

**PROYEK AKHIR**

**PEMBUATAN RANGKAIAN PWM (REGULATOR) SEBAGAI PENSTABIL  
MASUKAN TEGANGAN KE BATERAI PADA SOLAR SELL**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Proyek Akhir Jurusan Teknik Elektro Sebagai  
Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya.*



**Oleh**

**HENGKI HARYADI  
NIM. 03265**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2012**

## **HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR**

**Judul** : Pembuatan Rangkaian PWM (Regulator) Sebagai Penstabil Masukan Tegangan Ke Baterai Pada Solar Sel

**Nama** : Hengki Haryadi

**BP / NIM** : 2008 / 03265

**Jurusan** : Teknik Elektro

**Program Studi** : Teknik Elektro (D3)

**Padang, Mei 2012**

**Disetujui Oleh  
Dosen Pembimbing,**

**(Hastuti, S.T, M.T.)**  
**NIP. 19760525 200801 2 018**

**Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**(Oriza Candra, ST, MT)**  
**NIP. 19721111 199903 1 002**

**HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR**

**Pembuatan Rangkaian PWM (Regulator) Sebagai Penstabil Masukan  
Tegangan Ke Baterai Pada Solar Sel**

**Oleh**

**Nama : Hengki Haryadi**

**Bp / Nim : 2008 / 03265**

**Program Studi : D3**

**Jurusan : Teknik Elektro**

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji**

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Negeri Padang**

**Pada Tanggal 24 April 2012**

**Dewan Penguji :**

**Nama**

**Tanda Tangan**

**Ketua : Hastuti, S.T,M.T**

\_\_\_\_\_

**Anggota : Drs. Amirin S, M.Pd**

\_\_\_\_\_

**Anggota : Drs. Bustamam**

\_\_\_\_\_

**Ketua Program Studi  
D3 Teknik Elektro,**

**Dosen Pembimbing,**

**Irma Husnaini, ST, MT  
NIP. 19720929199903 2 002**

**Hastuti, S.T,M.T  
NIP. 19760525 200801 2 018**

## PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bertagwalah kamu kepada Allah  
Allah akan memberikan pekerjaan (ilmu) kepadamu  
(QS Al Bagarah: 282)

Sesungguhnya...

Di samping kesulitan ada kemudahan dan kelonggaran.  
Oleh karena itu bila engkau telah selesai dari suatu pekerjaan,  
maka bersusah payahlah untuk urusan yang lainnya dengan  
teknun.

(QS Al Insyirah: 6-7)

Ya Rabbi ....

Puji syukur atas

Semua nikmat-Mu ini

Kumohon janganlah jadikan pada diriku

Kesombongan atas rahmat-Mu ini

Karena kesombongan itulah yang akan  
Menjatuhkan dan menjadi batu sandungan  
Bagi hidup dan kehidupanku ini.

Kusujudkan ragaku dan ruhku pada Mu Ya Allah Atas berkah  
yang Engkau berikan Yang telah menerangi jalan menggapai  
masa depan

Disaat semuanya begitu samar tak berarah

Lindungi aku selalu Yaa Allah.....

untuk menjaga berkah yang telah Engkau berikan

Semoga kelak menjadi amanah bagiku untuk diamalkan.

Amin...

Dalam tetes air mata syukurku, kumohon kepada-Mu  
jiwa yang tenang, yang mengimani akan perjumpaan  
dengan-Mu, mensyukuri nikmat-Mu, meredhoi  
penetapan-Mu dan merasa cukup dengan pemberian-Mu

Amin.....

Kupersembahkan karya ini untuk orang-orang yang ku sayang.....

Special Thanks To.....

