

# ANALISA EFISIENSI PENGGUNAAN MPPT PADA SOLAR CELL

<sup>1</sup>Dennis Kaware, <sup>2</sup>Hanny H. Tumbelaka, <sup>3</sup>Murtiyanto Santoso

<sup>1</sup> Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

<sup>2</sup> Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

<sup>3</sup> Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

<sup>1</sup> denniskaware@yahoo.com, <sup>2</sup> tumbelaha@petra.ac.id, <sup>3</sup> murtis@petra.ac.id

This final project report goal is to find out how much influence of MPPT controller to the overall efficiency level of solar power system. This final project is done at Petra Christian University P Building 7th floor. The solar power system uses 2 modules of solar cell type RSM 45 which has each peak power of 45 Watt. One solar cell module is connected to the charge controller with MPPT while the other solar cell module is connected to a charge controller without MPPT.

This final project data is taken for 2 days on May 3, 2018 and June 4, 2018. The Data taken are the current and voltage generated by each solar cell module. The data is then processed to know how much power and energy each module produces.

Then from the data of power and energy, obtained from each module, they will be compared to find the effect of MPPT Controller. It can be concluded that the charge controller with MPPT produced 8,61% more power than the charge controller without MPPT, and it also produced 13% more energy than the charge controller without MPPT.

Keywords: Solar cell, renewable energy, MPPT

Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh MPPT terhadap tingkat efisiensi dari sistem PLTS. Tugas akhir ini dilakukan di Universitas Kristen Petra Gedung P lantai 7. Sistem PLTS menggunakan 2 buah modul *solar cell* tipe RSM 45 yang memiliki masing-masing daya puncak sebesar 45 Watt. Salah satu modul *solar cell* tersambung dengan *charge controller* dengan MPPT sedangkan modul *solar cell* lainnya tersambung dengan *charge controller* tanpa MPPT.

Data tugas akhir ini diambil selama 2 hari pada tanggal 3 Mei 2018 dan 4 Juni 2018. Data yang diambil adalah arus dan tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing modul *solar cell*. Data-data tersebut kemudian diolah supaya diketahui berapa besar daya dan energi yang dihasilkan masing-masing modul.

Kemudian dari data daya dan energi yang diperoleh dari masing-masing modul dibandingkan, dan dapat disimpulkan bahwa *charge controller* dengan MPPT menghasilkan daya 8,61 % lebih besar dibandingkan dengan *charge controller* tanpa MPPT, dan menghasilkan energi 13% lebih besar dibandingkan dengan *charge controller* tanpa MPPT.

Kata Kunci: Panel surya, energi terbarukan, MPPT

## I. Pendahuluan

Pada saat ini, bahan bakar fosil sudah menipis ketersediaannya, karena itu, perlu dipikirkan sumber energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Selain itu, bahan bakar fosil juga dapat menimbulkan polusi yang sangat buruk bagi lingkungan kita. Dalam mencari sumber energi alternatif, kita dapat memanfaatkan keadaan alam sekitar kita seperti sinar matahari, angin, air, panas bumi, dan lain-lain sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui secara terus-menerus (*renewable*). Indonesia merupakan negara beriklim tropis, karena itu dimungkinkan untuk memasang *solar cell*, karena sinar matahari yang cukup kuat [1]. *Solar cell* adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik. *Solar cell* merupakan pembangkit listrik yang memiliki kelebihan yaitu ramah lingkungan, energi yang dibutuhkan tersedia di alam dan selalu terbarukan (*renewable energy*) [2]

Walaupun radiasi matahari merupakan salah satu energi yang paling mudah kita dapatkan, tetapi dalam proses pengkonversiannya sangat dipengaruhi oleh keadaan sekitar. [3] Seperti pada saat cuaca sedang berawan, sinar matahari yang diterima oleh panel *photovoltaic* (PV) akan menurun. Tingkat radiasi sinar matahari yang berubah-ubah dapat mempengaruhi perolehan energi listrik. [4]

Agar dapat memperoleh energi listrik yang maksimal untuk setiap tingkat radiasi sinar matahari, dibutuhkan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). MPPT berfungsi untuk memaksimalkan energi yang dihasilkan oleh solar cell dalam setiap kondisi, sehingga meningkatkan efisiensi *solar cell* [5].

