

KOMPARASI KARAKTERISTIK LISTRIK FOTOVOLTAIK SURYA DENGAN FOTOVOLTAIK PEMANAS SURYA

CARACTERISTIC COMPARISON OF PHOTOVOLTAIC MODULE AND PHOTOVOLTAIC THERMAL

Krismadinata¹, Muhammad Rahman Jamal², Arwizet³, Remon Lapisa⁴, Syahril⁵

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang

^{3,4,5}Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang

Jalan Prof.Dr. Hamka Air Tawar Padang, Telp & Fax: 0751 7055644

e-mail: krisma@ft.unp.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini membahas perbandingan karakteristik listrik dari dua modul surya yang sama jenis dan ukuran dimana salah satu modul surya pada bagian bawahnya dipasangkan suatu pipa tembaga yang berbentuk spiral yang dapat dialiri air (photovoltaik termal). Alat yang dipasangkan ini berfungsi sebagai penyerap panas pada bagian bawah modul surya. Pengujian dilakukan dalam waktu, tempat, kondisi intensitas cahaya matahari yang sama untuk kedua modul surya baik yang pakai penyerap panas maupun tidak. Karakteristik arus hubung-singkat, tegangan rangkaian terbuka, suhu atas dan suhu bawah dan irradiasi cahaya matahari yang menerpa dari kedua modul surya diamati. Data pengujian diambil dengan menggunakan data logger dan diolah serta disajikan dalam grafik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul surya yang dilengkapi penyerap panas menghasilkan daya listrik lebih besar dari modul surya tidak dilengkapi penyerap panas.

KataKunci: modul surya, photovoltaik termal, karakteristik listrik

ABSTRACT

This paper discusses the comparison of electrical characteristics of two solar modules of the same type and size in which one of the solar modules at the bottom is mounted a copper pipe for circulating water (as call photovoltaic thermal). This system serves as a heat absorption on the bottom of the solar module. The experiment is conducted at the same time, place, and sunlight intensity conditions for both solar modules. The characteristics of short-circuit current, open circuit voltage, upper and lower temperature and the irradiation of sunlight from the two solar modules are observed. The measuring data is taken by employing data logger and processed and presented in graph. The test results show that photovoltaic thermal generate greater electrical power than solar modules not equipped with heat absorption.

Keywords: photovoltaic module, photovoltaic thermal, electrical characteristics

PENDAHULUAN

Salah satu persoalan yang dihadapi dunia saat ini adalah pemanasan global. Pemakaian bahan bakar fosil secara besar-besaran untuk industri dan transportasi telah memicu banyaknya kandungan CO₂ di udara yang berdampak pada efek rumah kaca.

Pemakaian sumber energi yang bukan berasal dari fosil menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi pemanasan global. Energi matahari yang tidak akan habis sampai akhir zaman menjadi salah satu solusi alternatif dalam penggunaan energi. Teknologi yang populer dalam memanfaatkan energi matahari adalah pemanas surya dan modul surya.

Pemanas surya merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan pancaran cahaya matahari menjadi energi panas. Teknologi ini banyak digunakan dalam rumah tangga untuk memanaskan air.

Modul surya atau dikenal juga dengan sebutan *photovoltaic* (PV) dapat mengubah pancaran cahaya matahari menjadi energi listrik. Teknologi ini banyak dimanfaatkan untuk menglistriki desa-desa di pedalaman yang jauh dari sambungan listrik PLN.

Persoalan yang muncul pada modul surya ini adalah selama beroperasi hanya sekitar 15% dari radiasi matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan sisanya terbuang menjadi panas. Padahal energi matahari mengandung radiasi cahaya dan panas. Amat disayangkan jika energi yang digunakan hanyalah salah satu dari kedua unsur tersebut. Efisiensi listrik modul PV juga akan menurun ketika suhu sekitar modul PV meningkat (Teo, H, dkk, 2012).

Ini lah sebabnya mengapa konsep "pendinginan PV" menjadi begitu penting diterapkan untuk meningkatkan energi listrik yang dibangkitkan dan saat yang sama juga dapat menangkap atau memanfaatkan sisa energi panas yang dihasilkan.

