

Kajian Penerapan *Photovoltaic Cell* dan Pengolahan Air Hujan terhadap Efisiensi Energi dan Air pada Bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin

Achsien Hidayat, Ekki Malik Ibrahim,
Annisa Setiawati Nursani, Intan Permatasari,
Jurusan Arsitektur – Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
aya@itenas.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan energi listrik yang kini banyak digunakan oleh sebagian besar masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia dapat dikategorikan boros. Semakin meningkatnya populasi dan penggunaan teknologi modern menjadi salah satu penyebab pemborosan itu. Hal ini mendorong arsitek untuk semakin peduli akan energi dengan cara beralih ke sumber energi terbarukan dalam merancang bangunan yang sadar akan pemakaian energi.

Kebutuhan akan sumber daya air bagi umat manusia semakin hari semakin meningkat. diprediksikan Indonesia akan mengalami kelangkaan air bersih pada tahun 2025.

Perwujudan dari desain arsitektur yang sadar energi dan air berwawasan lingkungan merupakan bagian dari arsitektur berkelanjutan (sustainable architecture). Arsitek mempunyai peran yang amat sangat penting dalam penghematan energi dan air. Desain hemat energi dan pembuatan tempat penampungan air hujan diartikan sebagai perancangan bangunan untuk meminimalkan penggunaan energi dan air tanpa membatasi fungsi bangunan maupun kenyamanan atau produktivitas penghuninya.

Kata kunci: Arsitektur Berkelanjutan, Sadar Energy, Cahaya Matahari, Air Hujan

ABSTRACT

The use of electrical energy that is now being used by most people , especially people of Indonesia can be considered wasteful . The increasing population and the use of modern technology to be one of the causes of the waste . It encourages architects to more and more concerned about energy by switching to renewable energy sources in designing buildings conscious of energy usage .

Clean water resources for human needs are increasingly . Predicted Indonesia will experience water scarcity by 2025 .

Embodiment of the design of energy -conscious architecture and environmentally water is part of the architecture (sustainable architecture). In here, the architect has a critically important role in saving energy and water . Energy-efficient design and manufacture of rainwater catchment is defined as the design of buildings to minimize energy and water usage without limiting functionality or comfort or productivity of building occupants .

Keyword: Sustainable Architecture, Conscious of Energy, Sun Light, Grey Water

1. PENDAHULUAN

Sumber energi memiliki peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi, dan lingkungan dalam rangka pembangunan berkelanjutan. Masyarakat modern berbasis kepada teknologi modern, sementara itu teknologi modern mengkonsumsi energi dalam jumlah yang besar. Penghematan energi melalui rancangan bangunan mengarah kepada penghematan listrik baik dari segi penerangan buatan maupun peralatan listrik lainnya. Dengan strategi perancangan tertentu, bangunan dapat di desain dengan memodifikasi iklim luar yang tidak nyaman menjadi iklim ruang yang nyaman tanpa banyak mengkonsumsi energi. Penerapan konsep hemat energi pada bangunan akan mendukung kebutuhan energi.

Dalam Seminar ini, kami memberikan batasan permasalahan yang dibagi menjadi 2 variabel permasalahan yaitu permasalahan mayor dan permasalahan minor. Dimana permasalahan tersebut adalah sebagai berikut :

Permasalahan Mayor

Bagaimana penerapan sistem *photovoltaic cell* dan pengolahan air hujan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin ditinjau dari aspek *sustainable building* ?

Permasalahan Minor

1. Bagaimana konsep penerapan sistem *photovoltaic cell* berdasarkan jenis, konstruksi, dan pemeliharaan sistem tersebut pada bangunan ditinjau dari aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan ?
2. Bagaimana konsep penerapan sistem pengolahan air hujan berdasarkan jenis, konstruksi, dan pemeliharaan sistem tersebut pada bangunan ditinjau dari aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan ?

