

Pemanfaatan *Solar Cell* Sebagai Sumber Energi Alternatif dan Media Pembelajaran Praktikum Siswa Di Pondok Pesantren “Nurul Iman” Sorogenen Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta Menuju Pondok Mandiri Energi

Muchammad Abrori

Sugiyanto

Thaqibul Fikri Niyartama

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia

Email: borymuch@yahoo.com

Abstrak

Salah satu usaha manusia dalam mengurangi pemanasan global atau penggunaan listrik PLN yang berbahan bakar fosil adalah dengan penggunaan sel surya. Pemasangan sel surya ini efektif karena wilayah Indonesia berada di daerah tropis. Penggunaan sel surya di Pondok Pesantren Nurul Iman sangat membantu karena kebutuhan energi listrik di Pondok Pesantren Nurul Iman sangat besar. Hal ini dapat dihitung dari biaya yang dikeluarkan per bulan oleh Pondok Pesantren Nurul Iman, pada bulan Agustus 2015 sebesar Rp. 1.372.100,-. Dengan audit energi dapat dikurangi beban yang digunakan sebesar 1.250 watt. Kalau penggunaan lampu rata-rata 12 jam listrik dapat dihemat sebesar Rp. 436.271,- per bulan. Penghematan lampu dengan surya sel yang dapat dilakukan sebesar Rp. 77.555,- per bulan. Lebih dari sepertiga yang dapat dikurangi biaya listriknya dengan sel surya.

Kata Kunci: *Sel surya; Audit energi; Penghematan; Pondok Pesantren Nurul Iman*

Abstract

One of the human efforts to reduce global warming or the use of electricity that fossil fuel is the use of solar cells. Installation of solar cells is effective because of Indonesia are in the tropics. The use of solar cells in Pondok Pesantren Nurul Iman is very helpful because the electrical energy needs in Pondok Pesantren Nurul Iman is very large. It can be calculated from the cost per month by Pondok Pesantren Nurul Iman, in August 2015 amounted to Rp. 1.3721 million, -. With an energy audit used can be reduced load of 1250 watts. If the lamp usage an average of 12 hours of electricity could be saved Rp. 436 271, - per month. Saving lamps with solar cells that can be done Rp. 77 555, - per month. More than a third of which can be reduced cost of electricity with solar cells.

Keywords: *Solar cells; Energy audits; Energy savings; Pondok Pesantren Nurul Iman*

A. Pendahuluan

Energi mempunyai peranan yang sangat penting dalam perekonomian, baik sebagai bahan bakar maupun sebagai komoditas ekspor. Komsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Untuk memenuhi permintaan energi tersebut perlu dikembangkan sumber daya energi, baik energi fosil maupun energi terbarukan. Mengingat sumber daya energi fosil khususnya minyak bumi jumlahnya terbatas maka perlu dikembangkan energi alternatif. Di samping itu, pemberlakuan kebijakan subsidi harga energi yang berkepanjangan menyebabkan pemakaian energi di

semua sektor tidak efisien. Hal ini terlihat dari intensitas energi yang masih tinggi. Belum dimanfaatkannya berbagai energi yang efisien pada saat ini menyebabkan penggunaan energi belum produktif.

Pemerintah telah mengeluarkan instruksi Presiden N0. 10/2005 tentang penghematan energi menyusul terjadinya krisis pengadaan BBM pada tahun 2005. Pada tahun 2006 pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5/2006 megeluarkan KEN yang merupakan revisi KEN tahun 2004. KEN bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri, mengoptimalkan produksi energi, dan melakukan konservasi energi. Dari sini pemanfaatannya perlu diusahakan penggunaan energi yang efisien dan melakukan diversifikasi. (Badan Koordinasi Energi Nasional, 1983)

