

ANALISA EFEK KEMIRINGAN PEMASANGAN TERHADAP LUARAN DAYA RANGKAIAN PANEL SURYA

Arif Kurniawan, Yosta Yoserizal, Firnanda Al-Islama Achyuda Putra

Abstrak: Sel surya merupakan salah satu sumber tenaga yang populer dewasa ini. Untuk mengetahui bagaimana menggunakan panel sel surya agar mendapatkan keluaran listrik yang optimal, maka dilakukanlah penelitian. Pemakaian panel sel surya umumnya diletakkan dengan posisi tertentu dengan tanpa perubahan, sebagai contoh panel sel surya dihadapkan ke atas. Dengan posisi panel menghadap ke atas dan jika panel dianggap benda yang mempunyai permukaan rata maka panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Maka dilakukanlah pengukuran tegangan dan arus listrik yang dihasilkan pada sudut kemiringan panel sel surya tertentu dan juga pada waktu-waktu tertentu. Setelah mendapatkan data-data dari penelitian tersebut, maka kemudian hasilnya dianalisis menggunakan analisa regresi sinusoidal untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada tiap sudut kemiringan tertentu. Dengan diketahuinya daya yang dihasilkan pada sudut dan waktu yang optimal, dapat dihitung efisiensi dari peletakan sudut kemiringan panel surya dalam penggunaan sehari-hari

Kata kunci: Panel Surya, Sudut Kemiringan.

Pada masa yang akan datang, dengan adanya kebutuhan energi yang makin besar, penggunaan sumber energi listrik yang beragam tampaknya tidak bisa dihindari. Oleh sebab itu, pengkajian terhadap berbagai sumber energi baru tidak akan pernah menjadi langkah yang sia-sia. Maka dari itu masalah energi pun tampaknya akan tetap menjadi topik penelitian yang menarik sepanjang peradaban umat manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas (Wilson, 1996) diantaranya adalah energi surya. Teknologi fotovoltaik yang mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan divais semikonduktor yang disebut sel surya (Fishbane et.al, 1996) banyak dikaji oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Di sisi lain, panel sel surya buatan pabrik juga sudah tersedia.

Permasalahannya saat ini adalah bagaimana menggunakan panel sel surya untuk mendapatkan keluaran listrik yang optimal. Pemakaian panel sel surya umumnya diletakkan dengan posisi tertentu dengan tanpa perubahan (Pruit, 2001), sebagai contoh panel sel surya dihadapkan ke atas. Dengan posisi panel menghadap ke atas dan jika panel dianggap benda yang mempunyai permukaan rata maka panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut θ maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$. Dengan menurunnya radiasi yang diterima oleh panel maka jelas akan mengurangi energi listrik yang dikeluarkan oleh panel. Bahkan berkurangnya energi ini bisa menjadi setengahnya jika $\theta = 60^\circ$. Untuk itu perlu adanya informasi kemiringan dengan sudut berapa sehingga

Arif Kurniawan adalah akademisi Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang,
Yosta Yoserizal adalah dosen Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang,
Firnanda Al-Islama Achyuda Putra adalah dosen Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.
Email: firnanda.aap@gmail.com

panel surya dapat menerima cahaya dengan lebih banyak serta mengubahnya menjadi daya luaran.

Untuk mengatasi keterbatasan pada panel sel surya yang statis, maka dirancanglah panel sel surya yang dapat mengikuti pergerakan matahari menggunakan perhitungan lintang, sudut deklinasi, sudut jam matahari dan kemiringan dengan mengubah posisi letak modul surya (photovoltaic) mengikuti pergerakan matahari sesuai perhitungan parameter tersebut saat pengujian sehingga diharapkan iradiasi (W/m^2) sebagai input masukan akan menghasilkan output keluaran berupa arus hubung singkat (I_{sc}), tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) dan daya keluaran (P_{out}) pada modul surya. Kemudian membandingkan berapa besar nilai iradiasi (W/m^2), arus hubungan singkat (I_{sc}), tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), daya keluaran (P_{out}) pada modul surya (photovoltaic) saat posisi mengikuti arah pergerakan matahari dengan modul surya (phovoltaic) saat posisi horisontal.

Pada paper ini penulis hanya melakukan penelitian tentang uji eksperimental pengaruh sudut kemiringan modul panel surya 4 watt peak dengan posisi mengikuti pergerakan arah matahari.