Teknologi yang dapat menjawab persoalan di atas adalah dengan Penggabungan modul PV surya dengan modul pemanas surya yang berisi air. Cara ini digunakan untuk memperbaiki karakteristik panel surya dengan mengalirkan air di bawah panel surya sehingga menyerap panas di sekitar panel surya. Sistem ini dikenal dengan fotovoltaiik pemanas surya atau *Photovoltaic Thermal* (PVT). Sistem ini dapat menghilangkan sumber listrik eksternal untuk pemanas air sekaligus bisa untuk mendinginkan modul PV surya.

Teknologi PVT telah diwujudkan semenjak tahun 1950 oleh Hottel-Whillier (1950) dan dikembangkan oleh Florschuetz (1979). Teknologi ini cukup lama berhenti dikaji. Pada tahun 2000-an ini dikaji kembali oleh Zondag HC dkk, (2002) dan Tiwari dkk (2006), Chow, T. T. (2010), Tripanagnostopoulos dkk, (2002), Charalambous dkk, (2007), Mittelman dkk, (2007) dengan mengoptimalkan rancangan PVT.

Penelitian di Pulau Rhodes melaporkan bahwa efisiensi PVT lebih rendah 9% dari pemanas surya konvensional (Christandonis N., dkk, 2004).

Di Indonesia penelitian juga cukup populer khususnya menggunakan air sebagai media penyerap panas. (Lukman dkk, 2017, Mustafa dkk, 2015, Subarkah dan Belyamin 2011).

Pada tulisan ini dikaji perbandingan karakteristik modul surya dengan modul surya yang dibawahnya dialiri air untuk mendinginkan suhu di bawah modul surya sekaligus menyerap dan mendapatkan panas untuk digunakan dalam kebutuhan rumah tangga.

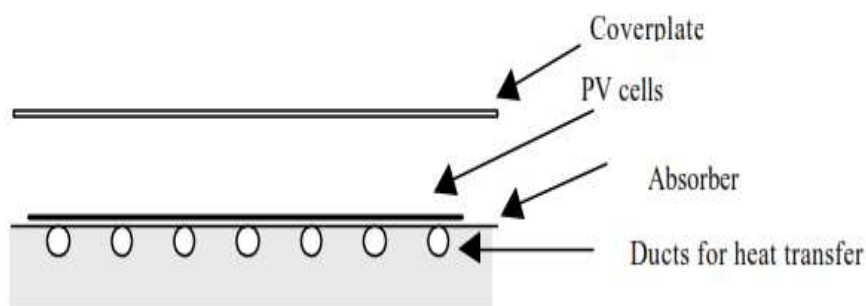
Photovoltaic thermal

PVT juga dikenal sebagai *hybrid solarcell* merupakan sebuah alat yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan kalor. PVT biasanya terdiri atas modul *Photovoltaic* atau *solarcell* yang dibelakangnya diletakkan *absorber plate* atau plat penangkap panas sebagai alat untuk mengekstraksi kalor. *Solarcell* berfungsi

mengkonversikan radiasi matahari menjadi listrik dengan efisiensi maksimum mencapai 5 s.d. 20%. (Zagorska, 2012).

Plat penyerap di bawah *solar cell* memiliki dua fungsi pada sistem ini, yaitu untuk mendinginkan plat *solar cell* yang akan meningkatkan unjuk kerja dari konversi energi listrik dan untuk mengumpulkan energi *thermal* atau panas yang dihasilkan. Panas ini sebelumnya merupakan panas yang tidak terpakai dan terbuang ke lingkungan. Panas yang terkumpul ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan suhu rendah seperti air panas yang digunakan untuk mandi dan mencuci.

Berbagai macam fluida dapat digunakan untuk proses penyerapan panas. Seperti air, udara, cairan nano fluida dsb. Penggunaan air sebagai fluida banyak diaplikasikan khususnya untuk kebutuhan rumah tangga. Proses penyerapan panas dengan cairan pada modul surya dapat dilihat pada gambar 1 (Bosanac dkk, 2013).