Kebijakan konservasi energi dimaksudkan untuk meningkatkan penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi kuantitas energi yang memang benar-benar diperlukan. Upaya konservasi energi dapat diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan akhir, dengan menggunakan teknologi yang efisien dan membudayakan pola hidup hemat energi. DESDM (2003) mengidentifikasi bahwa potensi konservasi energi di semua sektor mempunyai peluang yang sangat besar yaitu antara 10% - 30%. Penghematan ini dapat direalisasikan dengan cara yang mudah dengan sedikit atau tanpa biaya. Dengan cara itu penghematan yang dapat dicapai sekitar 10 – 15%, apabila menggunakan investasi, penghematan dapat mencapai 30%. (Badan Standarisasi Nasional, 2004)

Harga bahan bakar minyak secara terus menerus naik dalam tahun-tahun terakhir ini, dan menyebabkan kenaikan yang cukup besar dalam biaya operasional, khususnya untuk biaya energi listrik. Hampir setiap industri akan berupaya semaksimal mungkin untuk melakukan inovasi dan modifikasi peralatan untuk menurunkan pemakaian energi listrik. Pemakaian listrik yang tidak efektif akan menyebabkan energi listrik yang dibeli dari pihak PLN akan terbuang percuma.

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas Matahari atau "sol" karena Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.

B. Metodologi Pelaksanaan

1. Alasan Memilih Dampingan

Pondok Pesantren (PP) "Nurul Iman" terdapat SMP Al Ma'arif Bantul. Di PP "Nurul Iman" mengaji sambil sekolah. Di lingkungan pondok pesantren dan pendidikan, energi listrik juga memegang peranan penting dalam keberhasilan proses belajar mengajar. PP "Nurul Iman" mengkomsumsi energi listrik dalam jumlah besar. Energi listrik ini digunakan untuk mendukung segala aktifitas dari pondok pesantren dan sekolah. Oleh karena itu PP "Nurul Iman" menghabiskan dana yang besar untuk membayar tagihannya, diperlukan analisis dan evaluasi tentang pola penggunaan energi listrik di lingkungan PP "Nurul Iman". Dengan menerapkan pola penggunaan energi listrik yang tepat dan hemat diharapkan PP "Nurul Iman" tersebut dapat menjadi pondok pesantren dan sekolah yang peduli terhadap lingkungan dan menjadi pondok pesantren hemat dan peduli energi. Berikut ini kami paparkan alasan pemilihan PP "Nurul Iman" Bantul sebagai subyek dampingan program pengabdian ini.

- a. Pondok pesantren dan sekolah mengeluarkan biaya besar, kurang lebih Rp. 2.200.000,- ribu per bulan untuk membiayai aktivitas penggunaan listrik.
- b. Pondok pesantren belum menyadari bahwa sel surya dapat dimanfaatkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan mereka, padahal intensitas panas di daerah tersebut cukup bagus.
- c. Kegiatan ekstra dalam bidang elektro belum ada.

2. Kondisi Dampungan Saat Ini

Untuk mendapatkan gambaran permasalahan yang dialami oleh PP “Nurul Iman”, tim pengusul proposal melakukan penelitian pendahuluan dengan metode survey ke lokasi, wawancara dengan pengasuh pondok pesantren dan kepala sekolah serta wawancara dengan guru serta siswa. Kami juga telah merancang dan memasang surya cell di MAN Wonokromo Bantul yang telah berhasil menerapkan sistem sekolah surya cell. Penelitian dan survey pendahuluan yang kami lakukan di PP “Nurul Iman” mendapati hal – hal sebagai berikut.

- Biaya listrik yang dipakai untuk lampu, komputer, AC di lab. komputer dan pompa air cukup besar dan mesin cuci yaitu sebesar Rp. 2.200.000,- per bulan.
- Ustad, guru dan siswa kurang mendapatkan informasi mengenai sel surya yang dapat memenuhi kebutuhan energi di PP “Nurul Iman”.
- Siswa belum memiliki kegiatan ekstra yang mengarah ke elektronika, sedangkan berdasarkan diskusi di kelas banyak siswa yang berminat mengikuti kegiatan ekstra elektronika.
- Di PP “Nurul Iman” sering terjadi pemadaman karena keterbatasan pasokan listrik dari PLN.

