

PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF DAN PENINGKATAN MEDIA PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH ALAM AR RIDHO

Mardiyono¹⁾, Sugeng Ariyono²⁾, Endro Wasito³⁾, Slamet Handoko⁴⁾

^{1,3,4)} Jurusan Teknik Elektro, ²⁾ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
email: ¹⁾m4rdiyono@yahoo.com, ²⁾s.ariyono@yahoo.com, ³⁾endro_wst@yahoo.com,
⁴⁾hands101polines@gmail.com

Abstrak

Dalam pembelajaran di bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada kelas 4-6 SD tertulis tentang kompetensi dasar yaitu menunjukkan perilaku ilmiah. Beberapa permasalahan untuk mewujudkan perilaku ilmiah dalam pembelajaran IPA yaitu terbatasnya alat peraga praktikum di sekolah mitra. Sebagai contoh untuk pembelajaran tentang matahari, peraga yang digunakan masih menggunakan alat-alat sederhana/konvensional seperti kaca pembesar untuk membakar benda, payung dan aluminium foil untuk memasak, serta model tatasurya matahari. Disamping itu pengetahuan guru tentang pemanfaatan energi matahari masih kurang serta belum tersedianya trainer/alat peraga pembelajaran sel surya beserta modul praktikumnya yang sesuai dengan siswa Sekolah Dasar. Hal ini perlu ditingkatkan dengan lebih banyak menyediakan alat peraga dengan sentuhan teknologi terkini sehingga dapat meningkatkan kapasitas pembelajaran siswa khususnya tentang pemanfaatan energi matahari menggunakan sel surya. Kegiatan pengabdian yang diusulkan melalui skema ini akan dilaksanakan dengan beberapa tahapan meliputi: (1) Mengadakan pelatihan kepada guru-guru yang mengampu pembelajaran IPA tentang sel surya; (2) Membangun trainer pembelajaran sel surya yang disesuaikan dengan kemampuan belajar kelas 4,5, dan 6 SD; (3) Membuat modul pembelajaran terkait trainer sel surya berdiskusi dengan guru pengampu; (4) Melakukan pendampingan dalam pembelajaran trainer sel surya agar didapatkan hasil pembelajaran yang diharapkan yaitu menumbuhkan perilaku ilmiah, kreatif, inovatif, dan rasa ingin tahu yang tinggi; (5) Melakukan evaluasi terhadap output dan outcome dengan memberikan kuisioner kepada guru dan murid terkait dengan model pembelajaran menggunakan trainer sel surya yang dihasilkan. Pengujian dari trainer sel surya ini dilakukan di sekolah dasar mitra yaitu Sekolah Alam SD Ar Ridho di Kota Semarang. Objek pengabdian berupa guru pengampu pelajaran IPA dan murid SD kelas 4,5, dan 6. Hasil pengabdian kepada masyarakat ini berupa terciptanya alat peraga panel surya sebagai media pembelajaran pada materi energi baru dan terbarukan, modul praktikum untuk guru dan siswa, dan kegiatan pelatihan yang menghasilkan 20 guru Sekolah Alam Ar Ridho dalam penggunaan alat peraga tersebut. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa kapasitas baterai 35 AH bila digunakan malam hari tanpa pengisian dengan DOD 20% mampu mencatu beban inverter dan 1 lampu LED 7 W selama 5 jam 24 menit, sedangkan bila digunakan dengan beban inverter dan 2 lampu LED 7 W selama 3 jam 30 menit.

KataKunci : panel surya, alat peraga, energi baru terbarukan

A. PENDAHULUAN

Dalam buku pedoman kurikulum 2013 khususnya kompetensi dasar dan inti mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) disebutkan bahwa siswa dapat menunjukkan perilaku ilmiah yaitu diantaranya memiliki rasa ingin tahu yang besar, obyektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka dan peduli lingkungan. Hal ini harus dimunculkan dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam inkuiri ilmiah dan berdiskusi (Kemdikbud, 2013). Dalam tinjauan lebih dalam terkait kompetensi dasar adalah mampu membedakan bentuk energi melalui pengamatan dan mendiskripsikannya. Disamping

itu siswa juga diharapkan mampu mendeskripsikan hubungan antara sumber daya alam dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kurikulum 2013 khususnya bidang IPA membuka ruang yang seluas-luasnya bagi siswa untuk meningkatkan kapasitas eksplorasi alam melalui pengamatan dan praktikum yang diajarkan oleh gurunya.