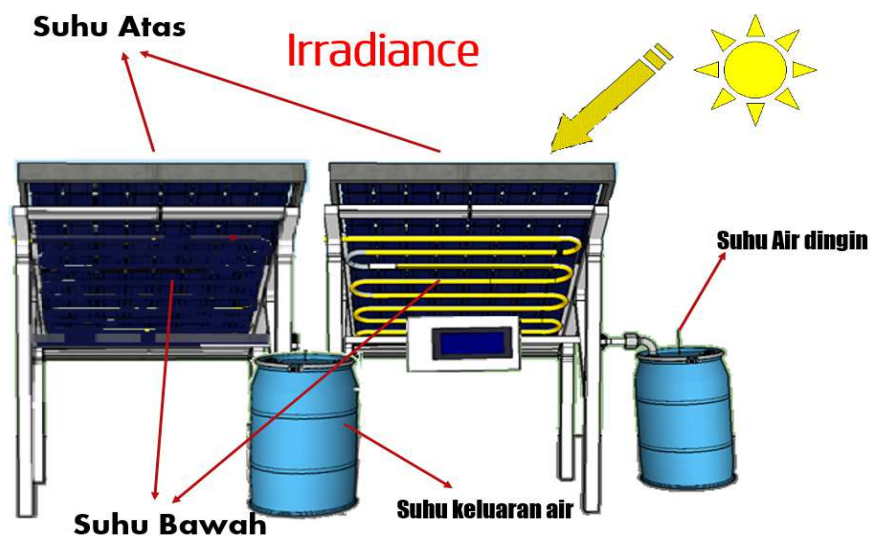
Gambar 1. PVT dengan fluida air

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua modul PV surya yang sama ukuran, daya, dan model. Salah satu modul surya dilengkapi dengan pipa tembaga, pompa air yang dapat mengaliri air sehingga dapat berfungsi menyerap panas. Ketika suhu di dalam pipa tembaga lebih besar 42°C maka pompa air bekerja mengalirkan air panas tersebut ke tangki penyimpanan dan menarik air dingin ke dalam pipa tembaga kembali.

Pengujian dilakukan di lokasi geografis Kota Padang dan karakteristik yang diamati meliputi irradiansi matahari, suhu atas panel surya, suhu bawah panel surya, tegangan hubung terbuka, dan arus hubung singkat dari panel surya. Pengamatan juga dilakukan pada waktu yang sama dengan alat ukur yang sama.

PVT ini dirancang menggunakan pipa tembaga sebagai pendingin yang diletakkan bagian bawah solar panel. Pendingin yang dibuat dari pipa berbahan tembaga yang dirancang berbentuk spiral. Dan berukuran $5/8'$. Pipa tembaga spiral ini dibangun dengan 10 lekukan dengan panjang 50 cm yang sesuai dengan luas permukaan bawah modul surya. Lekukan ini sengaja dibuat untuk memungkinkan debit cairan lebih banyak. Pipa tembaga spiral diatur dibawah PV seperti ditunjukkan pada Gambar 2 yang berfungsi sebagai media aliran fluida.



Gambar 2. Rancangan pengujian PV dan PVT

Kedua modul surya yang digunakan memiliki spesifikasi seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi modul PV yang digunakan

Spesifikasi	Nilai
Pmax	50Watt (Peak)
Voc	21.6 Volt
Isc	2.98 Ampere
Vmp	17.6 Volt
Imp	2.85 Ampere
Ukuran (<i>size</i>)	835 X 540 X 28 (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3 terlihat modul surya yang dibawahnya dipasang pipa tembaga yang melingkar-lingkar mengisi ruang bawah modul surya. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan jumlah panas yang diserap lebih banyak.

Pada gambar 4 dapat dilihat rangkaian lengkap pengujian modul PV dengan modul PVT. Rangkaian pengujian ini dilengkapi *sistem monitoring* untuk merekam data perubahan karakteristik dari kedua modul surya. Semua data hasil pengukuran disimpan dalam komputer dan diolah serta ditampilkan dalam grafik. Data yang diamati adalah iradiasi cahaya matahari, suhu sekeliling, daya keluaran maksimum, tegangan hubung terbuka (Voc) dan arus hubung singkat (Isc).

Pengamatan kedua modul surya dilakukan mulai pagi hari jam 9.00 WIB dan berakhir pada pukul 15.00 WIB. Data-data yang diamati, diperbarui setiap 15 menit untuk melihat perubahan yang terjadi.

