



**SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) DENGAN  
KONVERTER DC-DC TIPE BOOST MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY  
UNTUK PANEL SURYA**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Muhammad Iskandar Fauzi  
NIM 091910201046**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**



**SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) DENGAN  
KONVERTER DC-DC TIPE BOOST MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY  
UNTUK PANEL SURYA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata I Teknik Elektro  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Muhammad Iskandar Fauzi  
NIM 091910201046**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas pertolongan, petunjuk serta berkah rahmat – Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Junjunganku Nabi Muhammad SAW atas ajaran ,syafaat dan cintanya kepada umatnya;
2. Ibunda Siti Fatimah dan Ayahanda Jaswoto tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan dan dorongan semangat selama ini;
3. Ika Fitanti Mei Wulandari yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doanya dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Sahabatku seperjuangan Fery Indra Y, Mustiko Handoyo, dan Moh. Ulin Nuha yang juga telah saling memberikan dorongan motivasi;
5. Saudara - saudara di Surabaya khususnya Moh.Mahfud Rosyidi yang sudah membantu dalam segala hal yang saya butuhkan saat di perpustakaan ITS Surabaya;
6. Sahabat - sahabat saya arek “EE ‘09” terimakasih atas semangat dan senyuman yang menjadi motifasi saya dan senantiasa mewarnai hari - hari saya dan terimakasih atas kenangan indah kita bersama. Semoga arek-arek “EE ’09 SAK LAWASE TETEP DOLOR”;
7. Guru - guruku sejak taman kanak - kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
8. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain” (Q.S Al-Insyirah 6-7)*

*“Bukanlah hidup kalau tidak ada masalah, bukanlah sukses kalau tidak melalui rintangan, bukanlah menang kalau tidak dengan pertarungan, bukanlah lulus kalau tidak ada ujian, dan bukanlah berhasil kalau tidak berusaha“*

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Muhammad Iskandar Fauzi

NIM : 091910201046

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “*Sistem Maximum Power Point Tracker (Mppt) dengan Konverter Dc-Dc Tipe Boost Menggunakan Logika Fuzzy untuk Panel Surya*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 9 Januari 2014

Yang menyatakan,

Muhammad Iskandar Fauzi  
NIM 091910201046

**SKRIPSI**

**SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) DENGAN  
KONVERTER DC-DC TIPE BOOST MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY  
UNTUK PANEL SURYA**

Oleh

Muhammad Iskandar Fauzi  
NIM 091910201046

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardianto S.T., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Andi Setiawan, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Sistem Maximum Power Point Tracker (Mppt) Dengan Konverter Dc-Dc Tipe Boost Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Panel Surya*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Selasa, 21 Januari 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT.  
NIP 19700826 199702 1 001

Andi Setiawan, S.T., M.T  
NIP 19691010 199702 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., M.T.  
NIP 19710402 200312 1 001

H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T  
NIP. 19690608 199903 1 002

Mengesahkan,  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT  
NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Sistem Maximum Power Point Tracker (MPPT) dengan Konverter Dc-Dc Tipe Boost menggunakan Logika Fuzzy Untuk Panel Surya;** Muhammad Iskandar Fauzi, 091910201046; 2009: 86 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kebutuhan akan energi semakin hari semakin meningkat, hal ini disebabkan dengan semakin banyaknya populasi manusia. Sumber energi utama saat ini adalah energi yang tidak dapat diperbaharui (energi fosil) yang semakin hari semakin habis. Terlebih lagi dampak yang ditimbulkan oleh pemanfaat energi fosil pada lingkungan seperti gas sisa pembakaran serta limbah lainnya. Maka dibutuhkan suatu sumber energi terbaharukan yang dapat menggantikan ketergantungan terhadap energi fosil tersebut, salah satunya adalah dengan pemanfaatan cahaya matahari menggunakan *solar cell* atau *photovoltaic* (PV) sebagai energi alternatif.