Penumbuhan budaya ilmiah di Sekolah Dasar dalam mata pelajaran IPA memerlukan media pembelajaran berupa alat peraga, modul praktikum, dan guru yang menguasai kompetensi tentang topik yang diajarkan. Ketidadaan sarana dan prasarana pendukung akan membuat pembelajaran IPA hanya berupa teori yang kurang bisa mendukung terciptanya kompetensi dasar dan inti kurikulum 2013. Hal ini harus diantisipasi oleh masing-masing sekolah untuk menyediakan alat peraga/praktikum agar dapat menjalankan kurikulum baru ini dengan baik. Permasalahan klasik yang sering muncul adalah kurangnya dana untuk pengadaan alat peraga IPA terutama yang menggunakan teknologi terkini seperti pemanfaatan energi matahari menggunakan sel surya.

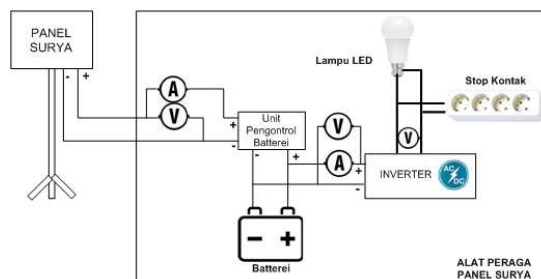
Beberapa penerapan teknologi pemanfaatan energi matahari yang dikonversi ke tenaga listrik menggunakan panel surya telah banyak dilakukan dalam kegiatan penelitian maupun pengabdian. Trisasiwi (2001) telah memanfaatkan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dalam skala rumahan (*Solar Home System*) untuk meningkatkan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat desa. Penerapan sistem energi surya dengan metode hibrid tanpa sinkronisasi juga telah diujicobakan di Pondok Pesantren Mahfilud Duror (Setiawan, 2015). Disamping itu pemanfaatan alat peraga dalam konversi energi matahari menjadi tenaga listrik untuk media pembelajaran juga telah diimplementasikan oleh Swasono, dkk (2013) pada siswa kelas VIII SMP di Lampung. Alat peraga ini dilengkapi dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk memandu praktikumnya. Di luar negeri, penerapan teknologi Solar Home System di pedesaan Bangladesh yang telah mencapai 94 MW telah dikaji perkembangannya oleh Hamid (2013). Sedangkan Glass, dkk (2010) juga telah mengembangkan rumah solar yang memadukan pemanfaatan energi matahari yang dipadukan dengan sistem otomasi rumah inovatif yang mampu mengatur kontrol akses, pengaturan lampu, kontrol panas air, pengolahan limbah, kontrol jendela dan lain-lain.

Dari berbagai model pembelajaran IPA dengan alat peraga yang ada, maka terdapat permasalahan utama bila kedua sekolah ingin mengembangkan topik pembelajaran konversi energi matahari menjadi listrik meliputi :

1. Masih kurangnya pengetahuan guru kelas terhadap sistem pemanfaatan energi matahari menggunakan solar sel.
2. Belum tersedianya trainer sel surya yang cocok digunakan untuk pembelajaran IPA pada kelas 4,5, dan 6.
3. Belum tersedianya modul pembelajaran yang bisa digunakan sebagai panduan praktikum siswa.
4. Model pembelajaran yang efektif dengan menggunakan alat peraga sel surya.