MPPT menggunakan prinsip transfer daya maksimal. Dalam prinsip ini, untuk menghasilkan daya maksimal,

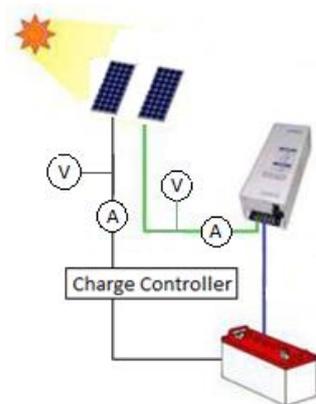
tahanan beban harus sama besarnya dengan tahanan dalam rangkaian Thevenin ( $R_{TH}$ ). Prinsip ini dapat dijelaskan dari rangkaian Thevenin seperti pada gambar 1.1.  $V_{TH}$  adalah sumber tegangan dari rangkaian Thevenin, dan  $R_{TH}$  adalah tahanan dalam dari rangkaian Thevenin. Sedangkan  $R_L$  adalah tahanan beban yang berubah-ubah. Tugas dari MPPT ini adalah untuk mengatur besar tahanan beban agar nilainya sama dengan tahanan rangkaian Thevenin.

*Solar cell* yang akan digunakan sudah ada di Universitas Kristen Petra dengan tipe RSM45. Tugas akhir bertema MPPT ini sudah pernah dikerjakan oleh VALENDRO PUTRA PATANDUK (23406032) mahasiswa teknik elektro Universitas Kristen Petra angkatan 2006 dengan judul “Aplikasi *maximum power point tracking* (MPPT) tipe *hill climbing* untuk konversi energi *photovoltaic*, yang membahas tentang simulasi MPPT tipe *hill climbing* dengan menggunakan *software* PSIM dan Matlab.

Dalam tugas akhir yang akan dilaksanakan ini, dilakukan pemasangan MPPT secara langsung pada panel PV guna untuk mempelajari apakah pemasangan alat MPPT berpengaruh terhadap tingkat efisiensi yang dihasilkan oleh *solar cell*. Untuk mempelajari tingkat efisiensinya, yang harus dilakukan adalah membandingkan perolehan daya antara *solar cell* yang sudah dipasang MPPT dengan *solar cell* yang belum dipasang MPPT.

## II. Metode Penelitian

### A. Metode (Sub Heading 1)



Gambar 1 – Diagram Sistem

Sistem dari *solar cell* yang akan dipasang bertujuan untuk membandingkan daya listrik yang dapat diserap oleh accu jika menggunakan *charge controller* tanpa MPPT dibandingkan dengan *charge controller* dengan

MPPT. Sistem yang dimaksud dipasang di Universitas Kristen Petra gedung P lantai 7, memiliki blok diagram seperti gambar 3.1, terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

1. Dua buah panel surya “RMS45”
2. *Charge controller* tanpa MPPT
3. *Charge controller* dengan MPPT
4. Baterai (Accu)

Cara kerja sistem dari diagram tersebut adalah dengan adanya sinar matahari yang masuk kedalam *solar cell*, maka *solar cell* akan menghasilkan energi yang nantinya akan mengisi tenaga pada baterai dengan menggunakan *charge controller*.

Untuk mengetahui perbedaan antara daya yang dapat diserap, maka dipasang alat ukur arus dan tegangan agar dapat menghitung berapa jumlah daya yang dihasilkan.

Prosedur instalasi dari sistem adalah menyiapkan 2 buah *solar cell*. Satu panel *solar cell* dihubungkan ke *charge controller* tanpa MPPT dan satu panel *solar cell* yang lain dihubungkan ke *charge controller* dengan MPPT. Setelah kedua alat tersebut terpasang, pada masing-masing output *charge controller* dan MPPT tersambung ke baterai 12V.

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa alat ukur terpasang pada output dari masing-masing *solar cell*. Alat ukur tersebut berupa pengukur arus dan tegangan, yang nantinya dapat digunakan untuk mengetahui berapa besar daya yang dihasilkan.