Kendala utama dari *photovoltaic* (PV) adalah efisiensi daya keluaran yang kecil serta daya keluaran panel juga dipengaruhi radiasi matahari yang selalu berubah-ubah. Sistem panel surya memperlihatkan bahwa hubungan *nonlinier* arus-tegangan, membutuhkan pencarian dan identifikasi *Maximum Power Point* (MPP) yang optimal

*Maximum Power Point Tracker* (MPPT) adalah suatu metode untuk mencari *point* (titik) maksimum dari kurva karakteristik tegangan dan arus *input* (V-I) pada aplikasi panel surya. Sistem *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) dengan bantuan konverter DC-DC digunakan untuk mengatur besarnya tegangan keluaran pada panel surya, agar dapat memaksa panel surya memperoleh daya maksimum pada berbagai tingkat intensitas cahaya. Dengan menganalisa masukan sumber hasil konversi panel surya dengan memanfaatkan kemampuan kapasitas puncak dari karakteristik panel, diharapkan efisiensi daya keluaran beban dapat maksimum. Pada Tugas Akhir ini



akan dilakukan proses simulasi yang menggunakan rangkaian elektronika agar lebih mudah untuk mengaplikasikannya pada peralatan - peralatan yang tersedia di laboratorium. Serta pada Tugas Akhir ini akan menggunakan 4 buah panel solar sel yang dirangkai seri - paralel agar daya keluarannya menjadi lebih besar.

Berdasarkan hasil simulasi yang didapat, sistem MPPT yang dirancang telah berhasil mencari titik kerja optimal model sel surya dan mampu mencari titik kerja optimal pada berbagai level irradiansi matahari. Sistem *MPPT* mampu menghasilkan rasio daya lebih tinggi dibanding PV yang tidak menggunakan *MPPT*. Rasio daya Sistem MPPT mencapai 98,05%

*Sistem Maximum Power Point Tracker (MPPT) dengan Konverter Dc-Dc tipe Boost menggunakan Logika Fuzzy untuk Panel Surya*

**Muhammad Iskandar Fauzi**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Sistem *Maximum Power Point Tracker (MPPT)* digunakan untuk memaksimalkan daya keluaran panel surya. Pada penelitian ini, sistem *MPPT* menggunakan rangkaian *Boost Converter* sebagai pengendali tegangan sel surya dan algoritma *Fuzzy* sebagai algoritma *MPPT* pencari titik kerja optimal. Output dari *Fuzzy Logic Controller* adalah *duty cycle* yang digunakan untuk *switch Boost Converter*, sehingga tegangan keluaran panel surya dapat beroperasi pada titik daya maksimum (*mpp*).

Analisa dilakukan melalui simulasi yang dilakukan pada MATLAB/Simulink. Simulasi model sel surya dirancang dengan acuan dari sel surya El Sol 50Watt model eS50236-PCM yang dirangkai secara seri-paralel. Berdasarkan hasil simulasi, sistem *MPPT* yang dirancang telah berhasil mencari titik kerja optimal model sel surya dan mampu mencari titik kerja optimal pada berbagai level irradiasi matahari. Sistem *MPPT* mampu menghasilkan rasio daya lebih tinggi dibanding PV yang tidak menggunakan *MPPT*. Rasio daya Sistem *MPPT* mencapai 98,05%.

**Kata kunci:** *MPPT, Boost Converter Fuzzy Logic Controller, duty cycle, Rasio Daya.*

*System Maximum Power Point Tracker (MPPT) with Dc-Dc Converter type Boost  
using Fuzzy Logic for Solar Panels*

**Muhammad iskandar fauzi**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

***ABSTRACT***

*System Maximum Power Point Tracker ( MPPT ) is used to maximize the power output of solar panels . In this study , the MPPT system using Boost Converter circuit voltage of solar cells as a control and fuzzy algorithms as a search MPPT algorithm optimal working point . The output of the Fuzzy Logic Controller is the duty cycle is used to switch Boost Converter , so that the output voltage of the solar panel to operate at the maximum power point ( mpp ).*

*The analysis is done through simulations performed in MATLAB / Simulink . Simulation model of the solar cell is designed with reference of the El Sol 50Watt solar cells eS50236 - PCM models are assembled in series - parallel . Based on simulation results , the system has been successfully designed MPPT searching for the optimal working point of solar cell models and are able to locate the optimal working point at various levels of solar irradiation . MPPT system is capable of generating a higher ratio than the PV power is not using MPPT . System MPPT power ratio reached 98.05 % .*

***Key words:*** *MPPT, Boost Converter Fuzzy Logic Controller, duty cycle, Power Ratio.*

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Sistem Maximum Power Point Tracker (Mppt) Dengan Konverter Dc-Dc Tipe Boost Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Panel Surya*”. Skripsi ini mempunyai beban 4 SKS (Satuan Kredit Semester) dan disusun guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam terselesaikannya skripsi ini penulis tidak terlepas dari segala bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan karunia dan rahmatnya untuk kita semua
2. Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga besarnya dan para sahabatnya.
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
4. Bapak Sumardi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember.
5. Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro, Universitas Jember.
6. Bapak Triwahju Hardianto S.T., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Andi Setiawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini
8. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro.
9. Keluarga yang selama ini selalu memberiku motivasi serta banyak memberikan saya dukungan spiritual maupun material.