Maksud dan tujuan penulis mengadakan penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu maksud dan tujuan mayor serta maksud dan tujuan minor adalah sebagai berikut:

Maksud dan Tujuan Mayor

Mengetahui penerapan sistem *photovoltaic cell* dan pengolahan air hujan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin ditinjau dari aspek *sustainable building*

Maksud dan Tujuan Minor

1. Mengetahui konsep penerapan sistem *photovoltaic cell* berdasarkan jenis, konstruksi, dan pemeliharaan sistem tersebut pada bangunan ditinjau dari aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.
2. Mengetahui konsep penerapan sistem pengolahan air hujan berdasarkan jenis, konstruksi, dan pemeliharaan sistem tersebut pada bangunan ditinjau dari aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Adapun Nilai kemanfaatan hasil pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Ilmu pengetahuan dan wawasan, dengan menganalisis dan membandingkan teori perencanaan bangunan yang berkelanjutan dengan konsep bangunan yang diteliti.
2. Mendapatkan pengalaman dan mengetahui lebih luas mengenai perencanaan pembangunan berkelanjutan secara langsung berdasarkan konsep bangunan yang diteliti.

2. METODOLOGI

Dalam penyelesaian masalah kajian penerapan system *photovoltaic cell* serta pengolahan air hujan pada bangunan, metoda yang dilakukan adalah metoda deskriptif : kualitatif dan kuantitatif, yaitu dengan cara pembahasan teori – teori berdasarkan studi literatur / studi pustaka, perbandingan antara teori dengan konsep desain bangunan, survey lapangan dan menghitung seberapa besar konsumsi energi yang dibutuhkan dengan penerapan system *photovoltaic cell* dan pengolahan air hujan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang dijadikan acuan dalam kajian penerapan sistem *photovoltaic cell* dan pengolahan air hujan terhadap efisiensi energi dan air pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin ditinjau dari beberapa aspek terkait konsep *sustainable building* yaitu aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kajian penerapan sistem ini yaitu didukung oleh penjelasan dan analisis mengenai jenis, konstruksi, dan pemeliharannya. Beberapa analisis tersebut juga di perkuat oleh hasil perhitungan daya listrik yang dihasilkan dari penerapan sistem *photovoltaic cell* serta banyaknya volume air dari penerapan sistem pengolahan air hujan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin. Hal ini berkaitan dengan seberapa *sustainable* bangunan yang dikaji dalam upaya pemenuhan kebutuhan saat ini dengan memikirkan generasi dimasa depan agar dapat terpenuhi kebutuhannya (*Sustainability*). Selain efisiensi daya listrik dan air sebagai salah satu solusi desain bangunan, penerapan sistem *photovoltaic cell* ini juga menjamin keutuhan sistem fungsi bangunan dalam jangka waktu yang cukup panjang ke depan demi mewujudkan *kesustainability* bangunan.

