

KINERJA PHOTOVOLTAIC GRID CONNECTED SYSTEM

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh :

Freddy Setiawan

05.50.0021

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

2011

PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “**Kinerja Photovoltaic Grid Connected System**“ disetujui dan disahkan pada tanggal . . . Maret 2011 dan siap untuk diajukan ke ujian tugas akhir.

Semarang, . . . Mei 2011

Menyetujui,

Pembimbing

(Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT.)

058.1.1992.110

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT.)

058.1.1992.110

ABSTRAK

Krisis energi dunia membuat para pakar peneliti teknologi mencari solusi untuk mengatasi krisis energi, khususnya sektor energi listrik. Dalam perkembangannya, muncul beberapa inovasi dalam pemanfaatan energi alternatif. Salah satu alternatif pemanfaatan energi adalah pemanfaatan matahari sebagai sumber energi. Ada beberapa cara dalam memanfaatkan matahari, salah satunya dengan menggunakan teknologi *photovoltaic*, yaitu sebuah teknologi tenaga matahari yang menggunakan sel solar untuk mengubah cahaya dari matahari menjadi listrik.

Energi listrik yang dihasilkan oleh *photovoltaic* dapat dibedakan sebagai energi mandiri dan sebagai energi terintegrasi. *Photovoltaic* sebagai energi yang mandiri memerlukan baterai sebagai penyimpan energi jika tidak digunakan tetapi kelebihanannya adalah desainnya sederhana. Sedangkan *photovoltaic* sebagai energi terintegrasi tanpa memerlukan baterai sebagai penyimpan energi tetapi desainnya kompleks / lebih rumit. Di samping itu, teknologi *photovoltaic* ramah lingkungan dan bebas polusi.

Dan dalam Tugas Akhir ini akan dibahas tentang kinerja *photovoltaic grid connected system*. *Photovoltaic* terintegrasi dengan jala-jala PLN dengan injeksi arus terhadap beban.

KATA PENGANTAR

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

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

Dan pada kesempatan ini penulis juga tak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu selama pembuatan-pengujian alat hingga penyelesaian laporan Tugas Akhir di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yaitu :

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang memberi perlindungan dan kemurah-Nya.
2. Papa – Mama beserta keluarga, yang telah memberikan dukungan materiil dan imateriil.
3. Dr. Florentinus Budi Setiawan, ST, MT; selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNIKA Soegijapranata Semarang, yang telah memberikan 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 pengerjaan alat dan memberikan

saran, kritik, dan semangat hingga selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir.

5. Fx. Hendra Prasetya, ST, MT; selaku dosen wali, yang telah memberi bimbingan, saran dan kritik kepada penulis selama 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 dan memberi masukan - masukan yang diperlukan selama pengerjaan 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 pengerjaan Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar dan cepat selesai.
8. Seluruh teman – teman Fakultas Teknologi Industri terutama teman - teman angkatan 2005.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan ini.

Penulis juga menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya, besar harapan penulis untuk mendapatkan masukan, 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, semoga 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, Mei 2011

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pembatasan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Photovoltaic	5
2.3 MPPT (Maximum Power Point Tracking)	7
2.4 Topologi Konverter	8
2.4.1 DC-DC Konverter (Chopper)	8
2.4.2 Inverter	15
2.5 Kontrol Proportional Integral (PI)	18
2.6 Kontrol Hysterisis	19

2.7 Rangkaian Driver	20
2.8 Pembangkit Gelombang Segitiga	21
2.9 Rangkaian Multiplier	23
BAB III KONSEP KINERJA PHOTOVOLTAIC GRID CONNECTED SYSTEM	
3.1 Pendahuluan	24
3.2 MPP Tracker	25
3.3 Konverter Sebagai Sumber Arus Terkendali	27
3.4 Photovoltaic Grid Connected System	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pendahuluan	31
4.2 Simulasi PSIM	31
4.3 Pengujian Laboratorium	33
4.3.1 Pengujian Photovoltaic	33
4.3.2 Boost Chopper	34
4.3.3 Boost MPPT	35
4.3.4 Inverter	35
4.3.5 Arus Injeksi	39
4.3 Pembahasan	41
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Rangkaian Ekuivalen Solar Panel.....	6
Gambar 2-2 Kurva Karakteristik Photovoltaic.....	7
Gambar 2-3 Boost Chopper.....	9
Gambar 2-4 (a) Saat saklar buka (b) bentuk arus (c) tegangan keluaran.....	10
Gambar 2-5 (a) Rangkaian ekuivalen dan mode operasi (b) bentuk arus.....	12
Gambar 2-6 Boost dengan beban RL (a) rangkaian (b) mode 1 (c) mode 2.....	14
Gambar 2-7 Inverter satu fasa.....	16
Gambar 2-8 Kondisi setengah siklus positif.....	17
Gambar 2-9 Kondisi setengah siklus negatif.....	18
Gambar 2-10 Diagram blok kontrol PI.....	19
Gambar 2-11 Prinsip Hysterisis Band.....	20
Gambar 2-12 Optocoupler TLP 250.....	21
Gambar 2-13 Pembangkit gelombang Segitiga.....	22
Gambar 2-14 Gelombang segitiga yang dihasilkan XR 2206.....	22
Gambar 2-15 Rangkaian Multiplier.....	23
Gambar 3-1 Pembebanan photovoltaic melalui MPP Tracker.....	25
Gambar 3-2 Skema MPP Tracker.....	26
Gambar 3-3 Skema inverter dengan beban RL.....	27
Gambar 3-4 (a) inverter terkendali arus (b) perbandingan sinyal melalui komparator.....	28
Gambar 3-5 Diagram Blok Photovoltaic Grid Connected System.....	29

Gambar 3-6 Rangkaian Photovoltaic Grid Connected System.....	30
Gambar 4-1 Rangkaian simulasi photovoltaic grid connected system.....	32
Gambar 4-2 Hasil simulasi (a) arus sumber (b) arus injeksi pada kondisi panas.	32
Gambar 4-3 Hasil simulasi (a) arus sumber (b) arus injeksi pada kondisi mendung.....	33
Gambar 4-4 (a) Tegangan input (b) tegangan output (c) sinyal saklar pada boost.....	34
Gambar 4-5 Tegangan keluaran MPP Tracker.....	35
Gambar 4-6 Sinyal referensi yang diberikan pada rangkaian error inverter.....	35
Gambar 4-7 Sinyal (a) batas atas (b) batas bawah pada kontrol hysterisis.....	36
Gambar 4-8 Sinyal pada S1 dan S4 inverter.....	37
Gambar 4-9 Sinyal pada S2 dan S3 inverter.....	37
Gambar 4-10 Penggabungan S1-S4 dengan S2-S3 inverter.....	38
Gambar 4-11 Sinyal keluaran inverter.....	39
Gambar 4-12 Sinyal (a) arus sumber (b) arus injeksi pada kondisi panas.....	40
Gambar 4-13 Sinyal (a) arus sumber (b) arus injeksi pada kondisi mendun.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Photovoltaic dengan pembebanan secara langsung.....	33
---	----

