

**PEMILIHAN SOLAR CELL SEBAGAI
SUMBER ENERGI PADA MOBIL LISTRIK**



SKRIPSI

**Untuk memenuhi persyaratan gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

HIDAYATULAMIN

03111304018

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

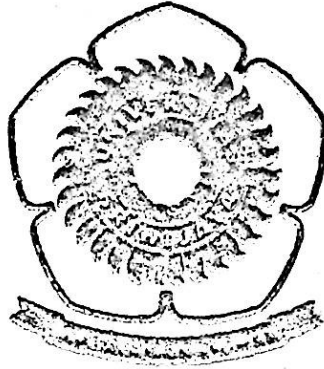
2014

S
622.312 07

L 5503/5540

Hid
P
2014

**PEMILIHAN SOLAR CELL SEBAGAI
SUMBER ENERGI PADA MOBIL LISTRIK**



SKRIPSI

Dibuat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Sriwijaya

Oleh:

HIDAYATULAMIN

03111304018

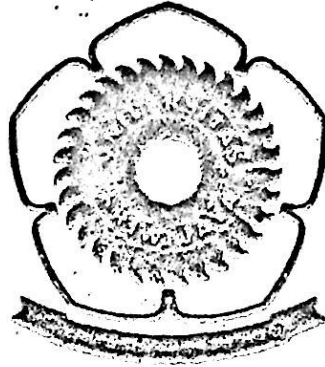
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

PEMILIHAN SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA MOBIL LISTRIK



SKRIPSI

Dibuat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Sriwijaya

Oleh:

HIDAYATULAMIN

03111264018

Pembimbing Utama,



Ir. Sri Agustina, M.T
NIP. 196108181990032003

Palembang, Agustus 2014
Mengetahui,
Sr Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Sariman, M.S
NIP. 19580707 198703 1004

ABSTRAK

Semakin kompleksnya permasalahan sehubungan dengan penggunaan bahan bakar fosil, mendorong ilmuan untuk mengembangkan energi baru dan terbarukan seperti solar sel. Terlebih lagi penggunaan solar cell pada mobil listrik. Mobil listrik sedang dikembangkan oleh banyak pihak, termasuk mahasiswa unsri jurusan teknik elektro tahun 2013, yang telah membuat mobil listrik dengan menggunakan daya motor 90W salah satu sumber energi alternatifnya adalah solar cell. Dengan bertujuan mengembangkan mobil listrik tersebut teman kami Nalaprana Nugroho mahasiswa unsri jurusan teknik elektro pada bulan mei 2013 telah menyelesaikan evaluasi pada penentuan motor dc untuk digunakan dalam pembuatan mobil listrik yang akan mendatang, yaitu sebesar 21,6 kW.

Dengan melakukan studi literatur dan juga dianalisa, maka didalam pemilihan jenis solar cell yang akan digunakan telah mendapatkan dua alternatif pilihan solar cell, yaitu solar cell thin film dan solar cell polycrystalline. Dari kedua alternatif ini, masing-masing jenis solar cell memiliki keunggulan dan kelemahan tersendiri. Dan didalam perhitungan, untuk memenuhi kebutuhan daya motor sebesar 21,6 kW. Dengan menggunakan solar cell sebesar 300 Wp, maka jumlah solar cell yang dibutuhkan adalah sebanyak 12 buah solar cell. Dan untuk kestabilan daya yang akan dihasilkan oleh solar cell, kamipun telah menggunakan inverter yang berfungsi sebagai stabilizer.

MOTTO :

- ◆ **” Sesungguhnya disamping kesulitan itu ada kemudahan”
(Alam Nasyrat – 6)**

- ◆ **” Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar ”
(Al-Baqarah – 153)**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan karunian-nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

Ibu Ir. Sri Agustina, M.T., Sebagai Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan bantuan serta saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Sariman, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Segenap Dosen dan staff administrasi Teknik Elektro Universitas Sriwijaya kampus Palembang.
4. Orang tua saya dan saudaraku yang telah memberikan semangat dan dukungan serta doa untuk saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Semua teman baikku yang sama-sama berjuang meraih sukses.
6. Teman-teman di jurusan Teknik Elektro D3-S1 angkatan 2011, terima kasih atas kebersamaan selama ini.

Penulis berharap agar Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap semoga tulisan ini memberikan manfaat kepada kita semua, terutama untuk penulis sendiri.