### 1) Spesifikasi Panel Surya

Dalam sistem ini dibutuhkan dua buah PV. Panel surya yang digunakan memiliki dimensi  $\pm 900\text{mm} \times 400\text{mm}$  (Gambar 3.2). Posisi panel surya diletakkan pada tempat yang strategis dalam menerima sinar matahari agar panel surya bekerja secara maksimal. Spesifikasi dari PV yang digunakan adalah tipe RSM45 dengan:

Daya Puncak	: 45 Watt
$V_{pp}$	: 16 Volt
$I_{pp}$	: 2,95 Ampere
$V_{oc}$	: 21 Volt
$I_{sc}$	: 3,1 Ampere
Nomor Serial	: 39618
Manufaktur	: PT. R&S

2) Spesifikasi Baterai

Baterai yang digunakan dalam sistem memiliki tipe *Rocket ES100H-12*. Baterai yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas: 100AH
- Tegangan: 12V
- Tegangan saat mode “Stand-by Use”: 13,32V
- Tegangan saat mode “Cyclic Use”: 14,4V

3) Charge Controller tanpa MPPT

Untuk *charge controller* tanpa MPPT, menggunakan *charge controller* yang sudah terpasang pada *solar cell* di gedung P lantai 7 Universitas Kristen Petra dengan tipe SHS Solsum Inside dari GAE dengan kapasitas arus sebesar 10 Ampere untuk setiap modul alat, 12 VDC.

4) Charge Controller dengan MPPT

Dari adanya spesifikasi panel surya diatas maka *charge controller* dengan MPPT yang digunakan adalah MPPT 10 Ampere (Gambar 3.8). Kapasitas MPPT yang digunakan sebesar 10 Ampere karena  $I_{sc}$  yang dihasilkan oleh *solar cell* sebesar 3,1 Ampere dan *safety factor* dari *solar cell* adalah 100% sehingga arus dapat mencapai sekitar 6,2 Ampere. Sedangkan MPPT yang tersedia di pasaran yang paling mendekati adalah MPPT dengan kapasitas 10 Ampere.

Technical Specifications:

Model	Tracer1210A	Tracer2210A	Tracer3210A	Tracer4210A
Nominal system voltage	12/24VDC auto work			
Rated charge current	10A	20A	30A	40A
Rated discharge current	10A	20A	30A	40A
Battery input voltage range	8~32V			
Max. PV open circuit voltage	100V(at minimum operating environment temperature) 92V(at 25°C environment temperature)			
MPP voltage range	$V_{MPP}+2V \sim 72V$			
Max. PV input power	130W(12V) 260W(24V)	260W(12V) 520W(24V)	390W(12V) 780W(24V)	520W(12V) 1040W(24V)
Equalize charging voltage	Sealed: 14.6V, Flooded: 14.8V			
Boost charging voltage	Gel: 14.2V, Sealed: 14.6V, Flooded: 14.8V			
Float charging voltage	13.8V			
Low voltage reconnect voltage	12.6V			
Low voltage disconnect voltage	11.1V			
Self-consumption	$\leq 20mA/12V; \leq 16mA/24V$			
Temperature compensation coefficient	-3mV/°C/2V(25° C)			
Working temperature	-25° C ~ +45° C			
Enclosure	IP30			
Overall dimension	172x139x44mm	220x154x52mm	228x164x55mm	252x180x63mm
Power terminals	12AWG(4mm <sup>2</sup> )	6AWG(16mm <sup>2</sup> )	6AWG(16mm <sup>2</sup> )	6AWG(16mm <sup>2</sup> )
Net weight	0.6kg	1.1kg	1.2kg	1.9kg

Gambar 2 - Spesifikasi Charge Controller dengan MPPT (Tracer 1210A)

