

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI *MAXIMUM POWER SOLAR TRACKER* MENGGUNAKAN PANEL *PHOTOVOLTAIC* DI KOTA SEMARANG

Harmini<sup>1)</sup>, Titik Nurhayati<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Semarang, Semarang Indonesia 50196

Jl. Soekarno Hatta Tlogosari, Semarang

e-mail: [harmini@usm.ac.id](mailto:harmini@usm.ac.id)<sup>1)</sup>, [tknur@usm.ac.id](mailto:tknur@usm.ac.id)<sup>2)</sup>

*Abstract* — The purpose of this research is to design and implementation Maximum Solar Power Tracking system using photovoltaic panel, in order to increase solar panel efficiency and power. Data collection is done for the condition in Semarang city. The result of the research is expected to be base in planning of solar power system in Semarang city, whether it is for light-ing lamp planning and for Solar Home System (SHS). This MPPT system design uses standard 180 degree servo motor to drive photovoltaic panel and control circuit using ATmega IC, while simulation using MATLAB program. Tracking is done by online tracking method by moving the photovoltaic panel to the radiation of the sun. Tracking simulation is done with step 20, 50 and 180 step. The average of voltage generated by system without tracking is 3.97 Volt while the average volt-age generated by tracking system is 4.72 Volt. Efficiency between system without tracking and tracking system is 66.28% for tracking system and 78.78% for tracking system.

*Keywords:* MPPT, Solar Photovoltaic, Tracking.

*Abstrak* - Tujuan penelitian adalah merancang dan mengimplementasikan sistem Maximum Solar Power Tracking menggunakan panel photovoltaic, agar dapat meningkatkan efisiensi panel surya dan mendapatkan daya yang maksimum. Pengambilan data dilakukan untuk kondisi di kota Semarang. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam perencanaan sistem PLTS di kota Semarang, baik itu untuk perencanaan penerangan lampu jalan maupun untuk Solar Home System (SHS). Perancangan sistem MPPT ini menggunakan motor servo standart 180 derajat untuk menggerakkan panel photo-voltaic dan rangkaian kontrol menggunakan IC ATmega, sedangkan simulasi dilakukan dengan program MATLAB. Track-ing dilakukan dengan metode tracking online dengan menggerakkan panel photovoltaic terhadap pancaran radiasi ma-tahari. Simulasi tracking dilakukan dengan step 20, 50 dan 180. Rata-rata nilai tegangan yang dihasilkan oleh sistem tanpa tracking adalah 3.97 Volt sedangkan rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh sistem tracking adalah 4.72 Volt. Efisiensi antara sistem tanpa tracking dan sistem tracking adalah 66,28% untuk sistem tanpa tracking dan 78.78% untuk sistem tracking.

Kata Kunci: MPPT, Solar Photovoltaic, Tracking.

## I. Pendahuluan

Sinar matahari yang sampai kepermukaan bumi dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan panel *photovoltaic* (PV). Permasalahan yang ditimbulkan pada penggunaan panel *photovoltaic* adalah daya keluaran panel *photovoltaic* seringkali tidak maksimal dari daya yang dikeluarkan oleh panel *photovoltaic* terutama pada kondisi radiasi matahari yang rendah. Selain itu, PV mempunyai karakteristik kurva V-I yang tidak linier dan mempunyai daya maksimum pada titik tertentu dengan koordinat  $V_{mpp}$  dan  $I_{mpp}$  yang disebut dengan *Maximum Power Point (MPP)*. Pada titik *MPP*, PV bekerja pada efisiensi maksimum dan menghasilkan daya keluaran yang paling besar.

*MPP* tergantung dari intensitas radiasi matahari dan suhu, dimana intensitas dan suhu matahari tidak pernah konstan tergantung dari waktu dan kondisi cuaca [1]. *MPPT (Maximum Power Point Tracker)* digunakan untuk mencari daya maksimum ketika terjadi perubahan cuaca dan menjaga titik kerja panel *photovoltaic* agar selalu berada pada titik *MPP*[3]. Selain itu *maximum solar power tracking system* juga salah satu metode untuk mencari posisi panel *photovoltaic* terhadap pancaran radiasi matahari. Keluaran daya dipengaruhi oleh sinar matahari yang mengenai panel *photovoltaic*[2].

