

**DESAIN MAXIMUM POWER POINT TRACKER PADA
PHOTOVOLTAIC**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh :

Johanes Yugo Kurniawan

05.50.0036

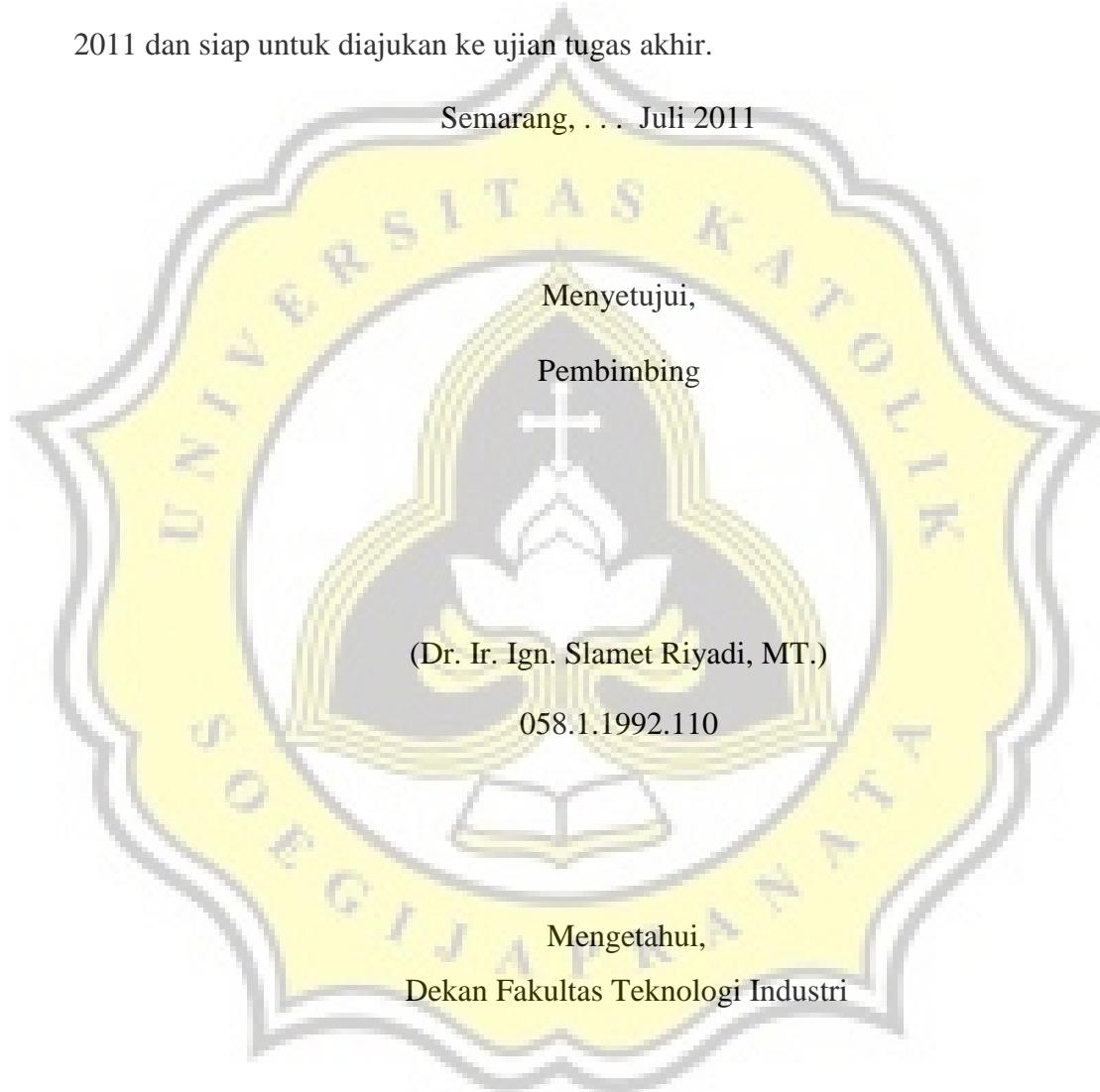
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2011

PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul "**Desain Maximum Power Point Tracker Pada Photovoltaic**" disetujui dan disahkan pada tanggal . . . Juli 2011 dan siap untuk diajukan ke ujian tugas akhir.