METODE

Penelitian ini memiliki variabel yang akan diuji. Sudut kemiringan pemasangan Pada penelitian ini akan digunakan sudut kemiringan -30° , -45° , -60° , -90° , 0° , 30° , 45° , 60° , dan -90° . Variabel kedua yaitu tegangan luaran modul solar cell. Tegangan luaran ini nanti akan diketahui dengan menggunakan alat ukur multimeter, kemudian dicatat untuk setiap perubahan sudut dan tiap setengah jam selama jam 04.00 hingga 19.00. Tujuannya adalah untuk mendapat data tegangan luaran dari tiap perubahan posisi matahari yang ada. Variabel selanjutnya adalah arus luaran modul solar cell. Sama seperti tegangan luaran, arus luaran ini nanti juga diukur dengan menggunakan multimeter yang kemudian dicatat untuk setiap perubahan sudut dan tiap setengah jam selama jam 04.00 hingga 19.00.

Data yang digunakan memiliki berbagai macam variasi. Data yang akan diambil adalah tegangan luaran dan arus luaran dari modul *Solar Cell*, yang mana hal ini dilakukan pada setiap rentang waktu tertentu untuk pada akhirnya mendapatkan daya luaran rata-rata harian dari modul panel surya. Maka populasi dalam penelitian ini adalah: waktu dimana modul solar cell terpapar matahari. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 30 buah data yang diambil setiap rentang 30 menit pukul 4.00 hingga 19.00.

Tabel 1. Rata-Rata Daya Luarannya Sistem PLTS di Australia

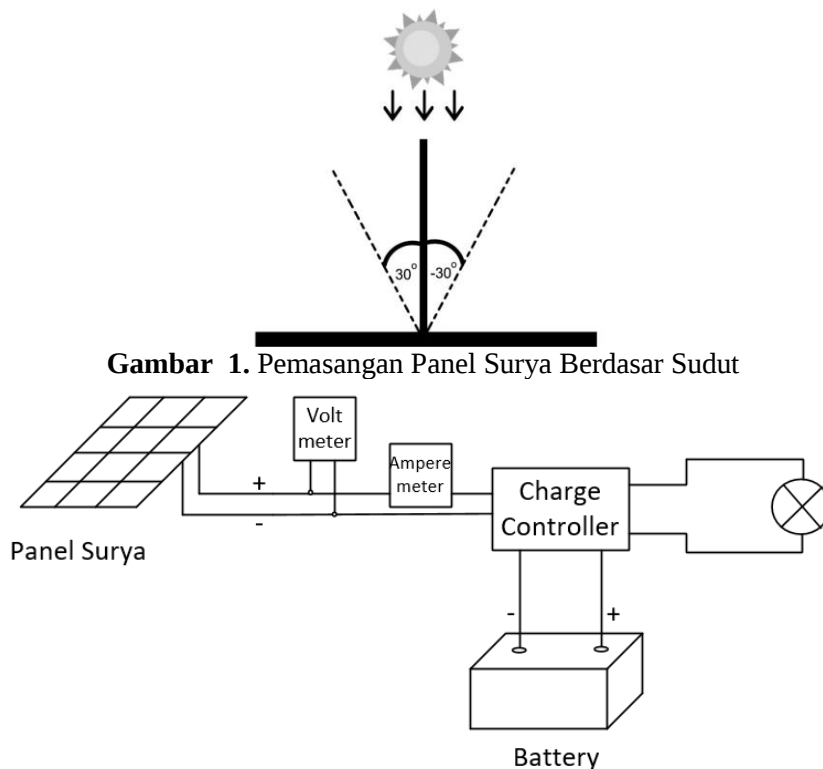
Average Daily Production					
City	1 kW system	1.5 kW system	2.0 kW system	3.0 kW system	4.0 kW system
Adelaide	4.2 kWh	6.3 kWh	8.4 kWh	12.6 kWh	16.8 kWh
Alice Springs	5.0 kWh	7.5 kWh	10.0 kWh	15.0 kWh	20.0 kWh
Brisbane	4.2 kWh	6.3 kWh	8.4 kWh	12.6 kWh	16.8 kWh
Cairns	4.2 kWh	6.3 kWh	8.4 kWh	12.6 kWh	16.8 kWh
Canberra	4.3 kWh	6.45 kWh	8.6 kWh	12.9 kWh	17.2 kWh
Darwin	4.4 kWh	6.6 kWh	8.8 kWh	13.2 kWh	17.6 kWh
Hobart	3.5 kWh	5.25 kWh	7.0 kWh	10.5 kWh	14.0 kWh
Melbourne	3.6 kWh	5.4 kWh	7.2 kWh	10.8 kWh	14.4 kWh
Perth	4.4 kWh	6.6 kWh	8.8 kWh	13.2 kWh	17.6 kWh
Sydney	3.9 kWh	5.85 kWh	7.8 kWh	11.7 kWh	15.6 kWh