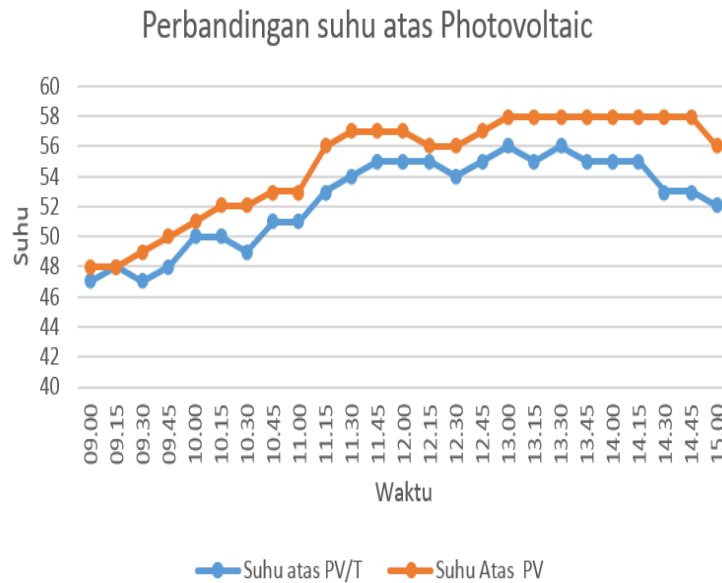
Pada gambar 5 terlihat grafik perubahan suhu untuk kedua modul surya. Suhu yang diamati adalah suhu di atas modul surya. Suhu maksimum yang dicapai dalam pengamatan ini mencapai 58°C berada pada modul PV, sedangkan suhu bagian atas modul PVT lebih rendah dari modul PV.



Gambar 3. Pipa tembaga penyerap panas

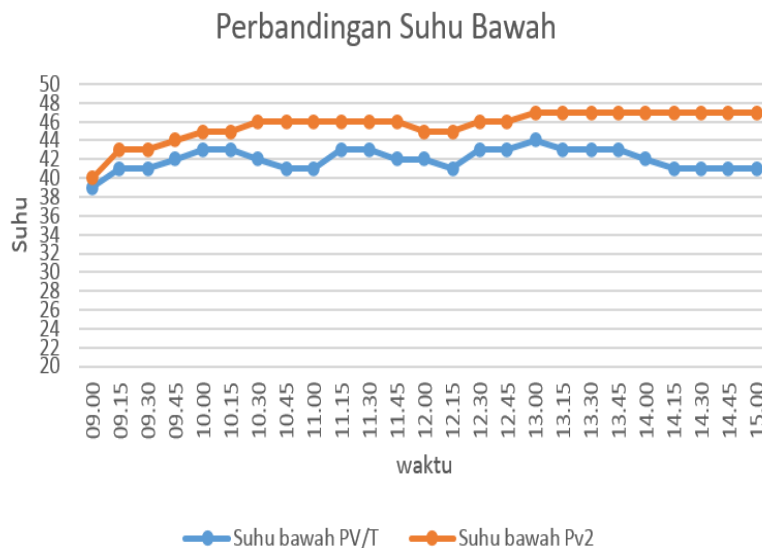


Gambar 4. Rangkaian pengujian PV dan PVT



Gambar 5. Suhu Atas PVT dan PV

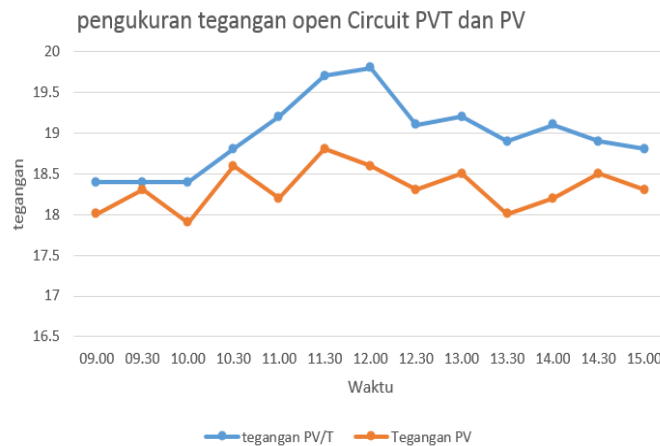
Pada gambar 6 terlihat bahwa suhu di bawah modul PVT lebih rendah dibandingkan dengan modul PV. Suhu maksimum yang dicapai modul PVT adalah 42°C, sesuai dengan rujukan suhu awal.