3. Kondisi Dampungan Yang Diharapkan

Berdasarkan pemetaan masalah yang terdapat dalam PP “Nurul Iman”, program pengabdian ini diharapkan mampu mengurangi biaya listrik dari PLN dengan rincian sebagai berikut :

- Menentukan tindakan-tindakan penghematan energi listrik tanpa mengurangi mutu pelayanan pendidikan. Penghematan pemakaian energi listrik ini salah satunya untuk mengurangi biaya pembayaran tagihan listrik PLN. Hal ini berpengaruh pada biaya operasional pondok pesantren dan memperhatikan aspek ekonomi, yaitu keuntungan yang akan diperoleh apabila program penghematan energi ini dilakukan. Dengan analisis yang dilakukan, maka dapat membantu dalam mengetahui usaha-usaha yang harus dilakukan untuk penghematan pemakaian energi listrik. Setelah dihemat energi listrik tersebut, maka dapat dihitung penggunaan energi untuk memperhitungkan sel surya. Pada akhirnya diharapkan PP “Nurul Iman” tidak bergantung lagi pada energi listrik PLN.
- Adanya kegiatan ekstra mengenai sel surya yang dapat dimanfaatkan untuk praktik di sekolah dan santri, sekaligus perawatannya sehingga tidak bergantung kepada kami (pengusul) dalam perawatannya.

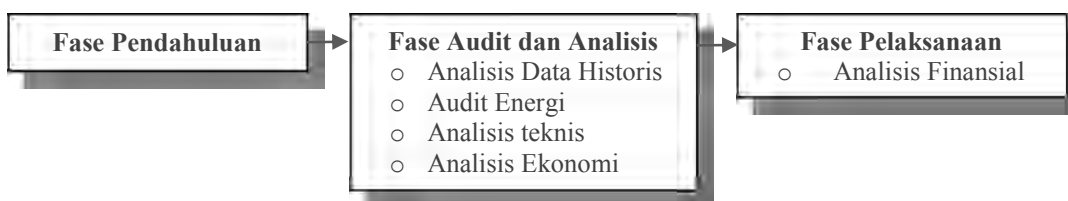
4. Strategi Yang Dilakukan Untuk Mencapai Kondisi Harapan

Pondok pesantren mandiri energi dalam tahap awal melalui tahap (1) program penghematan listrik adalah bukan sekedar masalah teknis semata, melainkan merupakan pertimbangan dan keputusan manajemen terutama ditinjau dari segi keuangan. (2) Perancangan sel surya berdasarkan energi yang sudah di hemat tersebut.

Studi tentang penghematan energi perlu memperhatikan berbagai faktor

a. *Managemen Energi*

Managemen energi adalah sebuah fungsi managemen dan merupakan teknik yang berguna untuk memonitor, merekam, menganalisis dan mengontrol aliran energi. Fase-fase yang lengkap untuk melakukan managemen energi ada tiga tahapan, yaitu : fase pendahuluan, fase audit dan analisis serta fase pelaksanaan. Hal ini dapat dilihat pa da Gambar 1.



Gambar 1 Fase-fase dalam managemen energy.

b. Audit Energi

Dalam kaitannya dengan manajemen energi, audit energi berguna sebagai dasar dari disusunnya suatu rekomendasi penghematan. Rekomendasi penghematan terdiri dari tiga tingkatan yaitu tanpa biaya, dengan biaya rendah dan dengan biaya tinggi.

Tabel 1 Tingkatan rekomendasi penghematan energi.

