penerangan jalan di dusun nglinggo kelurahan pagerharjo kecamatan samigaluh kabupaten kulon progo. *Jurnal Pengabdian 'Dharma Bakti'*, 1(2), 90–99.