Sumber: <https://www.solarchoice.net.au/blog/how-much-energy-will-my-solar-cells-produce/>

Data Teknis Peralatan dan Alat Ukur yang Dipakai adalah. Alat Penyangga Solar cell digunakan sebagai penyangga modul surya pada setiap proses pengukuran luaran pada setiap sudut kemiringan yang diinginkan. Bahan yang dibutuhkan adalah Solar cell, PV modul yang dipakai pada percobaan ini adalah PV modul yang diproduksi pada tahun 2009. Tipe modul surya untuk pengujian ini merupakan tipe polycrystalline. Alat ke tiga adalah Multimeter. Multimeter yang digunakan pada pengukuran adalah multimeter digital (elektronik) yang dapat digunakan untuk mengukur Ampere, Voltase, dan Ohm (Resistansi). Dalam pengujian ini hanya menggunakan arus searah. Bahan selanjutnya adalah kompas digunakan untuk menentukan arah penempatan modul surya (utara, barat, timur dan selatan) yang diukur dari posisi sudut horisontal modul surya terhadap pergerakan arah matahari. Dalam pengujian modul surya (photovoltaic), kompas bekerja untuk menentukan sudut azimuth matahari (γ_s) yaitu sudut pergerakan arah matahari dari selatan ke barat dengan memancarkan radiasi langsung pada modul surya (photovoltaic) maka kompas yang bekerja berdasarkan medan magnet menempatkan modul surya (photovoltaic) dengan nilai range perubahan sudut yaitu 3600 dengan resolusi 10.

Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 diperlihatkan cara perlakuan pada panel surya saat percobaan, yaitu dengan menghadapkan panel surya ke arah matahari, dan kemudian mencatat luaran daya yang dihasilkan menggunakan multimeter. Gambar 2 dijelaskan bagaimana pemasangan alat untuk melakukan percobaan pengukuran luaran panel surya ini. Prosedur pengukuran ada 2 macam, yang pertama adalah mengukur daya luaran yang dihasilkan pada jam 11.30 dengan sudut kemiringan yang berbeda, yaitu sudut 0o, 30o, 45o, 60o, 90o, -30o, -45o, -60o, dan -90o. Sementara pengukuran kedua adalah mengukur daya luaran yang dihasilkan pada sudut kemiringan 0o pada jam yang berbeda setiap rentang 30 menit pukul 04.00 hingga 19.00.



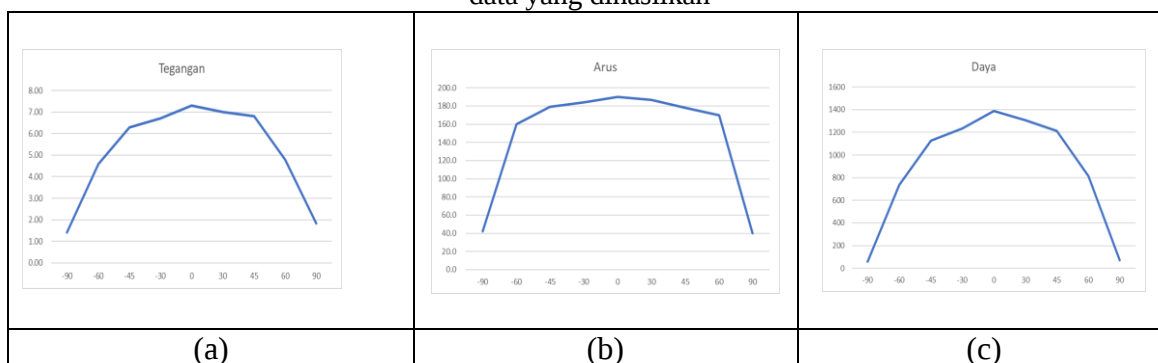
Gambar 1. Pemasangan Panel Surya Berdasar Sudut

Gambar 2. Skematik Pemasangan Percobaan Pengukuran Luar Panel Surya

Peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Panel Surya polycrystalline 400WP, Solar Charge Controller, Battery 12 V, 200Ah dan yang terakhir Multimeter.