Jenis Rekomendasi	Implementasi Segera	Implementasi Perlu Waktu
Tanpa Biaya (No Cost)	<ul style="list-style-type: none"> • Mematikan Alat • Tune up • Skedul ulang • Melakukan setting ulang tanpa merubah sistem 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan setting ulang keseluruhan sistem • Mengembangkan etika hemat energi pada pegawai
Dengan Biaya Rendah (Low Cost)	<ul style="list-style-type: none"> • Relokasi alat • Penggantian komponen yang perlu • Perbaikan grouping • Perbaikan faktor daya 	<ul style="list-style-type: none"> • Pergantian komponen utama • Overhaul peralatan • Merekrut enjinir khusus untuk utilitas
Dengan Biaya Tinggi (High Cost)	<ul style="list-style-type: none"> • Pergantian alat dengan model yang lebih efisien energi • Menggunakan teknologi baru yang tersedia • Retrofitting dengan sistem kontrol efisien energi • Memasang peralatan monitoring dan troubleshooting 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversifikasi bahan bakar • Memasang peralatan utama yang baru • Memasang sistem peng-operasian computerised

c. Penerangan (Lightning)

Ada beberapa dasar persyaratan yang harus dipenuhi suatu desain penerangan yang efisien pemakaian listriknya, yaitu :

- i. Penetapan intensitas cahaya yang perlu bagi tugas tertentu yang dilakukan.
- ii. Penetapan sumber cahaya paling efisien untuk menghasilkan intensitas tersebut. Pemusatan cahaya hanya pada tempat dimana tugas tertentu sedang dilakukan.
- iii. Membatasi pemakaian cahaya hanya di daerah dimana tugas tertentu sedang dilakukan. (Abdurachim, 2002)

5. Pihak-pihak Yang Terlibat (Stakeholders) dan Bentuk Keterlibatannya

Dalam pelaksanaannya, program pengabdian kepada masyarakat di PP “Nurul Iman” Bantul ini melibatkan seluruh ustadz, guru, karyawan, siswa dan dosen – dosen dari Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai tenaga penyuluh kepada pihak pondok pesantren.

Dalam pelaksanaan program pengabdian ini pondok pesantren mempunyai peranan yang sangat penting dikarenakan mereka sendiri yang diharapkan akan merawat sel surya tersebut. Peran yang akan mereka lakukan diantaranya adalah :

- a. Menjadi tenaga utama dalam kegiatan analisis Peluang Penghematan Energi Listrik, yang didampingi dosen dari Fakultas Sains dan Teknologi.
- b. Menjadi tenaga utama dalam kegiatan pemasangan sel surya, yang didampingi dosen dari Fakultas Sains dan Teknologi.
- c. Menjadi tenaga utama dalam perawatan sel surya.

Pihak lain yang terlibat adalah dosen – dosen dari Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang berperan sebagai tenaga penyuluh kepada sekolah dan pondok pesantren. Para dosen tersebut memiliki keahlian dalam pembuatan sistem instalasi sel surya dan telah berpengalaman dalam memberikan penyuluhan kepada masyarakat.

6. *Resources* Yang Sudah Dimiliki

Program pengabdian ini didukung oleh sumber daya yang akan menopang keberhasilan program, diantaranya adalah:

- Dosen-dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah berpengalaman melakukan penelitian tentang audit energi dan perancangan sel surya.
- Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang siap digunakan sebagai tempat untuk merancang sel surya dan menguji energi yang dihasilkan. Laboratorium tersebut mempunyai peralatan yang cukup lengkap dan para laboran yang berpengalaman.
- Guru yang selalu menjadi mediasi antara kampus dengan siswa.
- Peralatan-peralatan yang digunakan dalam kegiatan penyuluhan seperti LCD dan proyektor.
- Literatur-literatur di Perpustakaan Pusat maupun Perpustakaan Fakultas UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang mendukung landasan teori tentang sel surya serta audit energi.
- Telah terjalannya komunikasi antara tim perumus proposal dengan pihak PP “Nurul Iman” Bantul.

7. Sekilas Tentang Pondok Pesantren Nurul Iman Bantul

Pondok Pesantren Nurul Iman Bantul, alamat: Jl Sorogenen Timbulharjo Sewon Kota: Bantul. Phone: 0274 765634.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1 Silaturahmi pertama, (a) bertemu dengan Ibu Kyai Musthafa, (Bapak Kyai Musthafa sakit), (b) Masjid Pondok Pesantren Nurul Iman, (c) SMP Ma'arif Nurul Iman, (d) Foto bareng bersama santri.



