

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MODEL *ON GRID SOLAR HOME SYSTEM* TANPA KOMPONEN PENYIMPANAN ENERGI UNTUK SUPLAI LISTRIK RUMAH TANGGA 900 VA

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam
mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : YUSFIYA ROHMAN

NIM : 41419110053

Pembimbing : Ir. Badaruddin, M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN MODEL ON GRID SOLAR HOME SYSTEM TANPA KOMPONEN PENYIMPANAN ENERGI UNTUK SUPLAI LISTRIK RUMAH TANGGA 900 VA



Disusun Oleh :

Nama : Yusfiya Rohman

NIM : 41419110053

Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS

MENGETAHUI,
Pembimbing Tugas Akhir,

(Ir. Badaruddin, M.T.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyo, S.T., M.T.)

Kordinator Tugas Akhir

(M. Hafid Ibnu Hajar, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yusfiya Rohman
NIM : 41419110053
Jurusan : Teknik
Fakultas : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Model *On Grid Solar Home System*
Tanpa Komponen Penyimpanan Energi Untuk
Suplai Listrik Rumah Tangga 900 VA

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

MERCU BUANA



Penulis

(Yusfiya Rohman)

KATA PENGANTAR

Pertama saya mengucapkan terima kasih kepada Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunia-nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Model *On Grid Solar Home System* Tanpa Komponen Penyimpanan Energi Untuk Suplai Listrik Rumah Tangga 900 VA”. Skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan puji syukur atas berkat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan karunianya serta ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Allah SWT, yang senantiasa memberikan petunjuk, kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan skripsi ini. Selalu menjadi tempat terbaik untuk mengadu ketika penulis merasa sudah tidak ada orang lagi yang mampu memberikan solusi. Hingga saat ini penulis mampu menyelesaikan dengan baik skripsi ini. Alhamdulillah Ya Rabb.
2. Untuk keluarga, terutama kedua orang tua saya yang selalu memberi dukungan dan mendoakan kelancaran semua kegiatanku.
3. Bapak Dr. Setyo Budiyanto, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Ir. Badaruddin, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahannya dalam membuat tugas akhir ini.
5. Bapak M. Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana

6. Seluruh bapak dan ibu dosen yang telah membimbing dan membekali ilmu selama menempuh pendidikan di kampus tercinta, kampus perjuangan, Universitas Mercubuana.
7. Teman-teman kelas karyawan teknik elektro Universitas Mercubuana yang selalu dalam susah maupun senang selalu bersama, saling mendukung, dan selalu menjadi pengejar deadline bersama.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesainya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Semoga Allah S.W.T selalu memberikan perlindungan, rahmat dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin.



Jakarta, 8 Januari 2020

Penulis,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yusfiya Rohman', is written over a light blue circular background.

Yusfiya Rohman

UNIVERSITAS
MERCUBUANA

ABSTRAK

Kabupaten Kebumen terletak di Pulau Jawa dengan posisi *latitude* -7.6 dan *longitude* 109.7. Lokasi ini memiliki radiasi matahari rata-rata 4.66 KWh/m² setiap harinya sehingga cocok untuk pemanfaatan energi surya. Energi surya dapat dikonversikan menjadi energi listrik melalui panel surya sehingga dapat diterapkan untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga. Perancangan pembangkit listrik tenaga surya untuk skala rumah tangga membutuhkan perhitungan yang akurat. Pada penelitian ini, piranti lunak HOMER digunakan untuk mengevaluasi desain sistem *on grid solar home system* tanpa komponen penyimpanan energi untuk suplai listrik rumah tangga 900 VA di Kabupaten Kebumen.

Solar Home System (SHS) merupakan suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya yang mengubah energi panas matahari menjadi arus listrik sehingga menghasilkan energi listrik untuk menyuplai beban listrik berupa peralatan rumah tangga. *On Grid Solar Home System* tanpa komponen penyimpanan energi merupakan SHS yang terhubung ke jaringan PLN tanpa menggunakan media penyimpanan energi. Penelitian ini akan melakukan perancangan *On Grid Solar Home System* tanpa komponen penyimpanan energi untuk suplai listrik rumah tangga 900 VA di Kabupaten Kebumen.

Metode penelitian yang digunakan adalah mengumpulkan data radiasi matahari, spesifikasi alat dan studi beban listrik 900 VA. Berdasarkan hasil perancangan sistem panel surya *on grid* menggunakan HOMER diperoleh konfigurasi 250 Wp (5 buah modul PV dengan kapasitas 50 Wp yang dirangkai paralel) serta *Grid Tie Inverter* dengan kapasitas 300 W merupakan konfigurasi optimum. Tarif dasar listrik beban rumah tangga 900 VA mendapatkan subsidi dari pemerintah sedangkan 1300 VA tidak, sehingga ketika kebijakan migrasi 900 VA ke 1300 VA dilaksanakan, terjadi lonjakan tarif listrik yang sangat drastis, dari nilai *Net Present Cost* sebesar Rp 41.291.949 ke Rp 104.320.669. Dari data dan fakta, didapat bahwa *On Grid Solar Home System* tanpa komponen penyimpanan energi sangat tepat untuk dioperasikan dalam listrik rumah tangga 900 VA yang dalam waktu dekat akan melaksanakan migrasi ke 1300 VA, karena SHS tersebut dapat mengurangi nilai NPC sebesar Rp 2.742.607.