B. SUMBER INSPIRASI

Pembuatan alat peraga pembelajaran panel surya dimulai dengan pembuatan rancangan (*design*) alat, penyiapan bahan-bahan, perakitan, uji coba alat, dan kelengkapan asesoris alat peraga. Rancangan dari alat peraga panel surya dijelaskan pada Gambar 1:



Gambar 1. Rancangan Alat Peraga Panel Surya

Gambar 1 memperlihatkan rancangan alat peraga panel surya. Bagian-bagian yang terdapat pada rancangan meliputi panel surya dan tiang, pengukur tegangan dan arus DC input (volt meter dan ampere meter), unit pengontrol baterai, baterai, pengukur tegangan dan arus output, inverter DC ke AC, beban lampu LED dan stop kontak AC. Panel surya mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik, sebelum masuk ke rangkaian unit pengontrol baterai, tegangan dan arus panel surya diukur menggunakan volt dan ampere meter. Unit pengontrol baterai berfungsi untuk mengendalikan pengisian listrik dari panel surya ke baterai sehingga baterai tidak mengalami kerusakan akibat pengisian yang berlebihan (*over charging*). Selanjutnya arus dan tegangan output dari baterai diukur oleh volt dan ampere meter sebelum masuk ke pengubah tegangan DC ke AC (*inverter*). Beban yang diberikan pada alat peraga ini adalah berupa lampu LED dan stop kontak AC yang bisa disambungkan ke beban AC lainnya seperti alat pengisi baterai handphone (*charger*), laptop, dll. Rancangan dari tiang terbagi menjadi 3 bagian yaitu bagian penyangga dasar dengan tinggi 1 meter, penyangga atas dengan tinggi 1 meter dan bagian pemegang panel surya yang bisa diatur arahnya.

C. METODE

Metode yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan mitra meliputi 3 hal yaitu Pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan dan skill pengajar, Pembuatan Prototipe Trainer Sel Surya, dan Pembuatan modul praktikum sel surya. Penjelasan dari ketiga metode adalah sebagai berikut:

1. Pelatihan dan Supervisi

Kegiatan pelatihan yang dilakukan ditujukan untuk peningkatan pengetahuan dan skill pengajar terkait dengan teknologi sel surya. Pelatihan pertama berupa ceramah umum tentang teknologi sel surya dan cara pemanfaatannya sebagai energi alternatif. Kegiatan ini dilakukan di ruangan dengan peserta 10 orang yang merupakan guru mitra. Pelatihan ini dilakukan sebelum trainer dan modul praktikum selesai dibuat. Pelatihan kedua berupa workshop penggunaan trainer sel surya dan metode pembelajaran menggunakan modul praktikum kepada guru. Kegiatan ini dilakukan di sekolah sekaligus digunakan untuk mendiskusikan bentuk model yang cocok untuk pembelajaran siswa. Supervisi dilakukan sebagai pendampingan pada tahapan

implementasi pembelajaran di sekolah agar trainer bisa digunakan sebagaimana mestinya dan mengukur sejauh mana efektifitas dan peningkatan kapasitas pembelajaran siswa terhadap trainer sel surya yang dibuat.

2. Pembuatan Prototipe Trainer Sel Surya

Pembuatan prototipe trainer merupakan tahapan yang sangat penting dan menjadi bagian inti dari kegiatan ini. Trainer yang dibangun menggunakan panel surya (solar cell) 50 WP, Rangkaian regulator tegangan, accumulator sebagai penyimpan energi listrik, inverter sebagai pengubah daya dari DC 12V menjadi AC 220 Volt, Rangkaian panel monitor yang terdiri dari pengukur tegangan dan arus, level meter dalam bentuk indicator warna, Rangkaian panel switch beban, Beban lampu dalam beberapa ukuran daya (watt). Trainer juga dilengkapi tempat/casing dan peralatan tambahan untuk keperluan praktikum seperti penutup sel surya dan pengubah sudut kemiringan panel surya. Gambaran tentang rancangan prototipe trainer surya terdapat pada lampiran 2.

3. Pembuatan Modul Praktikum

Modul praktikum merupakan bahan pelengkap sebagai panduan untuk melakukan praktikum dengan trainer sel surya. Modul praktikum ini juga mengandung tujuan pembelajaran yang mengandung kompetensi dasar dan inti dalam pembelajaran IPA berupa penumbuhan perilaku dan budaya ilmiah. Modul yang dibuat terbagi dalam 3 macam yaitu modul praktik untuk kelas 4, 5, dan 6. Masing-masing modul disesuaikan dengan kemampuan daya nalar siswa sehingga perlu didiskusikan dengan guru pengampu agar sesuai dengan kondisi siswa. Modul praktikum ini nantinya akan digunakan sebagai pegangan guru dan siswa dalam praktikum pemanfaatan energi matahari menggunakan trainer sel surya.