*AYAH [SYURYADI] dan IBU [Harmaini] makasih Ayah dan Ibu,  
atas jasa dan pengorbanan yang tidak akan pernah bisa ku balas  
walaupun dengan sagunuang ameh....maupun salauik parmato....  
mudah-mudahan setelah wisuda Hengki bisa langsung dapat  
kerja.....*

*Ayah .....*  
*Setiap tetes keringat dan deru hela nafasmu  
adalah Penyemangat hidup ku....*

*Ibu...*  
*Setiap sentuhan syahdu kasih sayangmumu adalah pendorong  
Semangatku dikala lelah...*

*Pengorbanan tanpa batas....*  
*Kasih sayang dan dukungan yang selalu memacu  
semangatku....*

*Kakak ku tersayang (Rita)*  
*Kakak ku tersayang (Suci)*  
*Adikku tersayang (Wahyu),*

*Kemudian etek (Sunartik) dan apak (yunis)*  
*Yang telah memberikan perhatian....*  
*dan motivasi sehingga aku mampu menepis duri yang  
mencoba menghalangi langkah keberhasilan ku.....*

*Kepada semua keluargaku yang ku sayangi, ku akan  
membuat kalian bangga, terutama AYAH dan IBU  
akhirnya anak AYAH dan IBU bisa wisuda, walau  
kehidupan kita susah, tapi berkat keyakinan, kerja keras, dan  
niat yang baik hingga akhirnya AYAH dan IBU bisa  
membiayai pendidikan anak AYAH dan IBU sampai  
wisuda....*

*I LoVE U AYAH (SYURYADI).....*  
*I LoVE U IBU (HARMAINI).....*

*Untuk My Girl [Julia Yusa Fitri] Cupit ifit askha...  
Makasih telah menemani ku dikala suka maupun duka...  
Bahkan kamu bisa membangkitkan aku dari keterpurukan,  
Terimakasih atas support dan motivasi yang telah Sayang berikan.  
Walaupun ku agak keras kepala,  
tapi Sayang selalu sabar dalam menghadapiku...  
I love U Fitri .....*

***Thank's To :***

***My Friend's***

*Arif, ijal Dendi, dan Riko (kawan-kawan akhirnya awak bisa wisuda samo...),  
Ketua (mak itam) rido solok, Pandy, Mitra, dan Arianto ( lanjutkan bimbingannya),  
Rici (jin), Vika (one), Ulul, Ary, dan Bobby masuk an la judul lai, jan nunggu besok yo.  
Yodi (labi) serius la ang buek TA lai... Pokoknyo anak-anak Comel 08 kasadonyo... I  
love YOU all friends.*

*Terima Kasih atas dukungan kalian semua, kompak slaluuu.....*

*Thanks to Mahasiswa Elo ...Semua Mahasiswa Elo yang tidak dapat disebutkan  
satupersatu Mukasi banyak Dukungan dan bantuan salamoko....*

***Thank all***

*"Kebahagiaan hakiki sesungguhnya adalah disaat kita  
bisa membuat orang tua dan orang-orang yang kita  
sayangi bahagia" .....*

*Padang , Mei 2012*





### SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hengki Haryadi  
NIM/BP : 03265/2008  
Program Studi : D3  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa proyek akhir saya ini dengan judul : *Pembuatan Rangkaian PWM (Regulator) Sebagai Penstabil Masukan Tegangan Ke Baterai Pada Solar Sel*, adalah benar merupakan hasil karya saya bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Mei 2012

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Saya yang menyatakan

Oriza Candra, ST, MT  
NIP. 1972111119903 1 002

Hengki Haryadi  
NIM.03265/2008



## ABSTRAK

**Hengki Haryadi** (03265-2008), Pembuatan Rangkaian Pwm (Regulator) Sebagai Penstabil Masukan Tegangan ke Baterai Pada Solar Sell

**Pembimbing : Hastuti, S.T. , M.T.**

Kebutuhan akan listrik baik untuk kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum dan perumahan sangat meningkat. Tetapi, peningkatan kebutuhan listrik ini tidak diiringi oleh penambahan pasokan listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, energi surya dipilih sebagai energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik. Alat yang digunakan adalah sel surya, karena dapat mengkonversikan langsung radiasi sinar matahari menjadi energi listrik (proses fotovoltaiik). Agar energi surya dapat digunakan pada malam hari, maka pada siang hari energi listrik yang dihasilkan disimpan terlebih dahulu ke baterai yang dikontrol oleh regulator. dengan adanya rangkaian regulator pada PLTS, pengisian baterai pada PLTS pada setiap harinya selalu stabil sehingga tidak terjadi pengisian yang berlebihan (*over charging*).