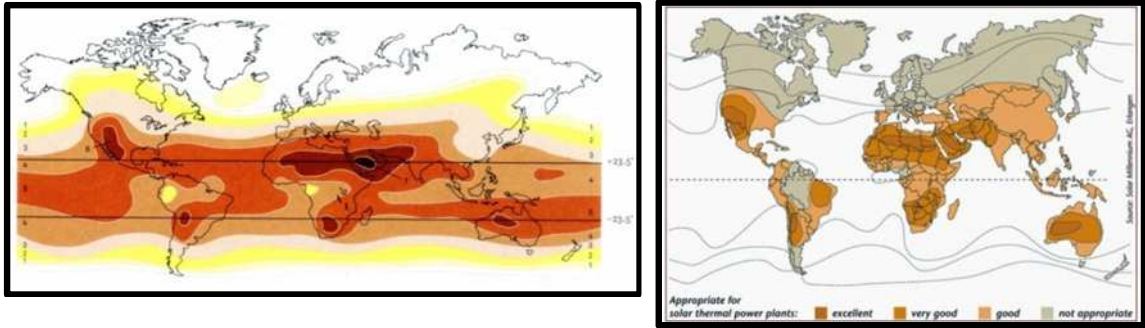
4. KAJIAN DAN ANALISA

Studi kasus yang akan dikaji pada bahasan seminar ini adalah bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin yang berlokasi di jalan Cigugur Girang No. 33. Bangunan mesjid ini merupakan salah satu bagian dari kawasan Eco Pesantren, Daarut Tauhid, Kab.Bandung Barat, Indonesia. Bangunan ini menyediakan *Photovoltaic cell* sebagai energi listrik alternative dan kolam penampungan air hujan sebagai sumber air alternative, berdasarkan tolak ukur yang telah dibuat oleh GREENSHIP FOR NEW BUILDING VERSI 1.2 menyediakan renewable energi dalam kawasan dan meyediakan sumber air alternative yang berasal dari air hujan dan air wudhu dapat diambil kesimpulan bahwa bangunan ini memenuhi persyaratan yang telah dibuat oleh GREENSHIP FOR NEW BUILDING VERSI 1.2, namun ini masih berupa konsep masih belum diterapkan pada bangunan yang aslinya sehingga bangunan ini masiih belum bias dikatakan sustainable.

4.1. *Photovoltaic cell*

1. Lokasi

Lokasi banguan Mesjid Rahmatan Lil Alamin berada di Indonesia , dan berdasarkan data klimatologi yang ada, Indonesia termasuk kedalam point nomor 4 yang memiliki rata – rata pertahunnya 1460 kWh,sehingga untuk penerapan sistem *photovoltaic cell* di Indonesia dapat dikatakan baik dalam penerapannya.



Gambar.1. Peta nilai rata – rata tahunan radiasi surya di Indonesia

2. Jenis

Pemilihan *monocrystalline silicon* sebagai jenis panel *photovoltaic cell* yang diterapkan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin ini sudah cukup baik karena dapat menghasilkan daya listrik dan persatuan luas area penempatan panel yang cukup pada bangunan.

Tabel.1. Jenis *photovoltaic cell* berdasarkan tingkat efisiensi dan ketentuan luas area penempatan panel.

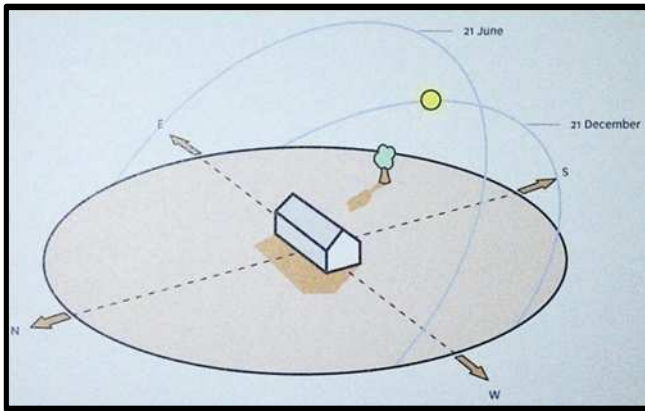
Type	Typical module efficiency	Area requirement
High performance hybrid silicon	17-18 %	6-7 m ² / kw _p
Monocrystalline silicon	12-15%	7-9 m²/ kw_p
Polycrystalline silicon	11-14%	7-10 m ² / kw _p
Thin Film CIS	9-11%	9-11 m ² / kw _p
Thin Film CdTe	6-8%	12-17 m ² / kw _p
Thin Film amorphous silicon	5-7%	14-20 m ² / kw _p

3. Konstruksi

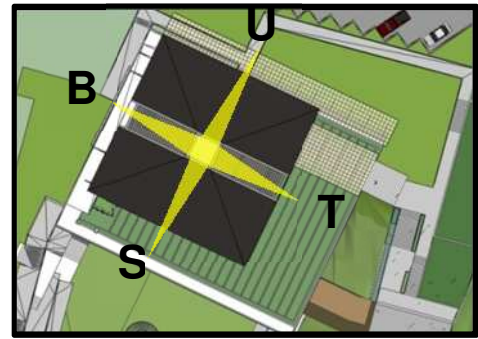
Dengan mengamati garis lintasan matahari maka diketahui bahwa untuk daerah tropis di kawasan Mesjid Rahmatan Lil Alamin arah timur dan barat adalah yang terbanyak mendapat sinar matahari. Potensi banyaknya paparan sinar matahari langsung pada bagian timur dan barat bangunan memberikan energi sinar matahari secara optimal bagi orientasi atau penempatan panel *photovoltaic cell* pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin.