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah desain sistem MPPT dengan menggunakan metode *tracking* online agar dapat meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan oleh panel surya dan menghasilkan daya yang maksimum. Penelitian ini akan diterapkan di kota Semarang. Perancangan sistem MPPT ini menggunakan motor servo untuk menggerakkan panel *photovoltaic* dan rangkaian control.

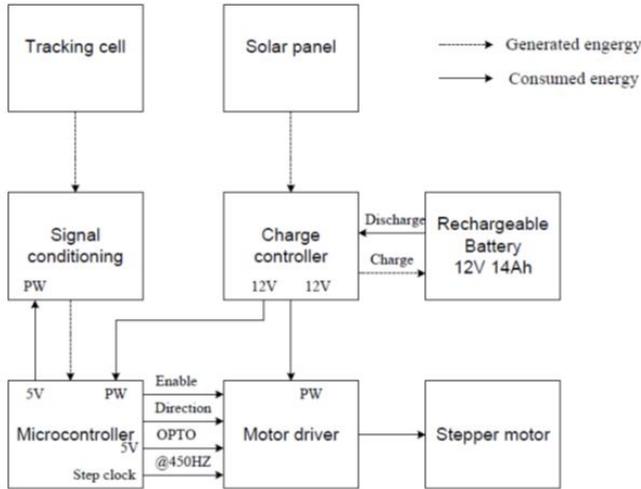
## II. Sistem Tracking Panel Photovoltaic

Maximum Power Point Tracking (MPPT) digunakan untuk menghasilkan nilai daya yang optimum pada sistem PV. Tegangan atau arus terminal pada PV diatur menggunakan sinyal kontrol, agar sistem PV men-capai kondisi MPPT. Beberapa metode untuk mencapai kondisi MPPT telah dilakukan yaitu metode of-line, metode online dan metode hybrid[8][9]. Metode offline adalah melakukan optimasi daya panel photo-voltaic berdasarkan pada tegangan ketika hubung terbuka (Open Circuit Voltage) dan arus ketika dihub-ung singkat (Short Circuit Current). Metode offline dilakukan tanpa melakukan perputaran panel photo-voltaic atau disebut dengan pasif tracking. Metode online adalah metode yang menggunakan beberapa algoritma untuk melakukan optimasi daya panel photovoltaic seperti Perturbance and Observation, Ex-tremum-Seeking Control dan Incremental Conductance[6]. Metode online juga dilakukan dengan melakukan perputaran pada panel photovoltaic atau disebut dengan aktif tracking. Sedangkan metode hy-brid dilakukan dengan menggunakan dua bagian yaitu offline tracking dan online tracking[5]. Sinyal kontrol dihubungkan pada dua bagian dan masing-masing bagian memiliki algoritma yang berdiri sendiri. Bagian yang pertama terdiri dari bagian offline yang digunakan untuk menentukan kondisi lingkungan seperti radiasi matahari dan temperature. Bagian kedua adalah bagian on line tracking.

### A. Desain Sistem Tracking Panel Photovoltaic

Komponen utama yang digunakan untuk melakukan tracking panel photovoltaic adalah Photovoltaic so-lar panel, baterai, battery charge controller, microcontroller, rangkaian sinyal conditioning, motor dan driver motor. Blok diagram secara umum untuk tracking panel photovoltaic ditunjukkan

pada gambar 1[9]. Panel photovoltaic yang digunakan sebanyak dua unit yaitu panel utama yang digunakan sebagai sumber utama dari semua sistem dan satu panel digunakan sebagai tracking yang berfungsi untuk mencari daya maksimum. Ketika panel tracking menemukan titik maksimum dengan sudut tertentu maka panel utama akan mengarah pada sudut tersebut.

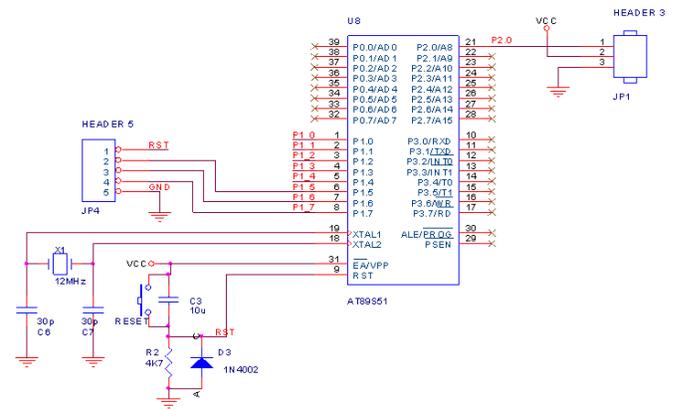


Gambar 1. Blok Diagram Sistem Tracking Panel Photovoltaic[9]