Keluaran regulator langsung dihubungkan dengan beban – beban DC. Dari simulasi PLTS yang dibuat, menghasilkan tegangan nominal sebesar 12 V dan daya maksimum sebesar 60 W.

Kata kunci : panel surya, regulator, accumulator.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah memberi rahmat, nikmat, taufik dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini. Kemudian salawat dan salam penulis kirimkan untuk junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Diploma III di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, yang berjudul **Perancangan Rangkaian PWM (Regulator) Sebagai Penstabil Masukan Tegangan Ke Baterai Pada Solar Sell.**

Dalam menyelesaikan laporan ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan semangat, perhatian dan kasih sayang pada penulis selama ini.
2. Drs. Ganefri, MPd, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Oriza Candra, MT, Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Irma Husnaini, S.T,M.T, Selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
5. Drs. Hambali, M.Kes, Selaku Penasehat Akademik Program Studi Teknik Elektro.

6. Hastuti, S.T, M.T, Selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir ini, yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan.
7. Drs. Amirin. S, M.Pd, dan Drs. Bustamam Selaku Tim Pengarah.
8. Staf Pengajar, Teknisi, serta Staf Administrasi Jurusan Teknik Elektro angkatan 2008-2012.
9. Semua rekan-rekan seperjuangan khususnya mahasiswa teknik elektro angkatan 2008.
10. Serta semua pihak tidak bisa di sebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan saran dan motivasi untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun untuk kesempurnaan Proyek Akhir ini.

Semoga Proyek Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak dan bernilai ibadah disisi ALLAH SWT, dan akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, April 2012  
Penyusun

**(Hengki Haryadi)**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan.....	4
E. Manfaat.....	5
<b>BAB 11. LANDASAN TEORI</b>	
A. Bagian-bagian dari PLTS secara umum.....	6
1. Generator Fotovoltaik.....	6
2. Sistem Pengaturan solar sell .....	6
3. Sistem Penyimpanan energi.....	10
4. Sistem Beban.....	10

B. Sel Surya.....	10
C. Penyimpanan Energi Listrik .....	11
D. Komponen Regulator .....	14
1. Resistor .....	15
2. Transistor .....	18
3. Ic (intergrated circuits).....	20
4. Dioda.....	22
5. Kabel.....	23
 <b>BAB III PERANCANGAN ALAT</b>	
A. Langkah-langkah Pengerjaan Alat .....	25
B. Perancangan Alat .....	30
1. Prinsip Kerja PLTS Yang Dibuat.....	30
2. Penentuan Komponen.....	33
C. Persiapan Alat dan Bahan.....	44
D. Pembuatan Alat .....	47
E. Pengujian PLTS .....	48
 <b>BAB IV ANALISA DATA</b>	
A. Data dan Analisa Data .....	50
B. Pembahasan .....	52
 <b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	56
B. Saran dan Harapan .....	56
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## **LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN 1. SPESIFIKASI BAHAN SEMIKONDUKTOR**

A. Spesifikasi Dioda 6a.....	58
B. Spesifikasi IC LM317T .....	59
C. Spesifikasi Dioda IN4002.....	60
D. Spesifikasi Transistor 2SD438.....	61
<b>LAMPIRAN 2. SKEMA RANGKAIAN REGULATOR .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN 3. LAY OUT PCB/ JALUR PRT REGULATOR.....</b>	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jenis Regulator.....	9
2. Struktur Sel Surya .....	11
3. Bentuk Nyata dari Sel Surya dan Panel Surya .....	11
4. Prinsip Pengosongan dan Pengisian Akumulator.....	12
5. Bentuk Nyata dari Akumulator .....	14
6. Bentuk Nyata dari Resistor .....	15
7. Rangkaian Voltage Divider .....	17
8. Konstruksi Dasar Transitor BJT.....	19
9. Simbol Skematis Transitor BJT.....	19
10. Simbol IC LM317T (Kiri) dan Bentuk dari LM317T .....	21
11. Aplikasi IC LM317T sebagai Regulator Variabel .....	21
12. Aplikasi IC LM317T sebagai pengisi baterai .....	22
13. Simbol Dioda .....	23
14. Diagram Alir Pembuatan Simulasi PLTS .....	25
15. Rangkaian Regulator yang dirancang .....	26
16. Tata Letak Komponen dari Regulator PLTS yang dibuat.....	27
17. PCB dari Regulator PLTS yang telah dibuat .....	28
18. Panel depan dan belakang Regulator .....	29
19. Diagram Blok PLTS yang dirancang .....	30
20. Pengarahan panel Surya PV ke khatulistiwa/arah matahari.....	37
21. Diagram blok dari regulator yang dirancang .....	37
22. Rangkaian Proteksi I .....	38
23. Rangkaian Proteksi 2 .....	40
24. Rangkaian Proteksi 3 .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kode warna resistor .....	16
2. Beban pemakaian dari simulasi PLTS yang dirancang perhari.....	34
3. Peralatan yang digunakan untuk regulator.....	
4. Bahan yang digunakan untuk regulator .....	45
5. Hasil Pengukuran Rangkaian Regulator Dengan Menggunakan power suplay sebagai sumber .....	50
6. Hasil pengujian PLTS .....	52

