

**KECEKAPAN PHOTOVOLTAIK DALAM PENGEKASAN  
BATERI DI KUSTEM, KUALA TERENGGANU**

**MOHAMAD ZAIDI BIN MAJID**

**FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA**

**2005**

Le  
15  
FST  
21  
2005



4669

KECEKAPAN PHOTOVOLTAIK DALAM PENGEKASAN BATERI  
DI KUSTEM, KUALA TERENGGANU

Oleh

Mohamad Zaidi Bin Majid

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk memenuhi  
sebahagian keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Konui Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi

Cop: KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA  
2005

1100036898



JABATAN SAINS KEJURUTERAAN  
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI  
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALYSIA

PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN  
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

KECEKAPAN PHOTOVOLTAIK DALAM PENGEKASAN BATERI DI  
KUSTEM, KUALA TERENGGANU

oleh Mohamad Zaidi Majid, No. Matrik UK6877

telah diperiksa dan semua pembedaan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini  
dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai memenuhi sebahagian  
daripada keperluan memperolehi Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar),  
Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama:

**MOHD ZAMRI BIN IBRAHIM**  
Pensyarah

Cop Rasmi:

Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia  
71030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 14-04-05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama:

**DR. HAFIZAH BINTI ABU BAKAR**  
Pensyarah

Cop Rasmi:

Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia  
71030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 14-04-05

## PENGHARGAAN

Assalamualaikum WBT dan Selamat Sejahtera.

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Illahi kerana dengan limpah rahmatNya, saya berjaya menyiapkan tesis Projek Ilmiah Tahun Akhir (PITA) ini. Saya ingin mengucapkan penghargaan kepada semua yang terlibat semasa proses menyiapkan tesis ini.

Pertama sekali saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada En. Mohd Zamri Ibrahim selaku penyelia saya yang banyak membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya semasa menyiapkan tesis PITA ini.

Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada ahli keluarga saya, terutama ayahanda dan bonda, En. Majid Kipli dan Pn. Rabiah Ahmad, yang banyak membantu saya dari segi kewangan, sokongan dan nasihat kepada saya sewaktu menyiapkan tesis PITA ini.

Tidak lupa kepada Wan Zakaria sebagai rakan semasa melakukan eksperimen kerana banyak membantu semasa proses mengambil data. Selain itu, kepada rakan-rakan

## JADUAL KANDUNGAN

### PERKARA

### MUKA SURAT

MUKA SURAT JUDUL	i
BORANG PENGESAHAN DAN KELULUSAN TESIS	ii
PENGHARGAAN	iii
JADUAL KANDUNGAN	v
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SIMBOL	xi
SENARAI LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
<b>BAB 1    PENGENALAN DAN OBJEKTIF</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Penyataan Masalah	3
1.3 Objektif	3
1.4 Skop Kajian	3

## **BAB 2    ULASAN BAHAN RUJUKAN**

2.1	Pengenalan Kepada Sistem Photovoltaik	4
2.1.1	<i>Struktur Sel Photovoltaik</i>	7
2.1.2	<i>Bahan Sel Photovoltaik</i>	9
2.2.3	<i>Kecekapan Photovoltaik</i>	11
2.1.4	<i>Aplikasi Sel Photovolatik</i>	13
2.2	Bateri Dalam Sistem Photovoltaik	14
2.3	Iklim Di Malaysia	
2.3.1	<i>Tiupan Angin</i>	17
2.3.2	<i>Suhu</i>	18
2.3.3	<i>Kelembapan</i>	18
2.3.4	<i>Sinaran Matahari</i>	18
2.4	Masalah Yang Dikaji dan Kepentingannya	19
2.5	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kecekapan Photovoltaik Dalam Pengecasan Bateri	20
2.5.1	<i>Intensiti</i>	20
2.5.2	<i>Suhu</i>	21
2.5.3	<i>Kelembapan</i>	22
2.5.4	<i>Halaju Angin</i>	23