4. Ujicoba di lokasi mitra

Proses pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan penyampaian materi pelatihan terkait pemanfaatan energi baru dan terbarukan energi matahari, penggunaan modul praktikum, dan menggali saran, masukan (*feed back*) dari para guru di sekolah alam Ar Ridho. Pelatihan yang dilakukan melibatkan 10 orang guru yang dilakukan oleh tim pengabdian Politeknik Negeri Semarang. Setelah pelatihan dilakukan penyerahan alat peraga agar bisa digunakan oleh siswa untuk mempelajari energi surya.

D. KARYA UTAMA

Bahan dan alat yang digunakan dalam perakitan dijelaskan pada Gambar 3. Alat dan bahan tersebut kemudian dirakit dan dirangkai seperti pada rancangan yang digambarkan pada Gambar 2. Selanjutnya dilakukan uji coba di laboratorium untuk mengetahui fungsi dari alat peraga secara keseluruhan sudah berjalan dengan baik atau belum. Uji coba dari alat peraga meliputi uji tiang penyangga pengubah arah panel surya, pengukuran arus dan tegangan masuk dari panel surya, pengukuran arus dan tegangan keluar dari baterai, pengukuran tegangan AC keluaran inverter, uji coba beban lampu LED, uji coba pengisian baterai. Hasil dari uji coba alat peraga dijelaskan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Hasil uji coba alat

No	Item Pengujian	Hasil
1.	uji tiang penyangga pengubah arah panel surya	Panel surya dapat diubah arahnya dari 0° s.d 360°
2.	pengukuran arus dan tegangan masuk dari panel surya	V IN= 13,5 V I IN= 1,8 A
3.	pengukuran arus dan tegangan keluar dari baterai tanpa beban	V OUT = 12 V I OUT = 0 A
4.	pengukuran tegangan AC keluaran inverter	V AC = 220 V
5.	uji coba beban lampu LED	Beban 1 Lampu : V OUT = 12 V I OUT = 1,3 A Beban 2 Lampu : V OUT = 12 V I OUT = 2 A
6.	uji coba pengisian baterai	Unit pengontrol baterai mampu mendeteksi kapasitas baterai isi /kosong dan mampu melakukan pengisian baterai



Gambar 2. Ujicoba di Lab. Polines

Gambar 2. menunjukkan uji coba yang dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Semarang. Dua lampu beban yang dihubungkan ke stop kontak dapat menyala, sedangkan meter pengukuran arus dan tegangan input/output ditunjukkan meter di kotak panel.

Setelah pengujian alat peraga berhasil dengan baik, maka dilakukan penyerahan alat peraga panel surya ke Sekolah Alam Ar Ridho Tembalang. Penyerahan alat dihadiri oleh kepala sekolah beserta guru-guru di sekolah tersebut. Pada sambutannya, kepala sekolah mengucapkan terima kasih atas kegiatan pengabdian masyarakat dari Politeknik Negeri Semarang dan alat peraga ini akan sangat membantu dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) khususnya pembelajaran kelas 5. Tim pengabdian masyarakat Polines yang diwakili oleh ketua tim yaitu Mardiyono, S. Kom. M. Sc. mengharapkan alat peraga ini dapat bermanfaat dan digunakan sebaik-baiknya dalam menunjang pembelajaran khususnya pada tema energi baru dan terbarukan. Acara penyerahan alat ini dihadiri juga oleh semua tim pengabdian masyarakat Polines yaitu Ir. Endro Wasito, M. Kom., Dr. Sugeng Ariyono, B. Eng., M. Eng., dan Slamet Handoko, S. Kom., M. Kom. Gambar tentang penyerahan alat peraga di sekolah alam Ar Ridho diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ujicoba dan Penyerahan Alat Peraga di Lokasi Mitra