Semarang, . . . Juli 2011



(Dr. Florentinus Budi Setiawan, ST, MT)

058.1.1994.150

ABSTRAK

Krisis energi yang sekarang kita rasakan membuat kita harus berfikir untuk membuat energi alternatif dengan memanfaatkan energi yang berasal dari alam sebagai pengganti minyak bumi. Energi matahari akan diolah oleh solar cell, namun tegangan yang dihasilkan dari *solar cell* belum bisa maksimal, untuk itu diperlukan *MPP Tracker* yang berfungsi untuk memaksa PV menghasilkan daya yang maksimal karena tahanan beban yang terhubung ke PV yang melalui *MPP Tracker* akan dipandang sebagai tahanan dengan nilai terbesar sehingga akan selalu beroperasi di titik *mpp*.

Suatu *MPP Tracker* pada prinsipnya merupakan sebuah *DC-DC Converter*. *DC-DC converter* ada berbagai macam jenis yaitu *buck*, *boost* dan *buck-boost chopper*. *Buck chopper* memiliki keluaran yang rendah sedangkan *boost chopper* memiliki tegangan keluaran yang lebih tinggi dari pada tegangan masukannya serta *buck-boost chopper* yang bisa digunakan sebagai penaik dan penurun tegangan.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas tentang desain MPPT pada *photovoltaic*, yang bertujuan memaksimalkan energi yang dihasilkan sebuah PV. Untuk itu digunakan *boost chopper* dengan kontrol MPPT agar dapat menghasilkan daya yang besar dan maksimal.

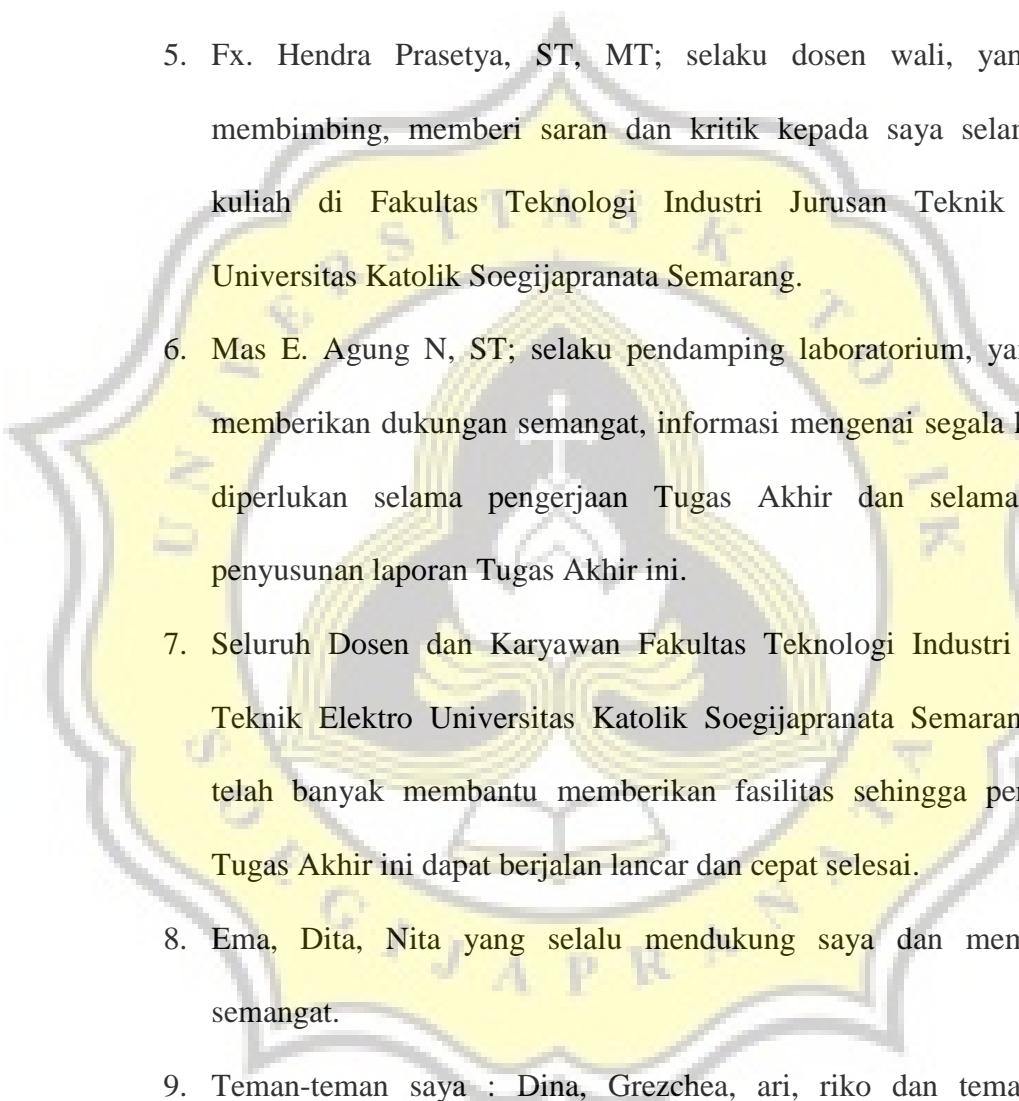
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan segala rahmat dan anugerahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporannya yang menjadi tugas studi penulis sebagai mahasiswa Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan data – data pengamatan dan pembelajaran (*literature*) yang diperoleh selama kuliah di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Pada kesempatan ini penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu selama pelaksanaan Tugas Akhir di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang dan penulisan laporannya yaitu :

