

**OPTIMALISASI PERANCANGAN *SOLAR HOME SYSTEM***

**MENGGUNAKAN HOMER**



**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

**MUHIBBUR ROHMAN**

**D 400 080 044**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2012**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “**OPTIMALISASI PERANCANGAN SOLAR HOME SYSTEM MENGGUNAKAN HOMER**” ini diajukan oleh:

Nama : MUHIBBUR ROHMAN

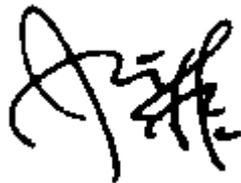
NIM : D 400 080 044

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana jenjang pendidikan Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I



(Aris Budiman, ST. MT.)

Pembimbing II



(Agus Supardi, ST, MT.)

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**OPTIMALISASI PERANCANGAN SOLAR HOME SYSTEM MENGGUNAKAN HOMER**” ini telah diajukan dan dipertahankan di hadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada:

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji Tugas Akhir:

1. Aris Budiman, ST. MT.
2. Agus Supardi, ST. MT.
3. Umar, ST. MT.
4. Hasyim Asy'ari, ST. MT.



Mengetahui,



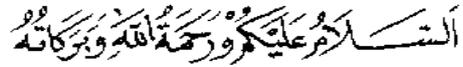
Dekan Fakultas Teknik UMS  
(Ir. Agus Riyanto, MT.)

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



(Ir. Jatmiko, MT.)

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang selalu memberikan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**OPTIMALISASI PERANCANGAN SOLAR HOME SYSTEM MENGGUNAKAN HOMER**”.

Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini minimal dapat menjawab permasalahan yang memang ingin diteliti, semoga laporan ini tidak sia-sia dan dapat menjadi perhatian pembaca. Sehingga diharapkan dapat menimbulkan ketertarikan untuk melakukan penelitian lanjutan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bimbingan, petunjuk, masukan dan bantuan dari berbagai pihak. Mengingat ruang yang tersedia terbatas, dan tidak mungkin disebutkan satu persatu, perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Jatmiko, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Aris Budiman, ST, MT. selaku Pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Agus Supardi, ST, MT. selaku Pembimbing II dan Pembimbing akademik yang telah banyak membimbing selama menempuh studi di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Umar, ST. MT. dan Hasyim Asy'ari, ST. MT. selaku penguji Tugas Akhir.
6. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Teknik Elektro.
7. Bapak dan Ibu dosen atas kesediaannya mengalirkan ilmunya kepada penulis selama berada di Teknik Elektro.
8. Kedua orang tuaku tersayang dan seluruh keluarga besar terima kasih atas do'a yang senantiasa dipanjatkan untuk penulis sehingga memberi kekuatan dan dorongan dalam menggapai cita-cita.
9. Kakakku Sitti Umami Hanik, S.Pd. yang selalu menjadi inspirasi dan adikku tercinta Maulida Fadilah yang lucu.
10. Rekan-rekan seangkatan Ginanjar, Ucup, Hendras, Aji, Acuk, Azis, Andi, Airlangga, Ary, Sandy, Mamik, Purwoko, Fajar Satrio, dan seluruh teman-teman Teknik Elektro lainnya.
11. Teman-teman dari kost Najma yang senantiasa menghibur dan membelikan teh hangat ketika penulis masuk angin kala menyusun Tugas Akhir.
12. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, karenanya saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan Amin.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, Juni 2012

Penulis

## **MOTTO**

Engkau berpikir tentang dirimu sebagai seonggok materi semata, padahal di dalam dirimu tersimpan kekuatan tak terbatas.

(Ali bin Abi Thalib)

Semua yang terjadi di luar adalah serupa dengan yang terjadi di dalam diri manusia yaitu pikiran dan perasaannya.

(Charles Brodie Patterson)

Perang terbesar adalah melawan diri kita sendiri.

(Nabi Muhammad SAW)

"...(yaitu) orang-orang yang beriman dan hati mereka menjadi tenteram dengan mengingat Allah. Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah-lah hati menjadi tenteram".