Palembang, Juli 2014

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-2
1.3 Pembatasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penulisan.....	I-3
1.5 Metode Penulisan	I-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Matahari.....	II-1
2.1.1 Spektrum Elektromagnetik (EM)	II-2
2.1.2 Radiasi Matahari.....	II-7
2.1.3 Parameter Letak Matahari.....	II-8
2.1.4 Deklanasi Matahari (<i>Solar Declanation</i>).....	II-9
2.1.5 <i>Solar Hour Angel</i>	II-10
2.1.6 <i>Solar Altitude Angel</i>	II-11
2.1.7 Sudut Terbit dan Terbenam Matahari.....	II-11
2.1.8 Pengumpulan Radiasi Matahari (<i>Collectors Solar</i>).....	II-12
2.1.9 <i>Flat Plat Collectors</i>	II-13

2.1.10 Pelacakan Kolektor (<i>Tracking Collectors</i>)	II-15
2.1.11 Pemusatan/Konsentrasi Kolektor	II-16
2.1.12 <i>Solar Pond Collectors</i>	II-18
2.1.13 <i>Photo-Optical Collectors</i>	II-19
2.2 <i>Photovoltaic (PV) Cells (Solar Cell)</i>	II-21
2.2.1 Sejarah Teknologi <i>Solar Cell</i>	II-21
2.2.2 Efek Fotoelektrik (<i>Photo-electric Effect</i>).....	II-24
2.2.3 Prinsip Kerja <i>Solar Cell</i>	II-30
2.2.4 Perkembangan <i>Solar Cell</i>	II-35
2.2.4.1 Generasi Pertama	II-35
2.2.4.2 Generasi Kedua.....	II-37
2.2.4.3 Generasi Ketiga.....	II-38
2.2.5 Faktor Pengoperasian <i>Solar Cell</i>	II-40
2.3 Inverter.....	II-40
2.3.1 Dioda.....	II-42
2.3.2 Kapasitor	II-43
2.3.2.1 Kapasitansi.....	II-44
2.3.2.2 Rangkaian Kapasitor	II-46
2.3.2.3 Fungsi Kapasitor	II-46
2.3.2.4 Tipe Kapasitor.....	II-47
2.3.3 Resistor	II-49
2.3.3.1 Jenis Resistor	II-50
2.3.3.2 Penandaan Resistor	II-52
2.3.4 <i>Integrated Circuit (IC)</i>	II-53
2.3.4.1 IC LM2587	II-54

BAB III METODOLOGI

3.1 Metodologi Penelitian	III-1
3.2 <i>Flowchart</i>	III-1

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Pemilihan <i>Solar Cell</i>	IV-1
---------------------------------------	------

4.1.1 Alternatif Pertama.....	IV-1
4.1.2 Alternatif Kedua	IV-3
4.2 Perhitungan dan Analisa <i>Solar Cell</i>	IV-5
4.3 Inverter.....	IV-7

BAB V Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gelombang Elektromagnetik	II-2
Gambar 2.2 Panjang Gelombang dan Frekuensi	II-3
Gambar 2.3 Spektrum Matahari	II-4
Gambar 2.4 Perkiraan Spektrum Elektromagnetik yang Sampai ke Bumi.....	II-6
Gambar 2.5 Spektrum Elektromagnetik	II-6
Gambar 2.6 Persentase Radiasi Matahari	II-7
Gambar 2.7 Radiasi Matahari dengan Sebuah Permukaan.....	II-8
Gambar 2.8 Variasi Deklanasi Matahari.....	II-9
Gambar 2.9 Ketinggian Sudut Matahari	II-11
Gambar 2.10 Flat Plat <i>Collectors</i>	II-13
Gambar 2.11 Kolektor Energi Matahari	II-14
Gambar 2.12 Kolektor Panel Datar	II-15
Gambar 2.13 Bentuk Parabola Cermin dan Parabola Linier.....	II-16
Gambar 2.14 Permukaan Tunggal dan Ekuivalen Fresnel	II-17
Gambar 2.15 Garis dan Titik Fokus Oleh Perubahan Cermin	II-18
Gambar 2.16 Kolam Surya.....	II-19
Gambar 2.17 Sistem Kolektor Fiber Optik	II-20
Gambar 2.18 Bentuk Fisik <i>Solar cell</i>	II-23
Gambar 2.19 Grafik Sel Surya dalam Keadaan Normal.....	II-24
Gambar 2.20 Pengaruh Intensitas Cahaya pada Fotolistrik	II-25
Gambar 2.21 Intensitas Cahaya Terhadap Fotolistrik	II-26
Gambar 2.22 <i>Stopping Potensial</i>	II-26
Gambar 2.23 Struktur <i>Solar cell</i>	II-31
Gambar 2.24 Ilustrasi Perpindahan Elektron dan Hole Pada Daerah Deplesi Tipe P & N	II-33
Gambar 2.25 <i>Solar cell Monocrystalline</i>	II-36
Gambar 2.26 <i>Solar cell Polycrystalline</i>	II-36
Gambar 2.27 <i>Solar cell Thin Film</i>	II-37