## **BAB 3    METODOLOGI**

3.1	Pengumpulan Maklumat Dan Data	24
3.1.1	<i>Sistem Photovoltaik</i>	24

3.1.2	<i>Merekod Data</i>	26
3.2	Menganalisis Maklumat Dan Data	28
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	
4.1	Keputusan	29
4.1.1	<i>Kecekapan Photovoltaik Mengecas Bateri</i>	29
4.1.2	<i>Kuasa Elektrik Yang Dihasilkan</i>	36
4.2	Perbincangan	40
4.2.1	<i>Kecekapan Mengecas Bagi Photovoltaik</i>	41
4.2.2	<i>Faktor Yang Mempengaruhi Kecekapan Mengecas</i>	43
4.2.3	<i>Potensi Penggunaan Tenaga Photovoltaik</i>	49
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Cadangan	55
<b>RUJUKAN</b>		56
<b>LAMPIRAN</b>		59
<b>VITAE KURIKULUM</b>		75

## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Tajuk	Muka Surat
Jadual 2.1	Masalah dan beberapa langkah penyelesaian pada sistem photovoltaik	6
Jadual 2.2	Kriteria dalam pemilihan bahan semikonduktor	10
Jadual 2.3	Kecekapan, jangka hayat, kos dan nisbah kuasa/luas modul photovoltaik	11
Jadual 2.4	Jenis bateri yang digunakan untuk sistem photovoltaik	15
Jadual 4.1	Purata arus mengecas dan arus beban bagi tiga bulan dari Oktober hingga Disember 2004	30
Jadual 4.2	Purata arus dan voltan panel photovoltaik yang diperolehi	36



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Tajuk	Muka Surat
Rajah 1.1	Sistem photovoltaik ringkas yang lazim digunakan	2
Rajah 2.1	Sambungan selari untuk sel photovoltaik	7
Rajah 2.2	Sambungan sesiri untuk sel photovoltaik	8
Rajah 2.3	Sel, modul dan panel bagi photovoltaik	9
Rajah 2.4	Peratus kehilangan kecekapan sel photovoltaik	12
Rajah 2.5	Graf arus melawan intensiti untuk suhu 0 °C, 50 °C dan 90 °C	21
Rajah 2.6	Perubahan nilai arus apabila suhu meningkat untuk intensiti berbeza	22
Rajah 3.1	Sistem photovoltaik yang digunakan untuk kajian	25
Rajah 3.2	Perisian <i>DASYLab - V 6.00.00</i> yang dipaparkan pada komputer	26
Rajah 3.2	<i>NRG Symphonie Data Retriever</i> yang digunakan	27
Rajah 4.1	Kecekapan mengecas bagi bulan Oktober 2004	31
Rajah 4.2	Arus mengecas dan nyahcas pada bulan Oktober 2004	31
Rajah 4.3	Graf kecekapan mengecas bagi bulan November 2004	32
Rajah 4.4	Graf arus mengecas dan nyahcas bulan November 2004	33

Rajah 4.5	Graf kecekapan mengecas bagi bulan Disember 2004	34
Rajah 4.6	Graf arus mengecas dan nyahcas bulan Disember 2004	34
Rajah 4.7	Kecekapan mengecas photovoltaik yang diperolehi	35
Rajah 4.8	Graf kuasa elektrik yang dihasilkan pada Oktober 2004	37
Rajah 4.9	Graf kuasa elektrik yang dihasilkan pada November 2004	38
Rajah 4.10	Graf kuasa elektrik yang dihasilkan pada Disember 2004	39
Rajah 4.11	Graf kuasa elektrik yang dihasilkan pada bulan Oktober, November dan Disember 2004	40
Rajah 4.12	Kecekapan mengecas yang diperolehi semasa kajian selama tiga bulan	41
Rajah 4.13	Graf kecekapan mengecas melawan intensiti	44
Rajah 4.14	Intensiti yang diterima semasa kajian	45
Rajah 4.15	Graf kecekapan mengecas melawan suhu	46
Rajah 4.16	Graf kecekapan mengecas melawan kelembapan	47
Rajah 4.17	Graf keupayaan mengecas melawan halaju angin	48
Rajah 4.18	Kuasa elektrik yang dihasilkan pada 10 Oktober dan 3 Disember 2004	50
Rajah 4.19	Sinaran matahari yang diterima pada 2 Oktober	51
Rajah 4.20	Arus dan voltan panel semasa kajian	52