Pada pengukuran yang dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Semarang yang dilakukan pada pukul 11.32 dengan cuaca cerah dan panas didapatkan hasil sebagai berikut:

$$V_{IN} = 13,5 \text{ V}$$

$$I_{IN} = 1,8 \text{ A}$$

$$P_{IN} = 24,3 \text{ Watt}$$

Tegangan input (V_{IN}) dari keluaran panel surya adalah 13,5 Volt dan arus input (I_{IN}) adalah 1,8 A. Dengan demikian daya input atau P_{IN} adalah tegangan input kali arus input ($V_{IN} \times I_{IN}$) yaitu 24,3 Watt. Pengukuran yang dilakukan dengan beban inverter 300 Watt dan lampu LED diperoleh hasil sebagai berikut :

Beban 1 Lampu :

$$V_{OUT} = 12 \text{ V}$$

$$I_{OUT} = 1,3 \text{ A}$$

$$P_{OUT} = 15,6 \text{ Watt}$$

Beban 2 Lampu :

$$V_{OUT} = 12 \text{ V}$$

$$I_{OUT} = 2 \text{ A}$$

$$P_{OUT} = 24 \text{ Watt}$$

Beban inverter dan 1 lampu memerlukan daya sebesar 15,6 Watt sedangkan beban 2 lampu membutuhkan daya sebesar 24 Watt. Bila lampu digunakan pada siang hari dengan daya input (P_{IN}) dari panel surya sebesar 24,3 Watt maka daya input masih mencukupi untuk mengisi baterai dan menyediakan daya untuk beban. Bila lampu digunakan pada malam hari dengan tidak adanya sinar matahari atau tidak ada daya input maka perhitungan kapasitas baterai untuk mencatu daya beban adalah sebagai berikut:

Kapasitas baterai saat penuh = 35 Ampere Hour (AH).

Depth of Discharge (DOD) Baterai = 20%

Kapasitas baterai ideal = 20% x 35 AH = 7 AH

Bila beban yang digunakan yaitu inverter dan 1 lampu LED 7 W maka daya yang dibutuhkan = 15,6 Watt dengan arus beban = 1,3 A. Maka waktu yang tersedia bagi 1 lampu untuk menyala adalah:

$$t_1 = 7 \text{ AH} / 1,3 \text{ A} = 5 \text{ jam } 24 \text{ menit.}$$

Jadi dengan kapasitas baterai 35 AH dengan DOD 20% sanggup menghidupkan beban inverter dan 1 lampu LED 7 W selama 5 jam 24 menit (t_1).

Bila beban yang digunakan yaitu inverter dan 2 lampu LED 7 W maka daya yang dibutuhkan = 24 Watt dengan arus beban = 2 A. Maka waktu yang tersedia bagi 2 lampu untuk menyala adalah:

$$t_2 = 7 \text{ AH} / 2 \text{ A} = 3 \text{ jam } 30 \text{ menit.}$$

Jadi dengan kapasitas baterai 35 AH dengan DOD 20% sanggup menghidupkan beban inverter dan 2 lampu LED 7 W selama 3 jam 30 menit (t_2).

E. ULASAN KARYA

Alat peraga panel surya ini memiliki kelebihan berupa ringan dan mudah dipindah-pindah untuk pengukuran di berbagai lokasi, rangkaian yang sederhana sehingga mudah dipahami cara kerjanya oleh guru dan siswa, tersedia modul praktikum bagi siswa, mudah dalam perawatan, dapat dimanfaatkan untuk beban lampu dan pengisian baterai telepon seluler. Keunggulan dari alat ini sangat sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan penyediaan listrik dalam skala kecil (kapasitas baterai 35 AH). Kelemahan dari alat ini adalah baterai yang digunakan adalah sel basah yang mempunyai nilai *Depth of Discharge* (DOD) sebesar 20% sehingga tidak boleh digunakan melebihi 7 AH. Disamping itu penggunaan alat ukur (meter) arus dan tegangan masih menggunakan analog berupa jarum pengukur sehingga memungkinkan terjadinya salah pembacaan skala pengukuran.