10. Teman-teman seperjuangan, Teknik Elektro 2009 (SAL LAWASE TETEP DULUR) dan, terima kasih untuk kalian semua.
11. Ika Fitanti Mei Wulandari yang selalu memberikan semangat serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Semua pihak yang telah membantu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan menyadari adanya kekurangan serta jauh dari kesempurnaan skripsi ini, baik dalam penyusunan maupun pembahasan masalah karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca.

Jember, 9 Januari 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Peneliti .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Panel Surya (Photovoltaic).....	4
2.1.1 Perkembangan Sel Surya.....	5
2.1.2 Energi Photovoltaic .....	6
2.2 DC – DC Converter .....	11
2.2.1 Buck Converter .....	11

2.2.2 <i>Boost Converter</i> .....	15
2.2.3 <i>Buck-Boost Converter</i> .....	19
2.3 MPPT .....	22
2.4 Pulse Width Modulation (PWM) .....	24
2.5 Logika Fuzzy .....	26
2.5.1 Himpunan Fuzzy .....	26
2.5.2 Struktur Dasar Logika Fuzzy .....	26
2.6 Rasio Daya .....	28

### **BAB 3 PEMODELAN SISTEM**

3.1 Pemodelan Sistem .....	29
3.2 Pemodelan modul Surya .....	30
3.3 Desain Sistem Kontrol MPPT .....	33
3.3.1 Desain Boost Konverter .....	33
3.3.2 Pensaklaran PWM .....	35
3.3.3 Desain Fuzzy Logic Controller (FLC) .....	36
3.3.4 Penentuan Kuantitas Variabel Linguistik Masukan dan Keluaran .....	37
3.3.5 Penentuan Aturan Dasar (Ruler Base) Input - Output .....	40
3.4 Beban .....	42
3.5 Konfigurasi Rangkaian MPPT Saat Proses Simulasi .....	42

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Simulasi Panel Solar Sel .....	45
4.2 Simulasi <i>Pulse Width Modulator</i> .....	48
4.3 Simulasi Beban ( <i>Resistor variable</i> ) .....	49
4.4 Simulasi Panel Solar Sel Tanpa Menggunakan MPPT .....	51
4.4.1 Hasil Pengujian Sistem Solar Sel Dilakukan Pada Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 1000 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 12 Ohm .....	52

4.4.2 Hasil Pengujian Sistem Solar Sel Dilakukan Pada Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 800 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 16 Ohm.....	54
4.4.3 Hasil Pengujian Sistem Solar Sel Dilakukan Pada Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 600 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 20 Ohm.....	56
4.4.4 Hasil Pengujian Sistem Solar Sel Dilakukan Pada Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 400 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 25 Ohm.....	58
4.4.5 Data Hasil Pengujian Daya Maksimum Panel Surya Dengan Beban Berbeda .....	60
4.5 Simulasi Panel Solar Sel Dengan Menggunakan MPPT .....	60
4.4.1 Hasil Pengujian Simulasi Sistem Solar Sel Menggunakan MPPT Pada Saat Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 1000 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 12 Ohm.....	61
4.4.2 Hasil Pengujian Simulasi Sistem Solar Sel Menggunakan MPPT Pada Saat Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 800 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 16 Ohm.....	63
4.4.3 Hasil Pengujian Simulasi Sistem Solar Sel Menggunakan MPPT Pada Saat Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 600 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 20 Ohm.....	66
4.4.4 Hasil Pengujian Simulasi Sistem Solar Sel Menggunakan MPPT Pada Saat Kondisi PV Menerima Solar Irradiance 400 W/M <sup>2</sup> Dengan Beban R = 25 Ohm.....	68
4.6 Pengaruh Beban Terhadap Daya Output Panel Surya Tanpa Menggunakan MPPT.....	71
4.7 Perbandingan Hasil Simulasi Menggunakan MPPT dan Tanpa MPPT Dengan Beban Variasi.....	72
4.7.1 Hasil Simulasi Sistem Menggunakan MPPT dan Tanpa	