## SENARAI SIMBOL

AC	-	arus ulang-alik
Ah	-	ampere hour
DC	-	arus terus
$I_c$	-	arus mengecas
$I_d$	-	arus nyahcas
$I_m$	-	arus maksimum
m/s	-	meter per saat
P	-	kuasa elektrik
Pb-acid	-	asid-Plumbum
$P_{in}$	-	kuasa masuk
R&D	-	penyelidikan dan pembangunan
$r^2$	-	pekali penentuan
Si	-	silikon
$V_m$	-	voltan maksimum
$V_{oc}$	-	voltan litar terbuka
$W/m^2$	-	watt per meter persegi
$\eta$	-	kecekapan sel photovoltaik (%)
$\eta_c$	-	kecekapan mengecas (%)

## SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Muka Surat
A	- Data keputusan yang diperoleh pada bulan Oktober 2004	59
B	- Data keputusan yang diperoleh pada bulan November 2004	60
C	- Data keputusan yang diperoleh pada bulan Disember 2004 dan purata keputusan bagi tiga bulan kajian	61
D	- Data yang direkod oleh <i>Data Logger</i>	62
E	- Data yang direkod <i>NRG Symphonie Data Retrieve</i>	69
F	- Peralatan yang digunakan untuk kajian	72



## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengetahui konsep dan aplikasi tenaga photovoltaik serta kecekapannya dalam pengecasan bateri. Tenaga photovoltaik merupakan salah satu sumber tenaga alternatif yang dibangunkan untuk mengurangkan penggunaan sumber tenaga konvensional dalam penjanaan elektrik. Teknologi photovoltaik menyumbang pelbagai kelebihan dan kebaikan dari sudut ekonomi, manusia mahupun alam sekitar berbanding dengan tenaga konvensional yang biasa memberi kesan yang negatif kepada alam sekitar disamping sumbernya yang dijangka semakin berkurangan dalam masa beberapa tahun akan datang. Kajian ini telah dijalankan di Stesen Projek Penyelidikan Tenaga Keterbaharuan KUSTEM bermula dari bulan Oktober 2004 hingga Disember 2004. Kecekapan mengecas purata yang diperolehi ialah 7.24% dengan kuasa elektrik purata yang dihasilkan ialah 81.60 W. Faktor-faktor yang telah dikenalpasti mempengaruhi kecekapan dalam pengecasan bateri ialah intensiti, suhu, kelembapan dan halaju angin. Di Malaysia, photovoltaik mempunyai potensi yang amat besar kerana keadaan iklim Malaysia menerima cahaya matahari sepanjang tahun. Ini memberi peluang yang amat besar untuk Malaysia menerokai bidang ini supaya Malaysia dapat bersaing dengan negara-negara maju dalam pembangunan dan penggunaan tenaga ini.

## ABSTRACT

This research is to study the photovoltaic energy concept and applications and also the efficiency of photovoltaic in battery charging. Photovoltaic is one of the renewable energy that has developed to support the conventional energy sources in generating electricity. Photovoltaic energy gives various advantages on economic, human, and environmental aspect compared to the common conventional energy that gives negative effects to environmental and the sources will be run out in near future. The research was conducted at KUSTEM Renewable Energy Research Station and was started from October 2004 to December 2004. The average of charging efficiency for photovoltaic was 7.24% while the average of electricity power obtained was 81.60 W. There are a few factors that influenced the battery charging efficiency of the photovoltaic which are namely intensity, temperature, humidity and wind speed. In Malaysia, photovoltaic have high potential to be developed due to her climate condition. These advantages give a good chance to Malaysia to involve in research of photovoltaic energy.