5) Instalasi Charge Controller dengan MPPT dan charge controller tanpa MPPT

Pertama, salah satu panel surya disambungkan dengan *charge controller* dengan MPPT dan panel surya lainnya disambungkan dengan *charge controller* tanpa MPPT. Kemudian setelah kedua panel surya tersambung dengan *charge controller* masing-masing, output dari masing – masing *charge controller* dihubungkan ke baterai. Setelah semua peralatan terpasang maka data yang diperlukan sudah dapat dikumpulkan. Pertama melakukan pengukuran tegangan dengan menggunakan voltmeter di input *charge controller* dengan MPPT dan *charge controller* tanpa MPPT dalam waktu yang bersamaan. Setelah melakukan pengukuran tegangan, melakukan pengukuran arus dengan menggunakan amperemeter di antara output panel surya dengan input *charge controller* dengan MPPT dan *charge controller* tanpa MPPT. Setelah mendapatkan data tegangan dan arus yang diperlukan, maka dapat dihitung besar daya yang dihasilkan oleh kedua panel surya.

iii. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran data dilakukan selama 2 hari pada tanggal 3 Mei 2018, dan 4 Juni 2018. Pada tanggal 3 Mei pengambilan data dilaksanakan pada pagi hari pukul 7.40 hingga sore hari 16.40. Sedangkan pada tanggal 4 Juni 2018, pengambilan data dilaksanakan pada pagi hari pukul 8.30 hingga sore pukul 16.30. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan penggunaan *charge controller* tanpa MPPT dan dengan *charge controller* dengan MPPT.

Tabel 1 – Hasil Pengukuran Charge Controller dengan MPPT

Jam	I (A)	V (V)	P (W) (MPPT)
07.40	1,03	13,33	13,7299
08.40	1,67	15,09	25,2003
09.40	1,93	14,2	27,406
10.40	1,37	13,6	18,632
11.40	1,95	14,25	27,7875
12.40	1,96	14,5	28,42
13.40	1,67	14,83	24,7661

14.40	1,13	13,52	15,2776
15.40	0,67	13,49	9,0383
16.40	0,32	13,34	4,2688

Tabel 1 adalah hasil pengukuran arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan oleh *charge controller* dengan MPPT pada tanggal 3 Mei 2018 dari pukul 07.40 hingga pukul 16.40. Langkah yang dilakukan dalam pengambilan data ini adalah mengambil data arus dan tegangan terlebih dahulu, lalu kita dapat menghitung berapa besar daya yang dihasilkan.

Tabel 2 – Hasil Pengukuran *Charge Controller* tanpa MPPT

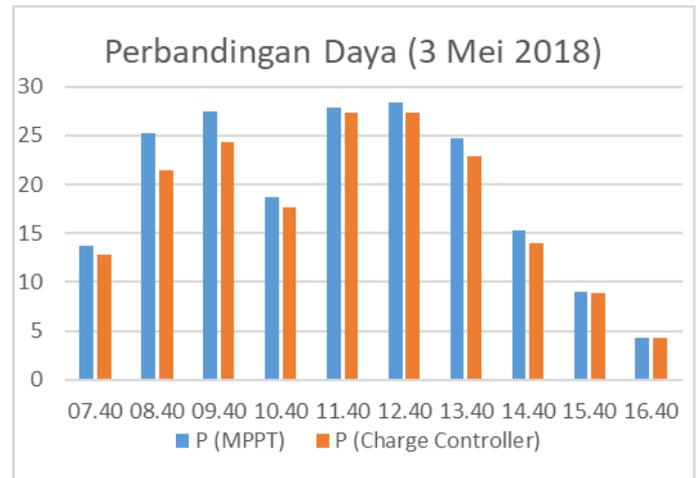
Jam	I (A)	V (V)	P (W) (tanpa MPPT)
07.40	1,01	12,69	12,8169
08.40	1,67	12,82	21,4094
09.40	1,88	12,92	24,2896
10.40	1,35	13,09	17,6715
11.40	2,06	13,29	27,3774
12.40	2,06	13,29	27,3774
13.40	1,78	12,88	22,9264
14.40	1,1	12,74	14,014
15.40	0,7	12,63	8,841
16.40	0,34	12,52	4,2568

Tabel 4.2 adalah hasil pengukuran arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan oleh *charge controller* tanpa MPPT pada tanggal 3 Mei 2018 dari pukul 07.40 hingga pukul 16.40.