MPPT Pada Solar Irradiance 1000 W/M2 Dengan Beban Variasi .....	72
4.7.2 Hasil Simulasi Sistem Menggunakan MPPT dan Tanpa MPPT Pada Solar Irradiance 800 W/M2 Dengan Beban Variasi .....	73
4.7.3 Hasil Simulasi Sistem Menggunakan MPPT dan Tanpa MPPT Pada Solar Irradiance 600 W/M2 Dengan Beban Variasi .....	74
4.7.4 Hasil Simulasi Sistem Menggunakan MPPT dan Tanpa MPPT Pada Solar Irradiance 400 W/M2 Dengan Beban Variasi .....	75
4.7.5 Hasil Simulasi Sistem Menggunakan MPPT Dengan Variasi Solar Irradiance dan Beban 12 Ohm .....	76
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....	79
5.1 Kesimpulan .....	79
5.2 Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	81
<b>LAMPIRAN</b> .....	83

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1 Karakteristik utama metode – metode MPPT .....	23
3.1 Fungsi keanggotaan input 1.....	36
3.2 Fungsi keanggotaan input 2 .....	37
3.3 Fungsi keanggotaan output 1 .....	38
3.4 Aturan dasar FLC .....	40
4.1 Data teknik panel solar sel El Sol 50Watt model eS50236-PCm .....	45
4.2 Daya <i>maximum</i> hasil simulasi gabungan 4 buah panel solar sel .....	47
4.3 Rencana pengujian dan analisis simulasi panel solar sel tanpa MPPT .....	50
4.4 Perbandingan pengujian panel surya(1000W/m <sup>2</sup> ) .....	52
4.5 Perbandingan pengujian panel surya(800 W/m <sup>2</sup> ) .....	54
4.6 Perbandingan pengujian panel surya(600 W/m <sup>2</sup> ) .....	56
4.7 Perbandingan pengujian panel surya(400 W/m <sup>2</sup> ) .....	58
4.8 Pengujian daya maksimum gabungan 4 panel surya dengan beban berbeda.....	59
4.9 Rencana pengujian dan analisis simulasi panel solar sel dengan MPPT .....	18
4.10 Perbandingan hasil simulasi tanpa MPPT dan dengan MPPT (1000 W/m <sup>2</sup> ) .....	60
4.11 Perbandingan hasil simulasi tanpa MPPT dan dengan MPPT(800 W/m <sup>2</sup> ) .....	63
4.12 Perbandingan hasil simulasi tanpa MPPT dan dengan MPPT(600 W/m <sup>2</sup> ) .....	65
4.13 Perbandingan hasil simulasi tanpa MPPT dan dengan MPPT (400 W/m <sup>2</sup> ) .....	68
4.14 Pengujian dan analisis Simulasi panel solar sel MPPT dan tanpa MPPT .....	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Photovoltaic</i> .....	4
2.2 Grafik arus terhadap tegangan .....	6
2.3 Efek temperatur pada <i>photovoltaic</i> dalam tegangan.....	7
2.4 Efek temperatur pada <i>photovoltaic</i> dalam arus .....	8
2.5 Extra luasan panel PV dalam posisi data .....	9
2.6 Orientasi <i>array</i> pada panel surya.....	9
2.7 Rangkaian persamaan sel surya .....	10
2.8 <i>Buck converter</i> .....	11
2.9 Arah arus pada <i>PWM control</i> .....	12
2.10 <i>Boost converter</i> .....	15
2.11 arah arus pada <i>PWM control</i> .....	16
2.12 <i>Buck-boost converter</i> .....	19
2.13 Perubahan titik kerja PV akibat perubahan beban .....	23
2.14 Pulsa PWM .....	24
2.15 Sinyal PWM dengan berbagai <i>Duty cycle</i> .....	25
2.16 Struktur dasar logika fuzzy.....	26
3.1 Sistem pembangkit tenaga surya dengan menggunakan MPPT .....	29
3.2 <i>Simulink</i> modul PV .....	30
3.3 Subsistem dari modul PV .....	30
3.4 Modul PV dengan output <i>sim power simstems</i> .....	31
3.5 Subsistem dari modul PV dengan <i>output sim power simstems</i> .....	31
3.6 Nilai parameter modul surya El Sol 50Watt.....	32
3.7 Desain rangkaian boost converter dalam <i>sim power simstems</i> .....	35
3.8 Diagram blok PWM dalam <i>simulink</i> .....	36
3.9 Blok FLC dalam <i>simulink</i> MATLAB.....	36
3.10 Fungsi keanggotaan input tegangan.....	38
3.11 Fungsi keanggotaan input arus .....	39