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Kebutuhan listrik baik untuk kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum dan perumahan sangat penting. Karena listrik merupakan salah satu kebutuhan oleh manusia. Peningkatan kebutuhan listrik ini tidak diiringi oleh penambahan pasokan listrik untuk konsumen sehingga perusahaan listrik di Indonesia khususnya PLN (Perusahaan Listrik Negara) menghimbau kepada seluruh konsumennya agar melakukan penghematan listrik dari pukul 17.00 – 22.00. Dengan cara ini diharapkan krisis ketenagalistrikan tidak terjadi, dapat diminimalisir sedini mungkin. Bagi para konsumen yang ingin memasang saluran listrik baru yang daerahnya belum tersalurkan aliran listrik dari PLN terutama di daerah – daerah terpencil bisa menikmati energi listrik. Dengan dasar inilah saya merancang sebuah pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi cahaya matahari. Dimana energi listrik tenaga surya ini dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif khususnya bagi perumahan di daerah terpencil ataupun untuk keperluan lainnya. Pemanfaatan energi surya ini dipilih karena bisa menjadi alternatif mengurangi krisis kelistrikan, karena Indonesia merupakan negara tropis yang berada di jalur khatulistiwa. Didalam proyek akhir ini pemanfaatan energi surya menggunakan proses fotovoltaik, yaitu dengan cara mengkonversikan secara langsung energi surya menjadi energi listrik.



Dimana hal ini hanya bisa dilakukan dengan menggunakan suatu bahan yang umum dinamakan dengan nama sel surya (*solar cell*). Sel surya ini hanya dapat bekerja dengan optimal jika sel surya ini mendapat sinar matahari. Dengan dirancangnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini diharapkan baik konsumen di daerah pedesaan / terpencil maupun konsumen lainnya yang berminat, dapat menikmati energi listrik dengan cara membuat sendiri sebuah PLTS yang siap pakai.

Tanpa ada rangkaian regulator maka kita tidak dapat melindungi baterai agar tidak digunakan melebihi batas yang telah ditentukan, pengaturan kapan batere harus diisi, kapan pengisiannya harus dihentikan dan kapan hubungan ke beban harus diputus ini dikerjakan secara otomatis. Oleh sebab itu rangkaian PWM (regulator) ini sangat membantu untuk menjaga daya tahan baterai selalu awet dan tahan lama.

SESF (Sistem Energi Surya Fotovoltaik) dikenal dengan istilah generator fotovoltaik yang berfungsi mengubah radiasi matahari menjadi listrik secara langsung (*direct conversion*). Besar energi listrik yang dihasilkan oleh SESF tergantung pada intensitas radiasi matahari setempat merupakan suatu sub sistem yang berfungsi mengubah intensitas matahari menjadi listrik. Sub sistem generator fotovoltaik pada umumnya terdiri dari serangkaian modul – modul fotovoltaik yang terpasang secara kombinasi seri dan paralel tergantung pada tegangan dan daya kerja yang dibutuhkan. Modul fotovoltaik terdiri atas susunan sel surya atau sel fotovoltaik yang dirangkai secara seri, paralel, ataupun gabungan seri dan paralel. Sel fotovoltaik yang banyak