Gambar 2 Silaturahmi kedua (A) Halaman pondok pesantren dan sekolah, (B) Foto bareng pengasuh pondok pesantren, (C) Ruang tamu pondok pesantren, (D) Ruang santai santri laki-laki.

8. Audit Energi

Program penghematan listrik bukanlah sekedar masalah teknis semata, melainkan merupakan pertimbangan dan keputusan manajemen terutama ditinjau dari segi keuangan. Studi tentang penghematan energi perlu memperhatikan berbagai faktor. Uraian berikut akan membahas mengenai manajemen energi, manajemen beban listrik, aplikasi kapasitas dalam penghematan energi dan biaya pemakaian energi listrik. (Badan Standarisasi Nasional, 2004)

Pondok Pesantren Nurul Iman mempunyai 4 kamar santriwati dengan jumlah santriwati 28 orang, mushola santriwati satu dan satu masjid, Sedangkan ruang kyai 4 m x 4 m dengan 1 lampu, ruang tamu 4 m x 8 m dengan 2 lampu, ruang santri 8 m x 6 m dengan 2 lampu, jumlah santri 37 orang. Luas dapur 5 m x 5 m. Lampu luar pondok pesantren 8 buah. Disekitar pondok pesantren ada PAUD, SMP Maarif dan SMK Maarif. PAUD terdiri dari kelas besar dan satu ruang guru berukuran 3 m x 3 m. Lampu 6 buah di PAUD dan ruang guru 1 buah lampu. Untuk SMP Maarif terdiri dari 6 kelas, ruang guru, 1 ruang kepala sekolah dan 1 ruang wakil kepala sekolah. Penggunaan lampu di ruang kelas SMP Maarif adalah 6 buah. Masjid 4 lampu, ruang guru 6 lampu, ruang kepala sekolah 2 lampu, ruang wakil sekolah 2 lampu, lampu di luar ruang berjumlah 18 lampu. Untuk SMK Maarif 3 kelas, 1 ruang kepala sekolah dan 1 kelas ruang guru. Lampu yang digunakan di dalam ruang adalah merk Philips 18 watt. Lampu di luar ruangan 11 watt. AC di pondok pesantren dan di sekolah tidak ada. Untuk SMP Maarif komputer di ruang guru satu buah dan di ruang kepala sekolah 1 buah dan wakil kepala sekolah 1 buah, untuk SMK Maarif ruang guru 1 komputer dan ruang kepala sekolah 1 buah.

Tabel 3 Audit energi di Pondok Pesantren Nurul Iman Bantul.