(QS. Ar Ra'd: 28)

Ketidaktahuan bisa lebih berbahaya dari ancaman senjata tajam.

(Penulis)

## **PERSEMBAHAN**

Aku hanyalah sebuah sampan yang terombang-ambing di sungai deras. Tanpa petunjuk dan rahmatMu, tak jua mungkin aku menemukan muara agar bisa mengapung tenang di lautan luas. Aku hanyalah setetes buih di lautan Maha-Mu.

Sebagai wujud rasa syukurku, kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk orang-orang yang kusayangi:

- ❖ Kedua Bapak dan Ibuku yang senantiasa mendoakan dan mencurahkan kasih sayangnya untukku. Terima kasih untuk segala doa dan pengorbananmu, karena hanya itu yang mampu nanda berikan kepada kalian.
- ❖ Nenekku tersayang yang telah merawatku dengan penuh kesabaran semasa kecil.
- ❖ Adikku, maaf bila belum bisa menjadi kakak yang terbaik. Dan kakakku terima kasih doanya.
- ❖ Kawan-kawan seperjuangan di Teknik Elektro angkatan 2008.
- ❖ Segenap sahabat kampung halaman dan semasa sekolah dimanapun kalian berada.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
MOTTO .....	vii
PERSEMBAHAN .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
ABSTRAKSI .....	xvi
DAFTAR KONTRIBUSI .....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Telaah Penelitian .....	4
2.2. Landasan Teori .....	5
2.2.1. <i>Solar Home System</i> .....	5

2.2.2. Fotovoltaik .....	7
2.2.2.1. Jenis-Jenis Sel Surya .....	10
2.2.3. Baterai .....	18
2.2.3.1. Cara Kerja Baterai Lead-Acid .....	18
2.2.3.2. Jenis dan Susunan Baterai Lead-Acid .....	21
2.2.3.3. Istilah pada Operasi Baterai .....	28
2.2.4. <i>Battery Charge Regulator</i> .....	29
2.2.5. Inverter .....	33
2.2.6. HOMER .....	34
2.2.6.1. Simulasi .....	36
2.2.6.2. Optimisasi .....	37
2.2.6.3. Analisa Sensitivitas .....	37
2.2.7. Teori Ekonomi .....	38
2.2.7.1. Nilasi Sekarang ( <i>Present Value</i> ) .....	39
2.2.7.2. Nilai yang Akan Datang ( <i>Future Value</i> ) .....	39
2.2.7.3. Nilai Tahunan ( <i>Annual Worth</i> ) .....	40
2.2.7.4. <i>Net Present Cost</i> .....	41
2.2.7.5. Biaya Energi .....	43
2.2.8. Menentukan Kapasitas PLTS .....	43
2.2.8.1. Profil Beban .....	43
2.2.8.2. Panel Surya .....	44
2.2.8.3. Baterai .....	45
2.2.8.4. <i>Battery Charge Regulator</i> .....	46

2.2.8.5. Inverter .....	46
2.2.8.6. Kabel .....	47
2.2.9. Jendela Masukan pada HOMER .....	48
2.2.9.1. <i>Load Input</i> .....	48
2.2.9.2. <i>PV Input</i> .....	50
2.2.9.3. <i>Battery Input</i> .....	51
2.2.9.4. <i>Converter Input</i> .....	53
2.2.9.5. <i>Solar Resource Input</i> .....	53
2.2.9.6. <i>Economic Input</i> .....	54
2.2.9.7. <i>Constraints Input</i> .....	55

### BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat .....	56
3.2. Bahan dan Peralatan .....	57
3.2.1. Bahan .....	57
3.2.2. Peralatan .....	57
3.3. Alur Penelitian .....	57
3.3.1. Studi Literatur .....	57
3.3.2. Pengumpulan Data .....	58
3.3.3. Perancangan <i>Solar Home System</i> .....	58
3.3.4. Simulasi dan Optimisasi <i>Solar Home System</i> .....	58
3.3.5. Analisis .....	58
3.3.6. Diagram Alur Penelitian .....	59