Kesulitan yang dihadapi pada kegiatan ini adalah merumuskan manual praktikum yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di Sekolah Alam Ar Ridho yang menekankan sisi eksplorasi, daya kritis, dan memunculkan rasa ingin tahu siswa. Peluang pengembangan dari alat peraga ini adalah dengan menggunakan baterai yang DODnya 80 % untuk meningkatkan waktu penggunaan daya, serta mengubah panel meter ukur dalam bentuk angka digital sehingga memudahkan siswa dalam membaca hasil pengukuran.

F. KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan judul “Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Dan Peningkatan Media Pembelajaran IPA Sekolah Alam Ar Ridho” dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat peraga panel surya telah selesai dibuat dan telah mampu berfungsi dengan baik untuk mencatu beban inverter dan 2 lampu LED 7 W.
2. Alat peraga panel surya sudah diserahkan dan diterima oleh kepala sekolah alam Ar Ridho untuk digunakan sebagai sarana pembelajaran pada pokok bahasan energi baru dan terbarukan dan 10 orang guru telah mendapat pelatihan penggunaan alat peraga.
3. Kapasitas baterai 35 AH bila digunakan malam hari tanpa pengisian dengan DOD 20% mampu mencatu beban inverter dan 1 lampu LED 7 W selama 5 jam 24 menit.
4. Kapasitas baterai 35 AH bila digunakan malam hari tanpa pengisian dengan DOD 20% mampu mencatu beban inverter dan 2 lampu LED 7 W selama 3 jam 30 menit.

Kegiatan ini dapat dilanjutkan dengan membangun sebuah unit Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dapat mencatu peralatan-peralatan di sekolah alam seperti laptop, komputer, dan penerangan malam hari dengan menambah kapasitas baterai menjadi 500 AH dengan DOD 80% dan panel surya 1000 WP.

G. DAMPAK DAN MANFAAT KEGIATAN

Dampak yang diperoleh oleh mitra Sekolah Dasar Ar Ridho yaitu bertambahnya kekayaan materi ajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dalam pokok bahasan energi baru dan terbarukan. Bertambahnya 10 guru yang menguasai materi pembelajaran praktikum dengan alat peraga panel surya. Hal ini diharapkan akan meningkatkan minat siswa untuk mempelajari dan mengembangkan energi baru dan terbarukan.

H. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Andi Setiawan, 2015, *Studi Aplikasi Sistem Energi Surya Fotovoltaik Hibrid Tanpa Sinkronisasi di Ponpes Mahfilud Duror*, Elektronik Jurnal Arus Elektro Indonesia (eJAEI) Universitas Negeri Jember Vol: 1 No. 1 hal. 13-18
- (2) Bryan Glass, Ben Brannon, Katie Grantham, dan Stuart Baur, 2010, *Expanding Horizons with Chameleon: Team Missouri's Innovative Home Automation System*, Jurnal Energies Vol:3 No. 6 hal: 1142-1153
- (3) Fajar Swasono, Agus Suyatna, Feriansyah Sesunan, 2013, *Pengembangan Alat Konversi Energi Sebagai Alat Peraga Materi Perubahan Energi*, Jurnal Pembelajaran Fisika, Vol:1 No.4 hal:100-111
- (4) Muhammad Riazul Hamid, 2013, *Photovoltaic Based Solar Home System – Current State of Dissemination in Rural Areas of Bangladesh and Future Prospect*, International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol: 2, Issue 2 hal: 745-749
- (5) Wiludjeng Trisasiwi, 2001, *Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Untuk Meningkatkan Perkembangan Ekonomi Dan Sosial Masyarakat Di Pedesaan(Solar Home System To Improve Development Of Economic And Social Activites Of Rural Community)*, Jurnal LPPM Universitas Jendral Soedirman, Vol 1 No.3 hal 59-66

I. PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Semarang atas pembiayaan kegiatan ini melalui hibah pengabdian kepada masyarakat DIPA kompetitif serta Sekolah Alam Ar Ridho sebagai mitra kegiatan dalam penerapan teknologi alat peraga pembelajaran panel surya.