A. Pondok Pesantren Nurul Iman				
No	Lampu	Total Watt	LED	Penghematan
1	Kamar santriwati, 1 lampu 1 ruang, banyaknya kamar 4, 18 watt	18 watt x 1 lampu x 4 ruang = 72 watt	7 watt x 4 lampu dari sel surya	72 watt
2	Ruang Bapak Kyai Musthofa, 1 lampu	18 watt x 1 lampu = 18 watt	7 watt x 1 lampu dari sel surya	18 watt
3	Ruang tamu dan ruang santri	18 watt x 3 lampu = 54 watt	7 watt x 3 lampu dari sel surya	54 watt
4	Dapur	18 watt x 1 lampu = 18 watt	7 watt x 1 lampu = 7 watt	11 watt
			Jumlah	155 watt
5	Lampu di luar pondok pesantren	11 watt x 8 lampu = 88 watt	3 watt x 8 lampu = 24 watt	64 watt
6	AC	-	-	-
B. PAUD Maarif				
No	Lampu	Total Watt	LED	Penghematan
1	Lampu di dalam kelas 6 buah	18 watt x 6 lampu = 108 watt	7 watt x 6 lampu = 42 watt	66 watt
2	Ruang guru, 1 lampu	18 watt x 1 lampu = 18 watt	7 watt x 1 lampu = 7 watt	11 watt
			Jumlah	77 watt
3	Lampu di luar PAUD	11 watt x 2 lampu = 22 watt	3 watt x 2 lampu = 6 watt	16 watt
4	AC	-	-	-
C. SMP Maarif				
No	Lampu	Total Watt	LED	Penghematan
1	Ruang kelas, 6 lampu, 6 ruang	18 watt x 6 lampu x 6 ruang = 648 watt	7 watt x 6 lampu x 6 ruang = 252 watt	396 watt
2	Ruang guru, 6 lampu	18 watt x 6 lampu = 108 watt	7 watt x 6 lampu = 42 watt	66 watt
3	Ruang kepala sekolah, wakil dan staf	18 watt x 6 lampu = 108 watt	7 watt x 6 lampu = 42 watt	66 watt
4	Dapur	18 watt x 1 lampu = 18 watt	7 watt x 1 lampu = 7 watt	11 watt
			Jumlah	539 watt
5	Lampu di luar SMP	11 watt x 8 lampu = 88 watt	3 watt x 8 lampu = 24 watt	64 watt
6	AC	-	-	-
D. SMK Maarif				
No	Lampu	Total Watt	LED	Penghematan
1	Ruang kelas, 6 lampu, 3 ruang	18 watt x 6 lampu x 3 ruang = 324 watt	7 watt x 6 lampu x 3 ruang = 126 watt	198 watt
2	Ruang guru, 2 lampu	18 watt x 2 lampu = 32 watt	7 watt x 2 lampu = 14 watt	18 watt

3	Ruang kepala sekolah dan staf	18 watt x 4 lampu = 72 watt	7 watt x 4 lampu = 28 watt	44 watt
4	Dapur	18 watt x 1 lampu = 18 watt	7 watt x 1 lampu = 7 watt	11 watt
5	Lampu di luar SMK	11 watt x 4 lampu = 44 watt	Jumlah 3 watt x 4 lampu = 12 watt	271 watt 64 watt
6	AC	-	-	-

Misalkan diasumsikan penggunaan lampu di dalam ruangan selama 8 jam, sehingga listrik yang dapat dihemat melalui audit energi ini sebesar $(155 + 77 + 539 + 271)$ watt x 8 jam x 26 hari = 1042 watt x 8 jam x 26 hari = 216.736 wh = 216,736 kwh. Untuk 1 kwh biaya listrik PLN tergantung VA, untuk pondok pesantren Nurul Iman menggunakan dua sumber arus listrik, masing-masing 1300 VA. Jadi penghematan biaya listriknya adalah Rp 1.496,05,- x 216,736 kwh = Rp. 324.247,-. Sedangkan untuk yang lampu luar adalah 12 jam penyalaan, sehingga penghematan $(64 + 16 + 64 + 64)$ watt x 12 jam x 30 hari = 208 watt x 12 jam x 30 hari 74.880 wh = 74,880 kwh. Jadi penghematan lampu yang di luar ruangan yang dapat dilakukan sebesar : Rp 1.496,05,- x 74,880 kwh = Rp. 112.024,-. Total penghematan dengan audit energi ini adalah Rp. 324.247,- + Rp. 112.024,- = Rp. 436.271,- per bulan. Sedangkan penggunaan surya sel Pondok Pesantren Nurul Iman dapat menghemat $(72 + 18 + 54)$ watt x 12 jam x 30 hari = 144 watt x 12 jam x 30 hari = 51.840 wh = 51,840 kwh. Jadi penghematan lampu dengan surya sel yang dapat dilakukan sebesar : Rp 1.496,05,- x 51,840 kwh = Rp. 77.555,- per bulan.