Blok diagram pada gambar 1 menjelaskan bahwa mikrokontroler akan mengontrol motor stepper dan menggerakkan tracking cell dengan tujuan untuk mendapatkan titik daya maksimal dari panel photovoltaic. Setelah menemukan titik maksimal dengan sudut tertentu maka solar panel akan berputar sesuai dengan sudut yang telah ditemukan oleh tracking cell. Solar panel akan digunakan untuk mengisi baterai sebagai sumber tegangan dari mikrokontroler dan driver motor. Pada penelitian ini akan dibuat sistem tracking panel photovoltaic dengan menggunakan motor servo untuk menggerakkan panel photovoltaic sehingga tidak diperlukan driver motor.

### B. Motor Servo

Driver motor servo menggunakan rangkaian pada mikrokontroler karena menggunakan pulsa PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mengatur arah dan posisi motor servo, tidak seperti motor stepper yang menggunakan driver sendiri untuk gerak mengatur motor stepper. Rangkaian driver motor servo secara umum ditunjukkan pada Gambar 2.



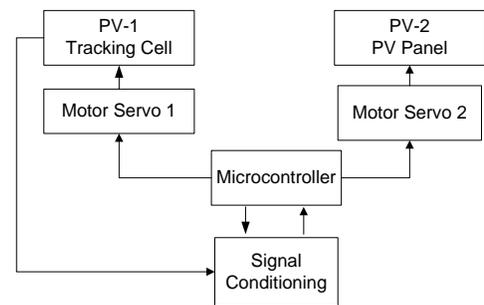
Gambar 2. Rangkaian Driver motor servo[10]

## III. Metode Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Laboratorium Konversi Energi Listrik, Teknik Elektro, Fakultas Teknik sebagai tempat perancangan dan pengujian, selanjutnya akan dilakukan pengujian dilapangan. Variabel yang diukur berupa nilai Tegangan dan Sudut kemiringan panel PV. Sudut kemiringan di atur oleh putaran motor servo, dimana motor servo diputar dengan beberapa step yaitu 20, 50 dan 180 step. Setiap step akan diukur nilai tegangan keluarannya, sehingga akan dihasilkan level tegangan sesuai dengan banyaknya step.

### A. Model Penelitian

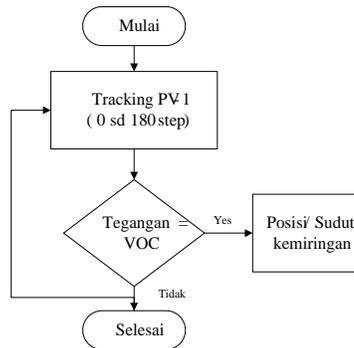
Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembuatan *prototype* sistem MPPT. Proses pembuatan alat berdasarkan pada blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3. Blok diagram perencanaan sistem MPPT *Photovoltaic* terdiri dari panel PV, motor servo dan kontroler. PV-1 di *tracking* atau diputar secara terus-menerus sebanyak step yang ditentukan, apabila PV-1 mendapatkan tegangan open circuit maximum pada sudut tertentu maka controller akan menggerakkan PV-2 untuk berputar sesuai dengan sudut yang telah ditemukan oleh PV-1 .



Gambar 3. Sistem MPPT photovoltaic yang digunakan

### B. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian “Desain dan Implementasi *Maximum Solar Power Tracking* menggunakan Panel *Photovoltaic* di Kota Semarang ” ditunjukkan pada Gambar 4.