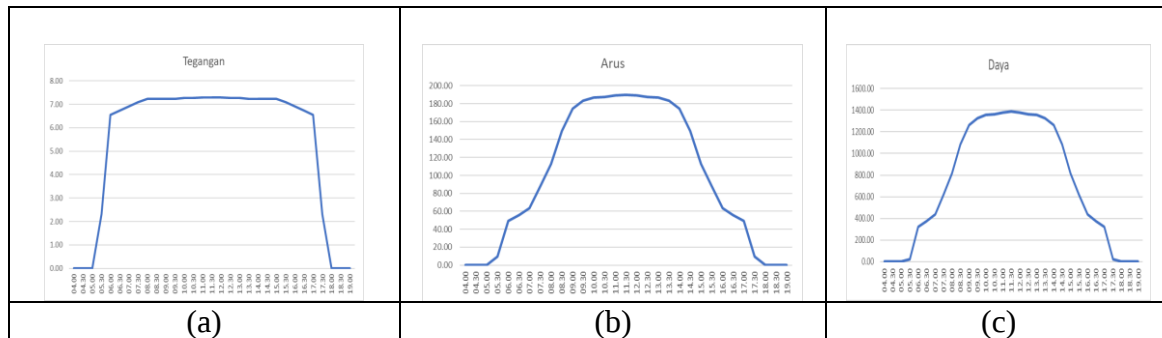
Data yang tersaji pada Gambar merupakan data yang diambil pada jam 11.30 siang, yaitu ketika matahari berada di puncaknya. Dari Gambar, telah diketahui luaran tegangan, arus, dan daya pada tiap sudut pengukuran pada jam 11.30. Kemudian, pada Gambar dibuatlah grafik yang menggambarkan hasil luaran panel surya berdasarkan kemiringannya. Dengan mengasumsikan bahwa luaran akan relatif konstan, kemudian dengan mencari model matematis luaran daya dari panel surya tersebut berdasar bermacam-macam sudut, dapat dihitung luaran yang dihasilkan oleh panel surya 400WP tersebut dengan sudut yang berbeda.

Tabel 2. Grafik hubungan antara kemiringan panel surya dengan masing- masing variabel dari data yang dihasilkan



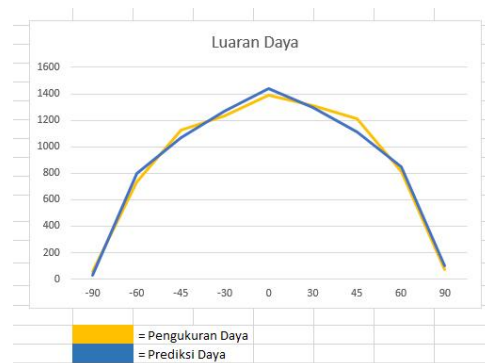
Tabel 2. a dapat diperoleh data tegangan yang dihasilkan panel surya pada jam 11.30 dengan sudut kemiringan yang berbeda-beda. Tampak bentuk grafik menyerupai parabola, yang mengindikasikan bahwa adanya pengaruh sudut kemiringan terhadap luaran tegangan yang dihasilkan. Pada Tabel 2. b dapat diperoleh data arus yang dihasilkan panel surya pada jam 11.30 dengan sudut kemiringan yang berbeda-beda. Tampak bentuk grafik juga menyerupai parabola, yang mengindikasikan bahwa adanya pengaruh sudut kemiringan terhadap luaran arus yang dihasilkan. Pada Tabel 2. c akhirnya diperoleh data daya luaran yang dihasilkan panel surya pada jam 11.30 dengan sudut kemiringan yang berbeda-beda. Tampak bentuk grafik juga menyerupai parabola, yang mengindikasikan bahwa adanya pengaruh sudut kemiringan terhadap luaran daya yang dihasilkan.