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai setiap jalanku.
2. Papa, Mama, adik-adik saya Ana, Yudha yang telah memberikan dukungan materiil dan imateriil
3. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, ST, MT; selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNIKA Soegijapranata Semarang, yang telah memberikan saya ijin untuk melaksanakan Tugas Akhir di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

- 
4. Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT; selaku dosen pembimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, baik dalam penggerjaan alat telah memberikan saran, kritik, dan semangat hingga selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir.
 5. Fx. Hendra Prasetya, ST, MT; selaku dosen wali, yang telah membimbing, memberi saran dan kritik kepada saya selama saya kuliah di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
 6. Mas E. Agung N, ST; selaku pendamping laboratorium, yang telah memberikan dukungan semangat, informasi mengenai segala hal yang diperlukan selama penggerjaan Tugas Akhir dan selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
 7. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yang telah banyak membantu memberikan fasilitas sehingga penggerjaan Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar dan cepat selesai.
 8. Ema, Dita, Nita yang selalu mendukung saya dan memberikan semangat.
 9. Teman-teman saya : Dina, Grezchea, ari, riko dan teman-teman mudika St. Thomas.
 10. Teman – teman Fakultas Teknologi Industri : Hendy, Dedi, Freddy, Peppy, Joey, Billy dan seluruh teman - teman angkatan 2005.

Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan ini. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya, maka penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik dari berbagai pihak untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat hal – hal yang kurang berkenan dalam penulisan laporan ini.

Akhirnya besar harapan penulis bahwa laporan ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi kemajuan ilmu dan teknologi di lingkungan kampus Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Semarang, April 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Sistem Photovoltaic.....	7
2.2.1 Konsep Kerja PV	7
2.2.2 Sel, Modul, Array.....	9
2.2.3 Karakteristik PV.....	11
2.2.4 Aplikasi Solar Cell	11
2.3 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	13
2.4 DC-DC Konverter	14
2.4.1 Chopper Step-Down.....	16
2.4.2 Chopper Step-Up.....	18
2.4.3 Buck-Boost DC-DC Konverter	21
2.5 Chopper Sebagai MPPT	23

BAB III DESAIN MPPT PADA PHOTOVOLTAIC

3.1 Pendahuluan	25
3.2 Maximum Power Point Tracker (MPPT).....	25
3.3 DC-DC Chopper	27
3.4 Perancangan	28
3.4.1 Boost Chopper	29
3.4.2 Multiplier	35
3.4.3 Differensiator	36
3.4.4 Kontrol PI.....	37
3.4.5 Pulse Width Modulation (PWM)	38
3.4.6 Perancangan Rangkaian Driver Mosfet	39
3.4.7 Pembangkit Gelombang Segitiga	40

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan	42
4.2 Simulasi PSIM	42
4.2 Pengujian Pada Laboratorium	45
4.2.1 Pengujian PV Dengan Pembebanan Secara Langsung	45
4.2.2 Pengujian PV Dengan MPPT Dengan Menggunakan Boost Chopper	45
4.3 Pembahasan.....	50