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Manual .....	60
4.1.1. Perhitungan Kapasitas Komponen <i>SHS</i> .....	60
4.1.2. Aspek Kelistrikan .....	66
4.1.3. Aspek Ekonomi .....	67
4.2. Perancangan dengan Optimalisasi HOMER .....	71
4.2.1. Data Masukan untuk HOMER .....	71
4.2.2. Aspek Kelistrikan .....	75
4.2.3. Aspek Ekonomi .....	79
4.3 Evaluasi .....	80

## BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan .....	81
5.2. Saran .....	81

DAFTAR PUSTAKA .....	82
----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan *Solar Homer System*

Gambar 2.2 Prinsip kerja fotovoltaiik

Gambar 2.3 Susunan baterai SLI

Gambar 2.4 Gambaran siklus usia baterai lead-acid

Gambar 2.5 Komponen baterai lead-acid gel

Gambar 2.6 Penampang pelat tabung

Gambar 2.7 Komponen baterai OpzV

Gambar 2.8 Prinsip kontroller seri

Gambar 2.9 Prinsip kontroller parallel

Gambar 2.10 Prinsip kontroller dengan MPP

Gambar 2.11 Tampilan utama HOMER

Gambar 2.12 Konsep *present value*

Gambar 2.13 Konsep *future value*

Gambar 2.14 Konsep *annual worth*

Gambar 2.15 *Load input*

Gambar 2.16 Beban harian tanpa penambahan variasi

Gambar 2.17 Beban setelah penambahan variasi harian

Gambar 2.18 Beban setelah penambahan variasi harian dan per jam

Gambar 2.19 *PV input*

Gambar 2.20 Karakteristik baterai

Gambar 2.21 *Converter input*

Gambar 2.22 *Solar resource input*

Gambar 2.23 *Economic input*

Gambar 2.24 *Constraints input*

Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

Gambar 4.1 Grafik beban hari biasa

Gambar 4.2 Grafik beban akhir pekan

Gambar 4.3 Grafik *Cashflow*

Gambar 4.4 Tabulasi elektrikal hasil simulasi

Gambar 4.5 Tabulasi PV hasil simulasi

Gambar 4.6 Tabulasi baterai hasil simulasi

Gambar 4.7 Tabulasi konverter hasil simulasi

Gambar 4.8 Grafik operasional *SHS* pada tingkat insolasi terendah

Gambar 4.9 Grafik operasional *SHS* pada tingkat insolasi tertinggi

Gambar 4.10 *Cashflow* konfigurasi versi HOMER

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Formulasi konversi ke nilai sekarang
- Tabel 2.2 Formulasi konversi ke nilai yang akan datang
- Tabel 2.3 Formulasi konversi ke nilai tahunan
- Tabel 2.4 Contoh perhitungan beban harian
- Tabel 3.1. Rincian rencana penelitian dan pembuatan laporan
- Tabel 4.1 Beban terpasang
- Tabel 4.2 Data insolasi matahari
- Tabel 4.3 Spesifikasi panel surya
- Tabel 4.4 Spesifikasi baterai
- Tabel 4.5 Spesifikasi *BCR*
- Tabel 4.6 Spesifikasi Inverter
- Tabel 4.7 Perhitungan luas penampang kabel
- Tabel 4.8 Harga panel surya
- Tabel 4.9 Harga baterai
- Tabel 4.10 Harga konverter
- Tabel 4.11 *Salvage value* komponen
- Tabel 4.12 Data masukan panel surya pada HOMER
- Tabel 4.13 Data masukan baterai pada HOMER
- Tabel 4.14 Data masukan konverter pada HOMER
- Tabel 4.15 Suku bunga ril Indonesia
- Tabel 4.16 Biaya *Solar Home System* versi HOMER
- Tabel 4.17 Perbandingan antar konfigurasi