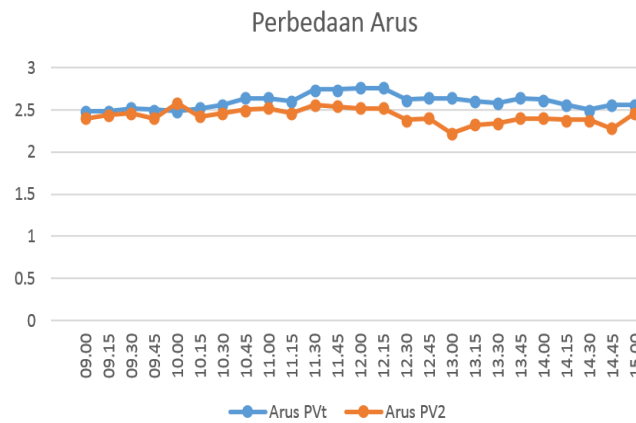
Gambar 6. Suhu bawah PVT dan PV

Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh modul PVT lebih tinggi dari modul PV. Hal ini nampak jelas sekali saat jam 13.00 WIB, tegangan hubung terbuka dan arus hubung singkat modul PV menjadi paling rendah pada waktu tsb. ini ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.

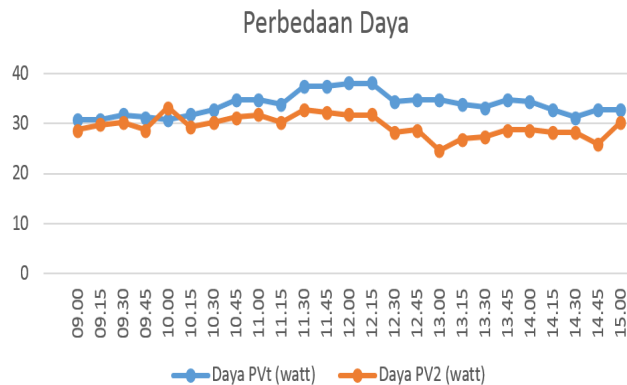
Tingginya tegangan dan arus pada modul PVT dibandingkan dengan modul PV berdampak juga pada daya yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada gambar 9.



Gambar 7. Tegangan PV dan PVT

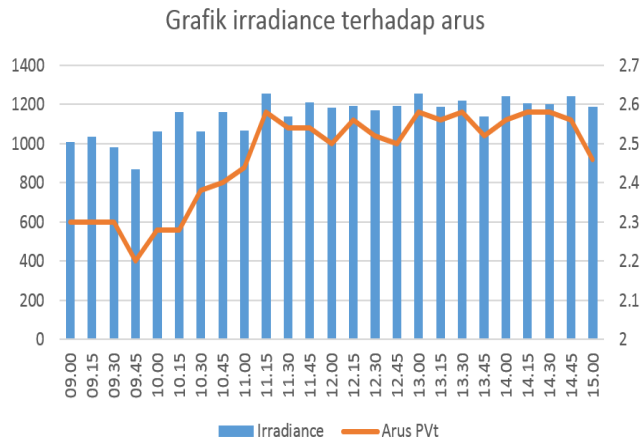


Gambar 8. Arus PV dan PVT



Gambar 9. Perbedaan daya PV dan PVT

Irradiasi cahaya matahari tertinggi dicapai pada pukul 13.00 WIB, begitu juga arus yang dihasilkan oleh modul PVT. Pada jam 11.15 WIB, irradiasi cahaya cukup tinggi juga mendekati irradiasi jam 13.00 WIB, tetapi antara waktu tersebut terjadi awan yang mengurangi irradiasi yang diterima modul surya. Hal ini tergambarkan pada gambar 9.