3.12	Fungsi keanggotaan <i>duty cycle</i> .....	40
3.13	Beban dalam <i>sim power simstems</i> .....	42
3.14	subsistem beban dalam <i>sim power simstems</i> .....	42
3.15	Blok diagram proses simulasi dengan menggunakan MPPT .....	43
3.16	Diagram blok desain MPPT sistem dengan menggunakan MATLAB- <i>simulink</i> .....	44
4.1	Diagram blok simulasi solar sel.....	45
4.2	Karakteristik tegangan dan arus solar sel .....	46
4.3	Karakteristik tegangan dan daya solar sel .....	47
4.4	Blok simulasi <i>pulse width modulator</i> .....	48
4.5	Sinyal PWM dengan <i>duty cycle 25%</i> .....	49
4.6	Blok simulasi beban .....	50
4.7	Grafik hubungan arus dan resistansi hasil simulasi beban .....	50
4.8	Simulasi panel solar sel tanpa menggunakan MPPT.....	51
4.9	Kurva keluaran panel surya tanpa menggunakan MPPT(1000 W/m <sup>2</sup> ).....	52
4.10	Daya keluaran dengan beban variasi(1000 W/m <sup>2</sup> ).....	53
4.11	Kurva keluaran panel surya tanpa menggunakan MPPT(800 W/m <sup>2</sup> ).....	54
4.12	Daya keluaran dengan beban variasi(800 W/m <sup>2</sup> ).....	55
4.13	Kurva keluaran panel surya tanpa menggunakan MPPT(600 W/m <sup>2</sup> ).....	56
4.14	Daya keluaran dengan beban variasi(600 W/m <sup>2</sup> ).....	57
4.15	Kurva keluaran panel surya tanpa menggunakan MPPT(400 W/m <sup>2</sup> ).....	58
4.16	Daya keluaran dengan beban variasi(400 W/m <sup>2</sup> ).....	59
4.17	Tegangan keluaran sistem panel surya dengan MPPT(1000 W/m <sup>2</sup> ).....	62
4.18	Arus keluaran sistem panel surya dengan MPPT(1000 W/m <sup>2</sup> ).....	62
4.19	Daya keluaran sistem panel surya tanpa dan dengan MPPT(1000 W/m <sup>2</sup> ). ..	63
4.20	Tegangan keluaran sistem panel surya dengan MPPT(800 W/m <sup>2</sup> ).....	64
4.21	Arus keluaran sistem panel surya dengan MPPT(800 W/m <sup>2</sup> ).....	65
4.22	Daya keluaran sistem panel surya tanpa dan dengan MPPT(800 W/m <sup>2</sup> ). ....	65
4.23	Tegangan keluaran sistem panel surya dengan MPPT(600 W/m <sup>2</sup> ).....	67

4.24	Arus keluaran sistem panel surya dengan MPPT(600 W/m <sup>2</sup> ).....	67
4.25	Daya keluaran sistem panel surya tanpa dan dengan MPPT (600 W/m <sup>2</sup> ). ...	68
4.26	Tegangan keluaran sistem panel surya dengan MPPT(400 W/m <sup>2</sup> ).....	69
4.27	Arus keluaran sistem panel surya dengan MPPT(400 W/m <sup>2</sup> ).....	70
4.29	Daya keluaran dengan variasi beban .....	71
4.30	Daya untuk <i>solar irradiance</i> 1000 W/m <sup>2</sup> .....	73
4.31	Daya untuk <i>solar irradiance</i> 800 W/m <sup>2</sup> .....	74
4.32	Daya untuk <i>solar irradiance</i> 600 W/m <sup>2</sup> .....	75
4.33	Daya untuk <i>solar irradiance</i> 400 W/m <sup>2</sup> .....	76
4.34	Nilai parameter masukan <i>solar irradiance</i> yang digunakan .....	77
4.35	Respon daya dengan MPPT dengan variasi <i>solar irradiance</i> .....	77



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Simulasi Sistem Solar Sel Tanpa MPPT .....	83
A.1. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 1000 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 12 Ohm.....	83
A.2. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 800 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 16 Ohm.....	83
A.3. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 600 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 20 Ohm.....	84
A.4. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 400 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 25 Ohm.....	84
B. Hasil Simulasi Sistem Solar Sel Menggunakan MPPT .....	85
B.1. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 1000 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 12 Ohm.....	85
B.2. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 800 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 16 Ohm.....	85
B.3. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 600 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 20 Ohm.....	86
B.4. Saat kondisi PV menerima <i>solar irradiance</i> 400 W/m <sup>2</sup> dengan beban R = 25 Ohm.....	86