## ABSTRAKSI

*Energi adalah sumber kehidupan. Salah satu bentuk energi yaitu energi listrik. Masih dipakainya pembangkit listrik konvensional secara umum sebagai pembangkit listrik utama menimbulkan masalah tersendiri, yakni sifatnya yang menimbulkan polusi, serta harga bahan bakar fosil yang memiliki kecenderungan selalu naik dan menyebabkan biaya investasi begitu besar di masa yang akan datang. Pemanfaatan energi alternatif berupa energi surya menggunakan solar cell merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut. Solar cell juga dapat diterapkan untuk skala rumah tangga yang umum disebut Solar Home System. Bagi para perancang Standalone Solar Home System, perhitungan yang akurat untuk menentukan sistem fotovoltaik yang ideal cukup sukar. Mengingat sumber daya insolasi matahari yang bersifat volatile serta konfigurasi sistem fotovoltaik yang dinamis dan tidak baku. HOMER adalah salah satu alat yang dapat membantu melakukan simulasi dan optimisasi agar didapatkan konfigurasi sistem yang ideal.*

*Dalam perancangan Solar Home System, beberapa peralatan antara lain notebook dan modem, serta perangkat lunak HOMER dan Google Earth digunakan. Dengan mengumpulkan data berupa; profil beban, harga dan spesifikasi komponen, serta insolasi matahari, perancangan Solar Home System dapat dilakukan baik secara manual maupun dengan optimalisasi HOMER, sehingga didapatkan suatu konfigurasi SHS.*

*Dari hasil perancangan manual dan perancangan yang telah disimulasikan dan dioptimisasikan menggunakan HOMER, didapatkan dua konfigurasi Solar Home System yang mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Hasil rancangan manual lebih ekonomis, akan tetapi rentan mengalami outage. Sedangkan konfigurasi dengan menggunakan optimisasi HOMER menghasilkan rancangan yang lebih handal dalam menghadapi variasi kenaikan beban dan kondisi radiasi matahari yang rendah.*

***Kata Kunci:*** Fotovoltaik, Solar Home System, Optimisasi, HOMER.

## DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari ketertarikan penulis terhadap energi alternatif yang terbarukan, khususnya tentang fotovoltaik yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung sehingga dapat dimanfaatkan tanpa melalui proses yang panjang. Kemudian penulis memikirkan bahwa dalam merancang PLTS, banyaknya variasi ukuran komponen penyusun, sumber daya matahari yang *volatile* menyebabkan cukup sulit dalam menentukan konfigurasi yang ideal sehingga membutuhkan suatu alat yang dapat membantu dalam membuat keputusan. Setelah penulis berselancar dalam dunia maya dan mengunjungi beberapa forum diskusi akhirnya penulis menemukan salah satu alat yang dapat dipakai untuk membantu dalam menyelesaikan masalah di atas, alat tersebut bernama HOMER.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Aris Budiman, ST. MT. mengenai rancangan Tugas Akhir ini, penulis semakin mendapat gambaran yang lebih terarah tentang rancangan Tugas Akhir. Sehingga penulis berupaya untuk berkonsultasi kepada Bapak Agus Supardi, ST. MT. mengenai judul Tugas Akhir dan beliau bersedia untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan serta menyusun laporan Tugas Akhir ini. Setelah seminar Proposal Tugas Akhir ada beberapa saran dan masukan dari dosen tamu demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan penulis di Kost Najma Jl. Menco Raya No. 7A Nilasari Baru Gonilan Kartasura Solo. Peralatan disediakan secara

personal. Pencarian data dilakukan melalui jaringan internet untuk kemudian diolah.

Setiap ada perubahan penulis selalu berkonsultasi dengan pembimbing, hingga akhirnya seluruh data yang diperlukan terkumpul. Kemudian penulis mengolah dan menganalisa data yang sudah terkumpul. Hasil dari pembahasan disusun dalam sebuah laporan Tugas Akhir.

Demikian daftar kontribusi penulis susun dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, Juni 2012

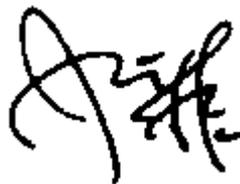
Mengetahui,

Mahasiswa Tugas Akhir



Muhibbur Rohman

Pembimbing I



Aris Budiman, ST. MT.

Pembimbing II



Agus Supardi, ST. MT.