Tabel 3 – Tabel Perbandingan Daya

Jam	P (W) (MPPT)	P (W) (tanpa MPPT)
07.40	13,7299	12,8169
08.40	25,2003	21,4094
09.40	27,406	24,2896
10.40	18,632	17,6715
11.40	27,7875	27,3774
12.40	28,42	27,3774
13.40	24,7661	22,9264
14.40	15,2776	14,014
15.40	9,0383	8,841
16.40	4,2688	4,2568

Gambar 3 - Grafik Perbandingan Daya (3 Mei 2018)



Tabel 3 adalah hasil pengukuran daya dari *charge controller* tanpa MPPT dengan *charge controller* dengan MPPT, dan juga terdapat Gambar 1 yang merupakan grafik perbandingan daya juga. Dapat dilihat pada grafik yang ada bahwa daya yang dihasilkan oleh *charge controller* dengan MPPT menghasilkan daya yang lebih besar daripada *charge controller* tanpa MPPT.

Tabel 4 – Hasil Perbandingan Energi yang diperoleh pada tanggal 3 Mei 2018

Jam	P (MPPT)	P (tanpa MPPT)	$\Delta P$	E (MPPT)	E (tanpa MPPT)
07.40	13,7299	12,8169	0,913	13,7299	12,8169
08.40	25,2003	21,4094	3,7909	25,2003	21,4094
09.40	27,406	24,2896	3,1164	27,406	24,2896
10.40	18,632	17,6715	0,9605	18,632	17,6715
11.40	27,7875	27,3774	0,4101	27,7875	27,3774
12.40	28,42	27,3774	1,0426	28,42	27,3774
13.40	24,7661	22,9264	1,8397	24,7661	22,9264
14.40	15,2776	14,014	1,2636	15,2776	14,014
15.40	9,0383	8,841	0,1973	9,0383	8,841
16.40	4,2688	4,2568	0,012	4,2688	4,2568
Total Energi				194,5265	180,9804
energi yang diperoleh				1,074848 x lebih besar	
persentase perbedaan				6,96 %	

Pada Tabel 4.9, total energi yang dihasilkan *charge controller* dengan MPPT adalah 194,5265 Wh, sedangkan energi yang diperoleh *charge controller* tanpa MPPT adalah 180,9804 Wh, sehingga energi yang dihasilkan oleh *charge controller* dengan MPPT adalah 1,074848 kali lebih banyak daripada energi yang dihasilkan oleh *charge controller* tanpa MPPT, dan memiliki persentase perbedaan energi sebesar 6,96%.

## v. Daftar Isi

### iv. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil tugas akhir ini adalah:

1. MPPT memiliki peranan yang penting dalam meningkatkan efisiensi dari sistem *solar cell* yaitu meningkatkan besar daya dan energi yang dihasilkan oleh sistem *solar cell*.
2. Untuk sistem *solar cell* di Universitas Kristen Petra lantai 7, perbedaan besar daya yang dihasilkan oleh *charge controller* tanpa MPPT dan *charge controller* dengan MPPT adalah sebesar 8,61 %.
3. Untuk sistem *solar cell* di Universitas Kristen Petra lantai 7, perbedaan besar energi yang dihasilkan oleh *charge controller* tanpa MPPT dan *charge controller* dengan MPPT adalah sebesar 13 %.
4. Dalam hal ini energi didapatkan dari hasil perkalian antara daya dan waktu, dimana waktu diasumsikan konstan 1 jam. dengan MPPT adalah sebesar 13 %.

- [1] IlmuGeografi, 10 September 2015. [Online]. Available: <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/iklim-di-indonesia>.
- [2] Suhono, "INVENTARISASI PERMASALAHAN PADA INSTALASI SOLAR HOUSE SYSTEM DI WILAYAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA," 2009.
- [3] M. Seyedmahmoudian, B. Horan, T. K. Soon, R. Rahmani, A. M. Than Oo, S. Mekhilef and A. Stojcevski, ""State of the art artificial intelligence-based MPPT techniques for mitigating partial shading effects on PV systems – A review"., p. 435, 2016.
- [4] J. R. G. a. E. R. F. Marcelo Gradella Villava, *Comprehensive Approach*, 2009.
- [5] S. Surawdhaniwar and M. R. Diwan, ""Study of Maximum Power Point Tracking Using Perturb and Observe Method"., p. 106, 2012.
- [6] I. Gordon, "Solar Energy Materials & Solar Cells," 2018.