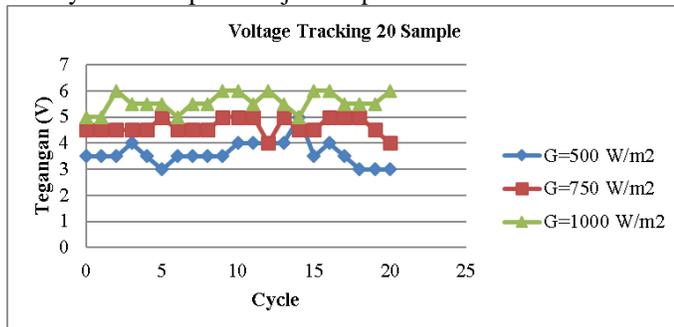
**Gambar 4.** Rancangan Penelitian sistem MPPT

Motor servo akan menggerakkan panel PV-1 dari 0 sd 200 step, apabila tegangan yang dihasilkan PV-1 sama dengan tegangan VOC (*Voltage Open Circuit*) PV maka titik tersebut adalah posisi atau sudut yang terbaik, apabila tegangan kurang dari VOC maka akan dilakukan *tracking* berikutnya. Tegangan open circuit (VOC) yang dihasilkan sebesar 10.8 Volt dengan spesifikasi panel *photovoltaic* ditunjukkan pada Gambar 4. Sedangkan motor servo yang digunakan adalah motor servo standart. Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah yaitu *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW) dengan batasan sudut 180 derajat.

#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### A. Hasil Pengujian Simulasi

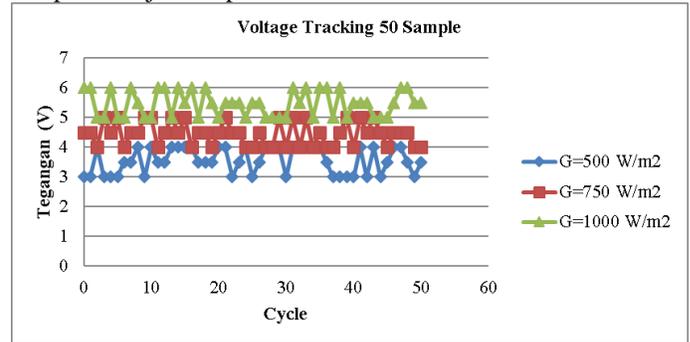
Pengujian simulasi sistem MPPT dilakukan dengan cara memvariasi nilai radiasi matahari yaitu 500 W/m<sup>2</sup>, 750 W/m<sup>2</sup> dan 1000 W/m<sup>2</sup> dan *tracking* panel sebanyak 20, 50 dan 180 sample atau putaran untuk mendapatkan tegangan yang maksimal. Putaran panel PV dikendalikan oleh motor servo dengan putaran 180 derajat sehingga kalau *tracking* 20 sample maka perputaran sebesar 180 derajat dibagi 20 sample atau sama dengan 9 derajat. Hasil pengujian dengan putaran sebanyak 20 sample ditunjukkan pada Grafik 1.



**Grafik 1.** Hasil pengujian simulasi sistem MPPT dengan 20 Sample

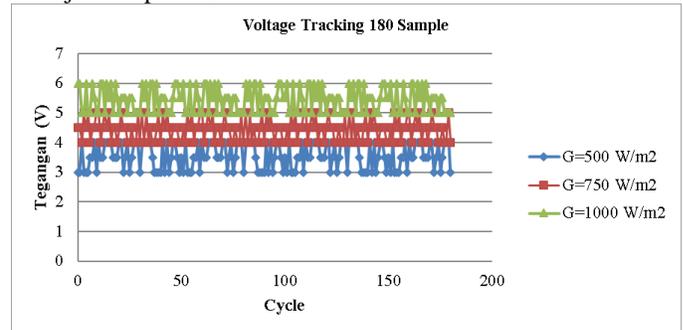
Berdasarkan Grafik 1 terlihat bahwa tegangan *open circuit* (VOC) tertinggi terdapat pada radiasi matahari 1000 W/m<sup>2</sup> yaitu 5 volt sampai dengan 6 volt. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar radiasi matahari maka tegangan *open circuit* yang dihasilkan akan semakin besar. Panel PV *Tracking* (PV-1) akan melakukan *tracking* terus menerus untuk mendapatkan VOC tertinggi, terlihat pada radiasi 1000 W/m<sup>2</sup> panel PV mencapai VOC tertinggi pada sudut berturut-turut yaitu 18°, 81°, 90°, 108° dan 180°. Sudut tersebut yang digunakan oleh panel PV utama (PV-2) untuk berputar. Jadi ketika panel PV

menemukan VOC maksimum maka panel PV utama (PV-2) akan berputar. Pengujian juga dilakukan dengan jumlah sample 50 sehingga sudut *tracking*nya sebesar 180 derajat dibagi 50 sample sama dengan 3.6 derajat. Hasil pengujian simulasi 50 sample ditunjukkan pada Grafik 2.