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA 52

LAMPIRAN 53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Pemodelan Sel Surya Dalam Rangkaian Listrik	7
Gambar 2-2 Skema Sederhana Konstruksi Solar Cell	8
Gambar 2-3 Cell, Module, dan Aray.....	10
Gambar 2-4 Komponen Sistem PV.....	10
Gambar 2-5 Rangkaian Ekuivalen Solar Cell	11
Gambar 2-6 Karakteristik Solar Cell Pada Tiga Daerah Kondisi	11
Gambar 2-7 Solar Cell Digunakan Sebagai Atap Bangunan	12
Gambar 2-8 Aplikasi Solar Cell	13
Gambar 2-9 Kurva Maximum Power Point (MPP) PV	13
Gambar 2-10 Grafik MPPT	14
Gambar 2-11 Topologi Buck	17
Gambar 2-12 Rangkaian DC Konverter Tipe Step-Up	18
Gambar 2-13 Rangkaian ekuivalen Step – Up DC-DC Konverter	18
Gambar 2-14 Chopper Step-Up Dengan Beban RL.....	20
Gambar 2-15 Buck-Boost Konverter	22
Gambar 2-16 Konverter Flyback	23
Gambar 2-17 Rangkaian Chopper Sebagai MPPT	24
Gambar 3-1 Diagram Blok Cara Kerja MPPT Terhadap PV	25
Gambar 3-2 Titik operasi pada kurva I-V dari PV dengan koneksi beban secara langsung	26
Gambar 3-3 Titik operasi pada kurva P-V dari PV dengan koneksi beban secara langsung	26
Gambar 3-4 Pembebanan PV melalui MPP Tracker.....	27
Gambar 3-5 Diagram Block MPPT Menggunakan Boost Chopper	28
Gambar 3-6 Boost Chopper	29
Gambar 3-7 Boost Chopper Waktu Saklar Kondisi On	30
Gambar 3-8 Arus Induktor Pada Waktu Kondisi On	30
Gambar 3-9 Tegangan Transien Kapasitor Pada Kondisi On	31

Gambar 3-10 Boost Chopper Waktu Saklar Off	31
Gambar 3-11 Arus Pada Induktor Waktu Saklar Terbuka	31
Gambar 3-12 Kurva Perbandingan tahanan masukan keluaran dari boost	33
Gambar 3-13 Hasil Simulasi boost dengan nilai L=5m, R=100ohm, C=2200 μ	33
Gambar 3-14 Hasil Simulasi boost dengan nilai L=5m, R=100ohm, C=5000 μ	33
Gambar 3-15 Hasil Simulasi boost dengan nilai L=5m, R=100ohm, C=10000 μ ..	34
Gambar 3-16 Hasil Simulasi boost dengan nilai L=10m, R=100ohm, C=2200 μ ..	34
Gambar 3-17 Hasil Simulasi boost dengan nilai L=5m, R=100ohm, C=2200 μ	35
Gambar 3-18 Hasil Simulasi boost dengan nilai L=5m, R=100ohm, C=2200 μ	35
Gambar 3-19 Rangkaian Multiplier	35
Gambar 3-20 Rangkaian AD633.....	35
Gambar 3-21 Rangkaian Differensiator	36
Gambar 3-22 Rangkaian PI	38
Gambar 3-23 Sinyal Keluaran PWM	39
Gambar 3-24 Rangkaian Driver	40
Gambar 3-25 Pembangkit Gelombang Segitiga.....	41
Gambar 3-26 Gelombang Segitiga dari XR-2206.....	41
Gambar 4-1 Desain MPPT Menggunakan PSIM	43
Gambar 4-2 Hasil Simulasi (a) Arus Pada PV (b) Tegangan Pada PV	43
Gambar 4-3 Hasil Simulasi (a) Pengalian Arus dan Tegangan Pada IC AD633 (b) Keluaran MPPT Control.....	43
Gambar 4-4 Hasil Simulasi (a) Sinyal Pada MOSFET (b) Tegangan MPPT	44
Gambar 4-5 Hasil Simulasi (a) Tegangan PV (b) Tegangan Keluaran MPPT	44
Gambar 4-6 Rangkaian MPPT Menggunakan Boost Chopper.....	46
Gambar 4-7 Sinyal Tegangan PV Untuk Masukan IC AD633	46
Gambar 4-8 Sinyal Arus Masukan IC AD633	47
Gambar 4-9 Hasil Pengali Tegangan dan Arus pada IC AD633	47
Gambar 4-10 Hasil Pengali Dari Sinyal AD633 Setelah Melewati Defferensiator	48
Gambar 4-11 Hasil Sinyal Output Boost MPPT	48
Gambar 4-12 Grafik tabel 1	49

Gambar 4-9 Grafik tabel 249



DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Tabel Pengujian PV dengan Pembebanan Secara Langsung	45
Tabel 4-2 Tabel Pengujian Pertama dengan MPPT Menggunakan Boost Choper	48
Tabel 4-3 Tabel Pengujian Kedua dengan MPPT Menggunakan Boost Choper	49