Gambar 10. Irradiasi dan arus PVT

KESIMPULAN

Dalam artikel ini, unjuk kerja dari modul surya dan modul pemanas surya diselidiki. Data suhu sekitar modul PVT, irradiasi cahaya matahari, arus hubung singkat, tegangan rangkaian terbuka dari modul surya diamati, diolah dan dianalisa untuk kedua modul surya. Hasilnya menunjukkan bahwa modul pemanas surya memiliki unjuk kerja yang lebih baik dari sisi daya yang dihasilkan dibandingkan modul surya. Hal ini dikarenakan cairan atau air yang lewat pada modul pemanas surya bertindak sebagai pendingin atau penyerap panas dari modul surya sehingga menurunkan suhu dari modul surya. Dengan turunnya suhu modul surya dapat meningkatkan daya listrik yang dihasilkan oleh modul tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Padang yang telah memberikan hibah Penelitian tahun anggaran 2017 dan semua pihak yang berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Lukman, M. P., & Junaedy, J. (2017). Optimalisasi Daya Sistem Hibrid Photovoltaic Dengan Suatu Sistem Photovoltaic Thermal Sebagai Sumber Energi Listrik Dan Sistem Pemanas Air. *STMIK KHARISMA Makassar*, 2(1), 34-45
- Mustafa, Magga, R., & Arifin, Y. (2015). Desain Hybrid Panel Surya Tipe Monocrystalline dan Thermal Kolektor Fluida Air. *Jurnal IPTEK*, 19(2), 67-74..
- Subarkah, R. dan Belyamin (2013). Pemanas Air Energi Surya Dengan Sel Surya Sebagai Absorber. *Poli-Teknologi*, 10(3). Politeknik Negeri Jakarta

- Teo, H. G., Lee, P. S., & Hawlader, M. N. A. (2012). *An active cooling system for photovoltaic modules*, Applied Energy, 90(1), pp. 309-315
- Ibrahim, A., M. Y. Othman, et al. (2011), "Recent advances in flat plate photovoltaic/thermal (PV/T) solar collectors." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), pp.352-365.
- Florschuetz LW.(1979) "Extension of the Hottel–Whillier model to the analysis of combined photovoltaic/thermal flat plate collectors", *Solar Energy*, 22, 361–366,
- Hottel HC, Whillier A.,(1958), "Evaluation of flat-plate solar collector performance",
- Zondag HA, de Vries DW, van Helden WGJ, van Zolingen RJC, van Steenhoven AA.(2002). "The thermal and electrical yield of a PV-thermal collector", *Solar Energy*,113–128.
- Tiwari A, Sodha MS.(2006), "Performance evaluation of solar PV/T system: an experimental validation", *Solar Energy*, 80, 751–9,
- Christandonis N, Vokas GA, Skittides F., (2004). "Simulation of hybrid photovoltaic/thermal collector (PV-TC) systemsfor domestic heating and cooling case study: island of Rhodes", *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, 3.
- V. Zagorska, I. Ziemelis, L. Kancevica and H. Putans, (2012), "Experimental investigation of photovoltaic-thermal hybrid solar collector", *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue 1*, pp. 227-234
- Miroslav Bosanac, Bent Sørensen, Ivan Katic, Henrik Sørensen, Bruno Nielsen, Jamal Badran, (2003), "Photovoltaic/Thermal Solar Collectors and Their Potential in Denmark", Final Report EFP project 1713/00-0014, Copenhagen.
- Chow, T. T. (2010). A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology. *Applied energy*, 87(2), 365-379.
- Tripanagnostopoulos, Y., Nousia, T. H., Souliotis, M., & Yianoulis, P. (2002). Hybrid photovoltaic/thermal solar systems. *Solar energy*, 72(3), 217-234.
- Charalambous, P. G., Maidment, G. G., Kalogirou, S. A., & Yiakoumetti, K. (2007). Photovoltaic thermal (PV/T) collectors: A review. *Applied Thermal Engineering*, 27(2), 275-286.
- Mittelman, G., Kribus, A., & Dayan, A. (2007). Solar cooling with concentrating photovoltaic/thermal (CPVT) systems. *Energy Conversion and Management*, 48(9), 2481-2490.