**Grafik 2.** Hasil pengujian simulasi sistem MPPT dengan 50 Sample

Pengujian juga dilakukan dengan jumlah sample 180 sehingga sudut *tracking*nya sebesar 180 derajat dibagi 180 sample sama dengan 1 derajat. Hasil pengujian simulasi 180 sample ditunjukkan pada Grafik 3

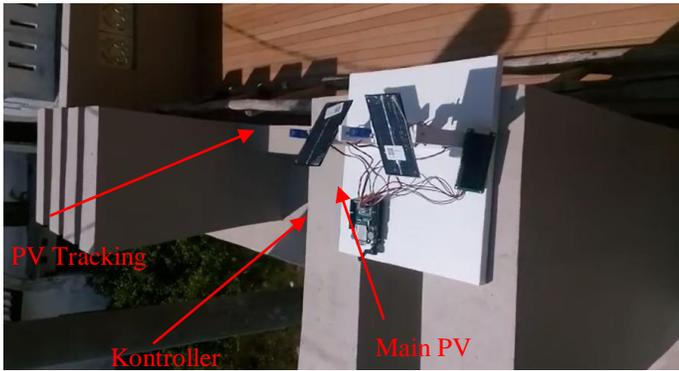


**Grafik 3** Hasil pengujian simulasi sistem MPPT dengan 180 Sample

Grafik 2 dan Grafik 3 menunjukkan bahwa ketika radiasi mencapai maksimum maka panel PV memiliki nilai tegangan yang paling tinggi sehingga bisa menghasilkan daya yang lebih besar bila dibandingkan dengan radiasi yang lebih rendah yaitu 500 W/m<sup>2</sup> dan 750 W/m<sup>2</sup>

##### B. Hasil Pengujian di Lapangan

Pengujian tanpa *tracking* dilakukan pada tanggal 27 Juli 2017 mulai jam 09.00 sampai dengan jam 14.00 dengan mengukur keluaran panel *Photovoltaic* setiap 30 menit sekali sehingga ada 11 titik pengukuran, sedangkan pengujian sistem MPPT dilakukan tanggal 30 Juli 2017 mulai pukul 09.00 sampai dengan 14.00 dengan asumsi kondisi radiasi matahari pada tanggal 27 dan 30 Juli 2017 adalah sama dlamaan pada jam tersebut dianggap radiasi maksimum terjadi selama 5 jam dalam sehari. Gambar 5 adalah pengujian di lapangan.



Gambar 5. Pengujian Sistem MPPT dilapangan

Pengujian dilakukan dengan *mentracking* sebanyak 9 sample yang artinya setiap *tracking* akan bergerak sebesar 180 derajat dibagi 9 sample yaitu 20 derajat. Ketika *PV tracking* menemukan tegangan maksimum maka sudut tersebut akan menjadi referensi bagi panel PV utama, panel PV utama akan berputar pada sudut tersebut. Sebagai contoh ketika *PV tracking* dalam 9 sample menemukan tegangan maksimal pada sample ke-2 maka main PV akan bergerak sebesar 40 derajat, kemudian pada pada sample ke 9 menemukan titik maksimal lagi maka PV utama akan bergerak mengarah sudut 180 derajat. Pengukuran sistem *tracking* dilakukan secara online artinya nilai tegangan langsung bisa direkam oleh Laptop. Gambaran perubahan sudut atau step sudut dalam satu putaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Step sudut dalam satu putaran

Jumlah Step	Sudut
0	0
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100
6	120
7	140
8	160
9	180

Hasil pengujian dilapangan ditunjukkan pada Tabel 2 dan Grafik 4. Tegangan yang dihasilkan bervariasi dari tegangan 2.5 volt sampai dengan 5 volt. Tegangan tertinggi yang dicapai oleh sistem tanpa *tracking* adalah 4.7 volt sedangkan sistem dengan *tracking* mencapai 5 volt.