Gambar 2.28 <i>Solar cell</i> Organik.....	II-39
Gambar 2.29 Simbol Inverter.....	II-41
Gambar 2.30 Simbol dan Struktur Dioda	II-42
Gambar 2.31 Dioda dengan Bias Maju.....	II-43
Gambar 2.32 Dioda dengan Bias Mundur	II-43
Gambar 2.33 (a) Struktur Kapasitor	
(b) Kapasitor	II-44
Gambar 2.34 Kapasitor yang Dirangkai Seri.....	II-46
Gambar 2.35 Kapasitor yang Dirangkai Paralel.....	II-46
Gambar 2.36 (a) Simbol Resistor	
(b) Resistor.....	II-50
Gambar 2.37 (a) Simbol Potensiometer	
(b) Potensiometer	II-51
Gambar 2.38 (a) Simbol Trimpot	
(b) Trimpot.....	II-51
Gambar 2.39 <i>Integrated Circuit</i> (IC)	II-54
Gambar 2.40 IC LM2587.....	II-54
Gambar 2.41 Simbol IC LM2587.....	II-55
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pemilihan dan Perhitungan	III-2
Gambar 4.1 <i>Solar cell Thin Film</i>	IV-2
Gambar 4.2 <i>Solar cell Polycrystalline</i>	IV-4
Gambar 4.3 <i>Solar cell</i> yang Disusun Secara Seri.....	IV-6
Gambar 4.4 <i>Solar cell</i> yang Disusun Secara Paralel	IV-6
Gambar 4.5 Rangkaian Inverter	IV-8
Gambar 4.6 Gambar Gelombang DC yang Stabil	IV-10

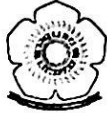
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Variasi Sudut Jam Matahari	II-10
Tabel 2.2 Fungsi Kerja Fotoelektrik.....	II-29
Tabel 2.3 Konstanta Bahan (k).....	II-45
Tabel 2.4 Kode Warna Resistor	II-53

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran I Datasheet IC LM2587



BAB I
PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Banyak para ilmuwan dan masyarakat mengkhawatirkan kondisi yang semakin memburuk karena efek dari rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global dan semua jenis polusi di dunia umumnya menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara yang dapat merusak lapisan ozon. Kita ketahui bahwa bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui dan cadangannya semakin menipis. Saat ini banyak ilmuwan dan para pelajar mencoba untuk mengembangkan energi terbarukan seperti *solar cell*, energi angin dan lain sebagainya.

Hal ini mendorong penggunaan *solar cell* dalam berbagai bidang seperti penggunaan *solar cell* pada mobil listrik, pada rumah tangga dan lain-lain. Terlebih lagi penggunaan *solar cell* pada mobil listrik. Dengan banyaknya permintaan akan konsumsi kendaraan pada daerah berkembang, membuat orang mulai memikirkan untuk membuat kendaraan yang lebih ekonomis dan aman akan polusi udara. Mobil listrik ini sedang gencar-gencarnya dikembangkan oleh banyak pihak, termasuk mahasiswa unsri jurusan teknik elektro tahun 2013. Mahasiswa-mahasiswa ini membuat mobil listrik dengan menggunakan daya motor 90W yang salah satu sumber energi alternatifnya adalah *solar cell*. Dimana saudara Sandi Suta Negara dengan skripsi yang berjudul “Studi *Solar Cell* Sebagai Sumber Energi Alternatif Sebagai Penggerak Mobil Listrik” dan jenis *solar cell* yang digunakan adalah *solar cell monocrystalline 50 Wp*.

Dengan bertujuan mengembangkan mobil listrik teman kami Nalaprana Nugroho mahasiswa unsri jurusan teknik elektro pada bulan mei 2014 telah menyelesaikan evaluasi pada penentuan motor dc untuk digunakan dalam pembuatan



BAB I PENDAHULUAN

mobil listrik yang akan mendatang dengan judul “Evaluasi Motor DC (*Direct Current*) Sebagai Penggerak Mobil Listrik”. Dalam studi literturnya saudara Nalaprana Nugroho telah menentukan motor dc yang akan digunakan pada mobil listrik dengan daya sebesar 21,6 kW.

Dengan telah ditentukannya daya yang akan digunakan pada pembuatan mobil listrik yang selanjutnya. Penulis mempunyai inisiatif untuk menganalisa ulang pembuatan mobil listrik ini secara *literature*, terutama pada pemilihan *solar cell* yang akan digunakan untuk pembuatan mobil listrik yang akan dikembangkan oleh peneliti selanjutnya.

Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis mengambil inisiatif untuk membuat tugas akhir dengan judul : “PEMILIHAN *SOLAR CELL* SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA MOBIL LISTRIK”.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari, dibutuhkan pemilihan dan perhitungan energi *solar sel* yang tepat. Mengingat banyaknya jenis *solar sel* yang dijual di pasaran, maka perlu dilakukan pemilihan *solar sel* yang tepat dan berapa besar kapasitas yang dibutuhkan.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, hanya dievaluasi nilai teknis dari *solar cell*. Adapun batasan permasalahannya adalah :

- a. Penentuan jenis *solar sel* berdasarkan pada daya serap energi matahari dan konversi energi matahari menjadi energi listrik.
- b. Kapasitas *solar sel* yang dibutuhkan.



BAB I PENDAHULUAN

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

- a. Menentukan jenis *solar cell* yang akan digunakan sebagai sumber energi alternatif pada mobil listrik.
- b. Menentukan inverter yang akan mengoptimalkan kinerja *solar cell*.
- c. Mendapatkan nilai daya *solar sel* sebagai sumber energi listrik pada mobil listrik.

1.5 Metodologi Penulisan

Dalam penulisan laporan ini penulis menggunakan metode-metode penulisan sebagai berikut :

1. Studi Literatur
yaitu dengan mempelajari buku-buku pelajaran, artikel, forum, maupun internet sebagai bahan referensi.
2. Metode Konsultasi
yaitu berkonsultasi dengan pembimbing dan pihak-pihak yang berkorelasi dengan permasalahan yang akan dibahas dalam laporan ini.
3. Metode Observasi
yaitu mempelajari perangkat dan alat-alat yang digunakan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Laporan Akhir ini adalah terdiri dari lima bab utama, yaitu :

**BAB I PENDAHULUAN**

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, penulis akan membahas latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat serta metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang ingin ditulis oleh penulis adalah landasan teoritis yang berhubungan dengan analisa yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

Pada bab ini, penulis membahas tentang rencana kerja dan metode yang digunakan untuk menganalisa.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang pemilihan *solar cell* yang akan digunakan dan mengetahui kemampuan daya *solar sel* sebagai sumber energi listrik pada mobil listrik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan memuat kesimpulan dan saran dari hasil analisa pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bishop, Owen. 2004. Dasar-Dasar Elektronika. Erlangga. Jakarta.
2. Blocher, Richard. 2003/2004. Dasar Elektronika. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
3. Chattopadhyay, D. *et al.* 1989. Dasar Elektronika. Universitas Indonesia. Jakarta.
4. Harlan, H Bengston, Phd, PE. 2004. Solar Energy Fundamentals. Cedengineering.com. Diakses Mei 2013
5. <http://solarpanelindonesia.com/>. Diakses 6 April 2014.
6. Kadir, Abdul. 1995. Energi (Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensial Ekonomi). Universitas Indonesia. Jakarta.
7. Marsudi, Djiteng. 2005. Pembangkitan Energi Listrik. Erlangga. Jakarta.
8. Nougroho, Nalaprana. 2014. "Evaluasi Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik". Sarjana Teknik. Universitas Sriwijaya. Palembang.
9. Perdana, Pramudya Nur. November 2012. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). <http://jendeladenngabei.blogspot.com/2012/11/pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts.html>. Diakses 14 April 2014.
10. Pudjanarsa, A. dan Nursuhud, D. 2006. Mesin Konversi Energi. Erlangga. Jakarta.
11. Rahmawati, Fitria., Dr. 2013. Elektrokimia (Transformasi Energi Kimia-Listrik) Graha Ilmu. Yogyakarta.

12. Silaban, Pantur, Phd. 1984. Dasar-dasar Elektronik. Erlangga. Jakarta.
13. Sitompul, D. 1996. Prinsip-Prinsip Konversi Energi. Erlangga. Jakarta.
14. Yulianto, Brian, Phd. 2 Januari 2011. Kumpulan Artikel. <http://www.esdm.go.id/berita/artikel/56-artikel/4034-solar-cell-sumber-energi-terbarukan-masa-depan-tanaga-surya-plts.html>. Diakses 14 April 2014.
15. Zen, Sekai, Prof. 2008. Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques. Springer. Istanbul, Turkey.
16. Zuhail. 1995. Dasar teknik tenaga listrik dan elektronika daya. Gramedia pustaka utama. Jakarta.
17. Hardian, Deki. 2012. "Perancangan Charger Accu Automatic pada Solar Home System (Solar Cell)". Sarjana Teknik. Universitas Sriwijaya. Palembang.
18. Negara, Sandi Suta. 2013. "Studi Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif Sebagai Penggerak Mobil Listrik". Sarjana Teknik. Universitas Sriwijaya. Palembang.