Data yang diambil oleh peneliti selain didapatkan dari sudut-sudut yang berbeda, juga diambil pada waktu yang berbeda pula. Data yang diambil oleh peneliti diambil tiap setengah jam mulai dari jam 04.00 hingga jam 19.00. Sehingga data yang terkumpul terdapat 30 titik data. Data-data tersebut direpresentasikan pada Tabel 3, dalam tabel tersebut ditampilkan data luaran tegangan, arus, dan daya pada tiap titik pengukuran pada hari dilakukannya pengambilan data dengan sudut kemiringan panel surya berada di sudut kemiringan 0^0 .

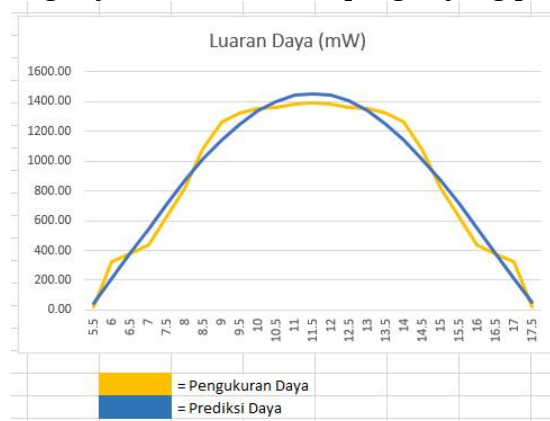
Tabel 2. Grafik Luaran Daya Dengan Sudut Kemiringan Pemasangan 0^0 Pada Waktu Yang Berbeda

Gambar 3. a merupakan grafik dari data tegangan yang diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan multimeter pada waktu yang berbeda dengan sudut kemiringan yang sama, yaitu 0^0 . Tegangan luaran yang dihasilkan panel surya relatif sama pada waktu yang berbeda, kecuali pada saat cahaya matahari benar-benar sedikit atau tidak ada sama sekali. Gambar 3. b. merupakan grafik dari data arus yang diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan multimeter pada waktu yang berbeda dengan sudut kemiringan yang sama, yaitu 0^0 . Tidak seperti tegangan, arus luaran yang dihasilkan panel surya relatif berbeda pada waktu yang berbeda, dengan puncaknya yaitu pada jam 11.30. Gambar 3. c. merupakan grafik dari data daya yang diperoleh dengan melakukan penghitungan perkalian dari tegangan dan arus yang dihasilkan dari pengukuran pada waktu yang berbeda dengan sudut kemiringan yang sama, yaitu 0^0 . Tampak bentuk grafik yang terbentuk menyerupai grafik sinus.

Analisis untuk mencari persamaan matematis luaran panel surya pada waktu tertentu adalah dengan menggunakan bantuan piranti lunak untuk analisisnya, dalam hal ini *Solver* yang merupakan modul tambahan dari *Microsoft Excel*. Langkah untuk analisis persamaan matematis luaran panel surya pada waktu tertentu adalah Menetapkan model matematis yang akan digunakan. Dengan melihat bentuk grafik yang tampil pada Gambar 2. c, dapat diperkirakan bahwa model matematik yang dapat digunakan adalah regresi sinusoidal. Rumus dasarnya model matematis sinusoidal adalah $y = A \sin(B(x - h)) + k$. b. Memasukkan data dan rumus kedalam software microsoft excel. Data sudut, tegangan, arus, dan daya dimasukkan ke dalam kolom-kolom dalam program Microsoft Excel. Tahapan selanjutnya adalah Menggunakan setting parameter pada Solver untuk mencari persamaan dengan total kuadrat simpangan yang paling kecil. Setelah semua data dan parameter dimasukkan, tombol 'solve' ditekan untuk mencari hasil analisa dengan jumlah kuadrat simpangan yang paling minimal.