Tabel 2 Tegangan yang dihasilkan sistem tanpa *tracking* dan sistem *tracking* MPPT

Jam	Tegangan (Volt)	
	Tanpa <i>Tracking</i>	<i>Tracking</i>
9:00	2,5	4
9:30	2,75	4,3
10:00	3	4,5

Jam	Tegangan (Volt)	
	Tanpa <i>Tracking</i>	<i>Tracking</i>
10:30	3,7	4,5
11:00	4	5
11:30	4,5	5
12:00	4,7	5
12:30	4,7	5
13:00	4,7	5
13:30	4,7	5
14:00	4,5	4,7

menghasilkan tegangan yang lebih besar dari pada sistem tanpa *tracking*. Tegangan yang dihasilkan juga cenderung stabil karena panel PV akan terus mene-rus mencari tegangan yang maksimum. Rata-rata nilai tegangan yang dihasilkan oleh sistem tanpa *tracking* adalah 3.97 Volt sedangkan rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh sistem *tracking* adalah 4.72 Volt. Effisiensi antara sistem tanpa *tracking* dan sistem *tracking* jika dilihat nilai tegangan open circuit dan mengabaikan nilai arusnya adalah 66,28% untuk sistem tanpa *tracking* dan 78.78% untuk sistem *tracking*. Nilai effisiensi didapatkan dari nilai rata-rata tegangan keluaran dibagi dengan tegangan open circuit panel PV yaitu 6 Volt.

## V. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Maximum Point Solar Tracker dirancang dengan menggunakan motor servo dan controller, sistem dapat melakukan *tracking* untuk terus menerus mencari tegangan maximum open circuit.
2. Rata-rata nilai tegangan yang dihasilkan oleh sistem tanpa *tracking* adalah 3.97 Volt sedangkan rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh sistem *tracking* adalah 4.72 Volt.
3. Effisiensi antara sistem tanpa *tracking* dan sistem *tracking* jika dilihat nilai tegangan open circuit dan mengabaikan nilai arusnya adalah 66,28% untuk sistem tanpa *tracking* dan 78.78% untuk sistem *tracking*

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhiro Oi, 2002, "Design and simulation of photovoltaic water pumping system," presented to the Faculty of California Polytechnic State University.
- Chang, Yuen-Haw, and Chang, Chia-Yu, 2010, "Maximum Power Point Tracker of PV System by Scalling Fuzzy Control", Prosiding IMECS, hongkong, March
- Gradi dkk, 2005, "A MPPT Algorithm For Single Phase Single Stage Photovoltage Converter", Dept. Of Electrical Engineering University of Bologna.
- Harmini, 2010, "Optimasi dan implemetasi MPPT (Maximum Power Point Tracker) DC-DC Converter pada sistem photovoltaic", Department of Electrical Engineering, Universitas Semarang

- Harmini, Nurhayati, 2012, "Implementasi MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) pada sistem PV (*Photovoltaic*)", Department of Electrical Engineering, Universitas Semarang.
- Harmini, Nurhayati, 2014 "Implementasi Inverter dan MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) pada sistem On Grid PV (*Photovoltaic*)", Department of Electrical Engineering, Universitas Semarang.
- Harmini, Nurhayati, 2015 "Optimasi MPPT pada sistem PV menggunakan algoritma *Incremental Conductance*", Prosiding Information Technology and its Application Towards the Implementation of Green Technology" The 1<sup>st</sup> Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (CITACEE 2013), ISSN:2338-5152
- Harmini, Nurhayati, 2013 "Aplikasi MPPT – Fuzzy Logic Control (FLC) untuk pembangkit terdistribusi pada sistem on grid PV (*Photovoltaic*)", Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi, Vol 15, No 2,ISSN 1410-9840.
- Jiang, dkk 2005, "*Maximum Power Tracking for Photovoltaic Power System*,"Journal of Science and Engineering, vol.8,No 2,pp.147-153(2005).
- D.C Riawan, Nayar, 2008 "*Design and Implementation of P-I based MPPT scheme for PV modules Operated on Wide Temperatur Range*," Department of Electrical & Computer Engineering, Curtin University of Technology Australia
- Frankly, 2013"Simulation of a Sun *Tracking* Solar Power System", 120<sup>th</sup> ASEE Annual Conference & Exposition, June 23-26,2013
- S.Saravanan, Ramen Babun,"Maximum power point *tracking* algorithms for photovoltaic system-A review", Renewable and sustainable energy reviews, Volume 57, may 2016,pages 192-204.
- [http://desain-sistem.blogspot.co.id/2017/03/Aplikasi motor servo pada mikrokontroler.html](http://desain-sistem.blogspot.co.id/2017/03/Aplikasi_motor_servo_pada_mikrokontroler.html) diakses pada 27 Juli 2017 pukul 00.15