digunakan dewasa ini pada umumnya jenis teknologi kristal dan berbasis Silikon. Sigalingging, (1994:37) menyatakan bahwa regulator merupakan suatu peralatan yang dilengkapi dengan rangkaian elektronik yang berfungsi untuk pengaturan arus pengisian batere (penyimpanan) secara otomatis. Primantara (1994:1) juga menyatakan bahwa pekerjaan pengaturan kapan batere harus diisi, kapan pengisiannya harus dihentikan dan kapan hubungan ke beban harus diputus ini dikerjakan secara otomatis dengan menggunakan alat yang disebut regulator.

Prinsip regulator tipe paralel mempunyai saklar pemutus elektronik pada proses pengisian dipasang secara paralel diantara modul dan baterai. Cara kerjanya adalah jika tegangan pada batere lebih kecil dari tegangan panel surya, maka arus listrik dari panel surya akan mengalir menuju batere (mengisi batere). Jika muatan batere telah penuh atau tegangan pada dioda nol / seimbang, maka proses pengisian batere selesai. Karena muatan pada batere telah penuh maka regulator akan bekerja untuk menghidupkan sakelar elektronik. Dimana jika sakelar elektronik pada rangkaian ON maka aliran listrik tidak akan mengalir ke batere. Untuk regulator tipe seri saklar elektronik dipasang secara seri antara modul dan batere. Cara kerjanya adalah saat muatan pada batere lemah / kosong maka rangkaian regulator akan bekerja untuk menggerakkan sakelar elektronik yang dipasang seri antara panel, dioda *Schottky* dan batere. Jika muatan pada batere penuh, maka regulator akan bekerja untuk memutuskan sakelar elektronik. Pada umumnya regulator tipe seri banyak digunakan pada rangkaian keluaran untuk

melindungi agar batere tidak digunakan melebihi batas yang telah ditentukan, yaitu batas terendah pengosongan yang diijinkan (sebesar 10.5 *Volt* untuk batere 12 *Volt*). Regulator seri digunakan untuk melindungi batere.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka yang menjadi permasalahan adalah bagaimana merancang dan membuat rangkaian PWM (**regulator**) sebagai penstabil masukan tegangan ke baterai pada SOLAR SELL sehingga dapat menghasilkan energi listrik yang siap dipakai kapan saja.

## **C. Batasan Masalah**

Karena luasnya permasalahan yang dipaparkan di atas, maka Perancangan ini dibatasi ruang lingkupnya pada pembuatan rangkaian PWM (regulator) pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dapat menghasilkan listrik arus searah (DC) dengan tegangan sebesar 12V.

## **D. Tujuan**

Adapun tujuan dari perancangan dan pembuatan rangkaian PWM (regulator) sebagai penstabil masukan tegangan ke baterai pada pembangkit listrik tenaga surya.

1. Membuat regulator yang dilengkapi dengan rangkaian elektronik yang berfungsi untuk pengaturan arus pengisian batere (penyimpanan) secara otomatis.

2. Pada regulator yang dibuat dapat melindungi baterai sehingga tidak melebihi batas yang telah ditentukan 21,978Ah, dapat mengatur kapan batere harus diisi, dan kapan pengisiannya harus dihentikan, serta kapan hubungan ke beban harus diputus secara otomatis.

#### **E. Manfaat**

Adapun beberapa manfaat dari penyusunan Tugas Akhir yang berjudul Perancangan dan Pembuatan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini, diantaranya :

1. Agar masyarakat memahami tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) serta dapat memanfaatkan seluruh energi yang ada di alam ini, khususnya energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik yang sangat mudah didapatkan secara mudah di kepulauan Indonesia.
2. Secara tidak langsung kita dapat membantu PLN dalam berhemat listrik, sehingga terjadinya krisis ketenagalistrikan dapat diminimalkan.
3. Apabila ada masyarakat yang berminat dengan PLTS ini maka saya bisa membantu seperti apa yang saya buat pada proyek akhir ini.