**Gambar 3.** Grafik Hasil Prediksi Dan Pengukuran Daya

Analisis untuk mencari persamaan matematis luaran panel surya pada waktu tertentu adalah dengan menggunakan bantuan piranti lunak untuk analisisnya, dalam hal ini Solver yang merupakan modul tambahan dari Microsoft Excel. Langkah-langkahnya adalah Menetapkan model matematis yang akan digunakan. Model matematik yang dapat digunakan adalah regresi sinusoidal. Rumus dasarnya model matematis sinusoidal adalah $y = A \sin (B (x - h)) + k$. b. Memasukkan data dan rumus kedalam software microsoft excel. Data jam dimasukkan dalam bentuk pecahan, dimana pukul 11:30 akan ditulis sebagai 11.5, dst. Tahapan selanjutnya adalah Menggunakan setting parameter pada Solver untuk mencari persamaan dengan total kuadrat simpangan yang paling kecil. Setelah semua data dan parameter dimasukkan, tombol 'solve' ditekan untuk mencari hasil analisa dengan jumlah kuadrat simpangan yang paling minimal.



Gambar 4. Grafik Hasil Prediksi Pengukuran Daya

KESIMPULAN

Kemiringan sudut pemasangan panel surya berpengaruh terhadap tegangan luaran dan arus luaran yang dihasilkan. Sehingga hal tersebut mempengaruhi daya luaran yang dihasilkan pula. Daya puncak dihasilkan pada saat sudut kemiringan panel surya berada di posisi 00, yaitu ketika panel surya tepat menghadap ke matahari. Dan daya paling kecil dihasilkan ketika berada di sudut -900 serta di sudut 900. Hal tersebut dikarenakan cahaya matahari tidak dapat mengenai panel surya, dan panel surya hanya mendapat cahaya matahari dari pembiasan cahaya di sekitar lingkungannya, bukan cahaya matahari langsung. Hal itu pula yang menyebabkan pada saat berada di sudut -900 serta di sudut 900, daya luaran masih ada dan tidak hilang sama sekali. Semakin besar deviasi sudut dari sudut 00, maka semakin kecil pula daya luaran yang dihasilkan.

Waktu terpaparnya panel surya berpengaruh terhadap tegangan luaran dan arus luaran yang dihasilkan. Sehingga hal tersebut mempengaruhi daya luaran yang dihasilkan pula. Daya puncak dihasilkan pada saat waktu menunjukkan jam 11.30 siang, yaitu ketika matahari tepat tegak lurus terhadap garis horizontal rata air pada saat pengukuran. Dan daya paling kecil dihasilkan ketika hanya ada sedikit sekali atau bahkan tidak ada sama sekali cahaya matahari, yaitu pada saat matahari belum terbit dan setelah terbenam. Tegangan luaran yang dihasilkan relatif stabil selama waktu pengukuran. Sedangkan arus luaran yang dihasilkan mengikuti intensitas cahaya matahari, semakin terik matahari maka semakin besar arus luaran yang dihasilkan, begitu juga sebaliknya. Hubungan antara efek kemiringan posisi pemasangan panel surya terhadap daya luaran yang dihasilkan adalah fungsi sinusoidal, dimana rumus pada percobaan kali ini dengan panel surya polycrystalline dengan spesifikasi luaran STC 11 V, 5Wp.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005: Photovoltaic Fundamentals: <http://www.fsec.ucf.edu/pvt/pvbasics-/index.htm>
- Arikunto, Suharsimi (1995). Manajemen Penelitian, Rineka Cipta, Jakarta.
- Arikunto, Suharsimi, 1996, Dasar-dasar Evaluasi. Jakarta: Rineka
- Fishbane, P.M., Gasirowicz, S., and Thornton, S.T. (1996): Physics For Scientists and engineers, 2nd edition. New Jersey: Prentice-hall.
- Pruit, D. (2001). The Simulation Of Building Integrated Photovoltaics In Commercial Office Buildings. Rio De Janeiro: Seventh International IBPSA Conference.
- Rusminto Tjatur W (2003). Solar Cell Sumber Energi masa depan yang ramah lingkungan. Jakarta: Berita Iptek.
- Santoso, Gempur (2012). Metodologi Penelitian. Jakarta: Prestasi Pustakaraya.
- Sugiyono (2017). Metode Penelitian Kualitatif (Untuk Penelitian yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretif, Interaktif dan Konstruktif). Jakarta: Alfabeta.
- Suharsaputra, Uhar (2012). Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif dan Tindakan, PT. Refika Aditama, Bandung.
- Wilson W.W. (1996). Teknologi Sel Surya : Perkembangan Dewasa Ini dan yang Akan Datang, Edisi ke empat. Jakarta: Elektro Indonesia