Lampu DC LED dibeli dari dana Kementerian Agama RI Tahun Anggaran 2015. Pembiayaan untuk pembelian lampu 7 watt AC LED sebesar $(7 + 43 + 25)$ lampu x Rp 58.000,- = 75 lampu x Rp 58.000,- = Rp. 4.350.000,-, sedangkan lampu yang AC LED 3 watt sebesar $(8 + 2 + 8 + 4)$ lampu x Rp 37.000,- = 22 lampu x Rp 37.000,- = Rp 814.000,-.

9. Pemasangan Sel Surya



Gambar 3 Pemasangan sel surya (a) Perakitan sel surya, (b) *Controller* dari luar, (c) *Controller* di dalamnya, (d) Sel surya di atas mushola putri pondok pesantren.



Gambar 4 Penerangan sel surya (waktu pengambilan gambar siang hari) (a) Kamar putri satu sebelum dinyalakan lampu sel surya, (b) Kamar putri satu setelah dinyalakan lampu sel surya, (c) Kamar putri dua sebelum dinyalakan lampu sel surya, (d) Kamar putri dua setelah dinyalakan lampu sel surya.



Gambar 5 Kondisi setelah dipasang sel surya, (a) Bapak Kyai Musthafa menyalakan lampu sel surya kamar santri laki-laki, (b) Kamar santri laki-laki dua dengan penyorotan lampu sel surya, (c) Ruang tamu dengan penyorotan sel surya, (d) Kamar Bapak Kyai Musthafa dengan penyorotan lampu sel surya.

C. Kesimpulan

Penghematan melalui audit energi sebesar Rp. 436.271,- per bulan dari lampu. Hal ini dilakukan dengan mengganti semua lampu dengan lampu LED. Penghematan lampu dengan surya sel yang dapat dilakukan sebesar Rp. 77.555,- per bulan. Kelompok Tani Makmur Dusun Sangiran Desa Katekan Kecamatan Gantiwarno dapat membuat pompa PVC dan dapat merakit kincir angin sebagai penggerak pompa air.

Ucapan Terimakasih

Alhamdulillah, akhirnya dapat diselesaikan program pengabdian kepada masyarakat ini. Untuk itu disampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kementerian Agama RI yang telah mendanai kegiatan ini.
2. Bapak Kyai Musthofa selaku pengasuh PP Nurul Iman yang telah memperkenalkan pondok dan sekolahnya untuk kegiatan ini.
3. Ibu Nyai Musthofa, para pengasuh pondok serta para guru SMP dan SMK Ma'arif yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- _____ 1999, *The ASHRAE Handbook CD*, ASHRAE, Millstar Electronic Publishing Group, USA.
- _____ 2006, *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*, UNEP (United Nations Environment Programme).
- Abdurachim, Halim, 2002, *Audit Energi, Modul 2, Energy Conservation Efficiency and Cost Saving Courie*, Bandung: PT. Fiqry Jaya Mandiri.
- Badan Koordinasi Energi Nasional, 1983, *Buku Pedoman Tentang Cara-cara Melaksanakan Konservasi Energi dan Pengawasannya*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2004, *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung Konservasi Energi Sistem Tata udara pada Bangunan Gedung dan Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung*, Depdiknas, Jakarta.
- Harten, P Van, Setiawan E, Ir, 1981, *Istalasi Listrik Arus Kuat 2*, Binacipta, Bandung.
- Hermawan, Deny, 2007, *Analisis Efisiensi Energi Listrik Beban Air Conditioning Hotel Inna Garuda Yogyakarta*, UGM, Yogyakarta.
- <http://fauzhi.wordpress.com/panel-surya/>, Download 25 Maret 2014.
- Kangean, Marten. 1999. *Fisika Untuk Universitas*. Jakarta: Elangga.
- Luthfi, T., 2008, *Analisis dan Evaluasi Pola Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta.
- Smith, Craig B, 1981, *Energy Management Principles*, Pergamon Press, New York.
- Tiyono. 2008. *Panduan Hemat Energi di UGM Tinjauan Teknis & Rencana Kegiatan 2008*. Yogyakarta.