Sedangkan penempatan panel *photovoltaic cell* pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin ditempatkan sesuai dengan arah orientasi bangunan yaitu menghadap ke arah timur dan barat, sebaiknya penempatan panel *photovoltaic cell* ditempatkan mengarah ke arah utara dan selatan, sehingga akan mendapatkan potensi energi matahari yang lebih besar (maksimal) dan merata terhadap panel *photovoltaic cell* itu sendiri.

Kajian Penerapan Photovoltaic Cell dan Pengolahan Air Hujan
terhadap Efisiensi Energi dan Air pada Bangunan
Mesjid Rahmatan Lil Alamin



Gambar.2. Potensi sinar matahari langsung terhadap penempatan *photovoltaic cell* pada bangunan.



Gambar.3. Orientasi penempatan panel *photovoltaic cell* pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin

4. Pemeliharaan

Di daerah tropis lembab seperti kawasan Eco Pesantren, wilayah Parongpong, Kabupaten Bandung Barat ini memungkinkan panel akan berjamur. Dengan di lap atau disikat secara rutin akan mengurangi timbulnya jamur yang berlebihan atau daun kering yang berasal dari pepohonan di sekitar Bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin.

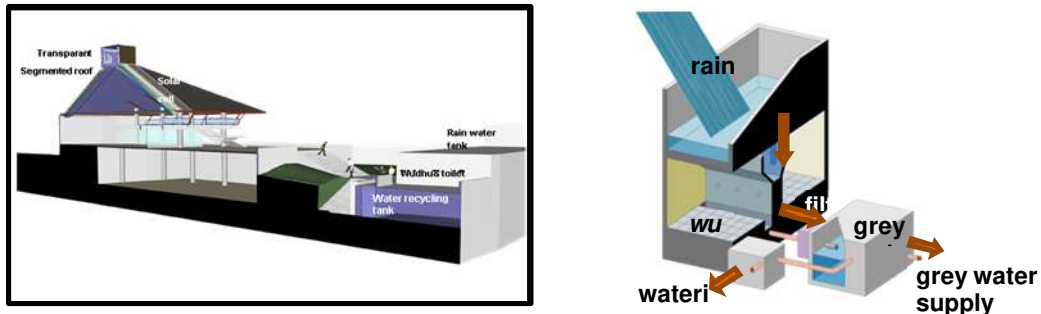
4.2. Pengolahan air hujan

1. Jenis

Jenis system pengolahan air hujan yaitu kolam penampungan air hujan di atas permukaan tanah, kolam penampungan air hujan di bawah tanah, dan lubang resapan biopori yang diterapkan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin sangat bermanfaat banyak untuk kebutuhan sehari-hari, baik untuk pengguna bangunannya sendiri maupun masyarakat umum di sekitar bangunan, misalnya untuk air wudhu, menyiram tanaman, dan lain lain.

2. Konstruksi

Konstruksi pengolahan penampungan air hujan yang diterapkan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin sudah cukup baik, dengan dibuatnya kolam penampungan itu tepat pada tempatnya sehingga tidak merubah estetika maupun struktur bangunan lainnya. Sementara itu, penempatannya ditempatkan di dekat tempat yang banyak membutuhkan air yaitu ruang wudhu dan toilet sehingga tidak mempersulit jalur air masuk ke dalam ruang.



Gambar.4 Sistem penerapan pengolahan air hujan pada Masjid Rahmatan Lil Alamin

3. Pemeliharaan

Perawatan kolam penampungan air hujan yang diterapkan pada bangunan Masjid Rahmatan Lil Alamin terbilang sangat mudah dan dapat dikerjakan sendiri dengan pembersihan ranting-ranting pohon dan dedaunan yang tersumbat agar tidak terganggu pengairannya.

4.3. Perhitungan *photovoltaic cell* dan pengolahan air hujan

1. Analisa perhitungan *photovoltaic cell*

Diketahui :

- § total PV yang dapat terpasang **108 PV** modul
- § Konsumsi energy bangunan : 102,6 KW/ hari
- § Jumlah PV modul : 108 modul
- § Waktu optimasi : 5 jam
- § daya yang dihasilkan : 50 watt

Jawab :

- § Power output perhari: 5 jam x 50 watt = 250 watt/hari
- § Total output : 108 unit x 250 watt = 27000 watt /hari = 2,7 KW/hari
- § Konsumsi energy listrik yang dapat dikurangi dari PLN
 $\frac{2,7 \times 100 \%}{102,6} = 2,63 \% \text{ KW/ hari}$

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari penerapan sistem *photovoltaic cell* pada bangunan Masjid Rahmatan Lil Alamin, energi yang dihasilkan sebesar **2,7 KW/ hari** dapat mengurangi konsumsi energi yang digunakan oleh bangunan sebesar **2,63 % KW/ hari**. Menurut buk GREENSHIP FOR NEW BUILDING VERSI 1,2, **jika 1,5 % dari maksimum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan atau 20 KW per energi terbarukan yang terpasang**. Maka, jika penerapan sistem *photovoltaic* diterapkan pada bangunan ini maka syarat energi terbarukan pada bangunan ini sudah terpenuhi.

2. Analisa perhitungan pengolahan air hujan

Diketahui :

Luas Site 1 Ha = 10.000 m² = 1.000.000 dm²

Debit air hujan = 50 mm/hari = 0.5 dm/hari

Volume air hujan yang dapat ditampung =

1.000.000 dm² x 0.5 dm = 500.000 dm³

= 500.000 liter

Dengan asumsi hanya 80% dari total air hujan yang dapat dipanen (20 % hilang karena evaporasi), maka volume air hujan yang dapat di panen pada bulan basah =

500.000 liter x 80 % = 400.000 liter

Kolam penampungan air hujan penampungan air hujan

1. Di bawah permukaan tanah

12 x 6 x 4 meter = 288 m³

= 288.000 dm³

= 288.000 liter

2. Di atas permukaan tanah

4 x 4 x 3 meter = 48 m³

= 48000 dm³

= 48000 liter

Total volume penampungan air hujan sebesar 296.000 liter

$\frac{336.000}{400.000} \times 100\% = 84\%$

Berdasarkan buku GREENSHIP FOR NEW BUILDING VERSI 1.2 untuk persyarat kolam penampungan air hujan, dari perhitungan di atas. Kolam penampungan air hujan yang nantinya akan diterapkan **sudah memenuhi syarat termasuk kedalam point 3 dengan kapasitas 50% dari perhitungan intensitas air hujan. Dan hasil yang didapat oleh bangunan ini sebesar 84 %**

Hasil yang didapat pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin, persentase konsumsi energy listrik dan air yang dapat dikurangi, untuk energi listrik diperoleh 2.63% dan untuk air diperoleh 84%, dalam kategori greenship for new building untuk 2 kategori ini termasuk kedalam point paling tinggi dalam kriteria ini. Namun bangunan ini masih belum bias dikatakan sustainable karena ini masih berupa konsep belum diterapkan pada bangunan aslinya jika ini diterapkan maka bangunan ini baru bisa dikatakan sustainable.

5. KESIMPULAN

Analisis yang terkait dengan konsep penerapan system *photovoltaic cell* dan pengolahan air hujan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin dapat disimpulkan berdasarkan maksud dan tujuan penulis mengadakan penelitian ini yang terkait dengan konsep *sustainable building* jika penerapan system ini benar – benar di terapkan pada bangunan. Berikut beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari berbagai analisis mengenai konsep penerapan system *photovoltaic cell* dan system pengolahan air hujan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin ditinjau dari segi aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan berdasarkan jenis, konstruksi, dan pemeliharanya.

Penerapan system *photovoltaic cell* berdasarkan konsep bangunan yang ada pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin dapat memberikan dampak positif yaitu dapat mengoptimalkan penggunaan energi listrik serta mengefisiensi / mengurangi penggunaan energi listrik yang terhubung dengan jaringan listrik PLN sebesar 2,63 % KW/hari.

Penerapan sistem pengolahan air hujan berdasarkan konsep bangunan pada bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin memberikan beberapa dampak positif yaitu mengoptimalkan penggunaan air yang dihasilkan untuk berbagai kegiatan positif yaitu : pengairan perkebunan sekitar mesjid yang nantinya penghasilan dari penjualan hasil perkebunan akan menjadi salah satu sumber ekonomi bangunan dan dimanfaatkan juga untuk air wudhu. Mengurangi pengrusakan tanah di sekitar bangunan dengan tidak perlu lagi mengambil air tanah yang berlebih dan mengganti kandungan air di dalam tanah yang telah terpakai dengan penerapan sistem lubang resapan biopori serta meminimalisir air hujan yang berada di sekitar bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin terbuang percuma ke riol kota melainkan ditampung dan diolah kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Smith, Peter F; (2005); *Architecture in a Climate of Change*; McGraw Hill Book Company, New York.
- Priatman, Jimmy; (2003); *Energy Conscious Design Konsep dan Strategi Perancangan Bangunan di Indonesia*; Jurnal Teknik Arsitektur Dimensi Vol.31, No.1, Juli 2003; hal. 43-50.
- Syamsiyah , Noor R; (2008); *Konsep Sadar Energi sebagai penerapan Sustainable Desain dalam Arsitektur*; Proseding RAPI UMS Solo.
- Sam C M Hui; (1996) ; *Sustainable Architectur Building Energy Efficiency Research*.
- Silaban; *BANGUNAN HEMAT ENERGI : Rancangan Pasif dan Aktif*. <http://www.silaban.net/2004>.
- Hendroyono, Tony; *Bangunan Mandiri dengan sel Photovoltaics*, 1 – Arch Indonesia Architecture Magazine, edisi Smart Building, Jakarta : PT. Grasindo Mediatama : 12.
- Lampiran Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor : 12 Tahun 2009; <http://storage.jak-stik.ac.id/ProdukHukum/> :diakses tanggal 22 November 2013.
- GBCI; *GreenShip For New Building versi 1.2*.
- Roberts, Simon; Guariento, Nicolo; (2009) ; *Building Integrated Photovoltaics – A Handbook*; Birkhauser Verlag AG.
- Rusirawan, Deni, Orasi Ilmiah Dies Natalis 41, *Perkembangan Terkini Teknologi Fotovoltaik dan Potensi Pemanfaatannya untuk Memenuhi Kebutuhan Energi di Indonesia*.
- Wulfram.I.Efrianto; [http://www.academia.edu/4191434/Studi Penerapan Konsep Green Building pada Industri Jasa Konstruksi](http://www.academia.edu/4191434/Studi_Penerapan_Konsep_Green_Building_pada_Industri_Jasa_Konstruksi); diakses tanggal 22 November 2013.
- <http://www.tomshardware.com/rivIEWS/technical-foundation-diy-solar-powered-pc.1680-4.html>; diakses tanggal 22 November 2013.

Kajian Penerapan Photovoltaic Cell dan Pengolahan Air Hujan
terhadap Efisiensi Energi dan Air pada Bangunan
Mesjid Rahmatan Lil Alamin

<http://3.bp.blogspot.com/plts-pembangkit-listrik-tenaga-surya-500w-220-volt-ac.jpg>; diakses tanggal 22 November 2013.

www.rakhman.net/2013/04/prinsip-kerja-PLTS.html; diakses tanggal 22 November 2013.

http://www.energymasters.com/faq_question.php#four; diakses tanggal 22 November 2013.

<http://solarcellpanel-files.wordpress.com/2009/12/instalasi.jpg>; diakses tanggal 22 November 2013.

<http://panel-surya.blogspot.com/2011/06/rumah-dengan-sumber-energi-tenaga-surya.html>; diakses tanggal 22 November 2013.

<http://arraytechinc.com/utility/durarack-utility/>; diakses tanggal 08 Januari 2014.

http://www.ottawavalleypv.ca/Ground_foundation.html; diakses tanggal 08 Januari 2014.

<http://www.sre-tech.com>; diakses tanggal 08 Januari 2014.

http://arizonaenergy.org/News_10/News_Nov10/DualAxisTrackingGeneratesMorePower.html; diakses tanggal 08 Januari 2014.

<http://www.sciencephoto.com/media/341223/view>; diakses tanggal 08 Januari 2014.