Kata kunci : *Solar Home System, On Grid, Grid Tie Inverter, Modul PV (photovoltaic)*

ABSTRACT

Kebumen Regency is located in Java Island with latitude -7.6 and longitude 109.7 positions. This location has solar radiation with an average of 4.66 KWh / m² per day making it suitable for the use of solar energy. Solar energy can be converted into electrical energy through solar panels so that it can be applied to meet household electricity needs. Solar power plant design for household scale accurate calculation. In this study, the HOMER software is used to design a grid solar home system without energy storage components for 900 VA household electricity supply in Kebumen Regency.

Solar Home System (SHS) is a solar power generating system that converts solar thermal energy into electric current to produce electrical energy to supply electrical loads in the form of household appliances. The On Grid Solar Home System without energy storage components is a SHS that is connected to the PLN network without using energy storage media. This study will design a Grid Solar Home System without energy storage components for 900 VA household electricity supply in Kebumen Regency.

The research method used is to collect solar radiation data, equipment specifications and study of 900 VA electric load. Based on the results of designing a solar panel system using a HOMER which has a 250 Wp layout (5 PV modules with a capacity of 50 Wp connected in parallel) and a Grid Tie Inverter with a capacity of 300 W is the optimal configuration. The basic electricity tariff for household loads is 900 VA subsidized by the government while 1300 VA is not, so when the 900 VA to 1300 VA tax policy is implemented, there is a very drastic increase in electricity rates, from the Net Present Cost value of Rp 669. From the data and facts above, it is found that the On Grid Solar Home System without energy storage components is very suitable for operation in 900 VA household electricity which in the near future will implement it to 1300 VA, because the SHS can reduce the NPC value by Rp 2.742. 607.

Keywords: Solar Home System, On Grid, Grid Tie Inverter, PV (photovoltaic) Module

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penelitian	6
BAB II	8
DASAR TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Modul Photovoltaic	13
2.3 Solar Home System.....	16

2.3.1	<i>Off Grid System</i>	17
2.3.2	<i>On Grid System</i>	18
2.4	<i>Grid Tie Inverter</i>	20
2.4.1	<i>Anti Islanding</i>	22
2.4.2	Kualitas Daya	22
2.4.3	Sinkronisasi Instalasi <i>Photovoltaic</i> dan Area Sistem Tenaga Listrik 22	
2.5	Piranti Lunak HOMER	23
2.5.1	Perhitungan Biaya dengan HOMER	24
	<i>Annualized Capital Cos</i>	25
2.5.2	Perhitungan Pengurangan Emisi	30
2.5.3	Properti Modul PV	31
BAB III	.....	33
METODE PENELITIAN	.....	33
3.1	Alat	33
3.2	Bahan.....	33
3.3	Diagram Alir Penelitian	38
3.4	Tahap-Tahap Penelitian.....	39
3.4.1	Menentukan objek penelitian	39
3.4.2	Menganalisis potensi energi matahari.....	39
3.4.3	Perancangan model solar home system pada HOMER	39
3.4.4	Menentukan spesifikasi komponen yang digunakan dalam pemodelan.....	39
3.4.5	Menganalisis sistem apakah telah mencapai titik optimum.....	40
3.4.6	Perancangan dan validasi on grid solar home system tanpa komponen penyimpanan energi	40

3.4.7	Membandingkan sistem yang sebenarnya dengan hasil simulasi	41
3.4.8	Menganalisis hasil dan menulis laporan	41
BAB IV	.....	42
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	42
4.1	Objek Penelitian	42
4.1.1	Kondisi Geografis Kabupaten Kebumen	42
4.1.2	Data Rekening Rumah Sampel	43
4.1.3	Kondisi Rumah Sampel	43
4.1.4	Data Beban Rumah Sampel	45
4.2	Potensi Energi Matahari	51
4.3	Perancangan Model <i>Solar home system</i> pada HOMER	52
4.4	Pemilihan Komponen <i>Solar home system</i> pada HOMER	53
4.4.1	Modul PV	53
4.4.2	<i>Converter</i>	56
4.4.3	<i>Grid</i>	57
4.5	Hasil Simulasi Piranti Lunak HOMER	59
4.5.1	Hasil Simulasi Berdasarkan Aspek Kelistrikan	60
4.5.2	Hasil Simulasi Berdasarkan Aspek Pengurangan Emisi.....	60
4.5.3	Hasil Simulasi Berdasarkan Aspek Biaya.....	61
4.6	Perancangan dan Validasi <i>On Grid Solar Home System</i> tanpa komponen penyimpanan energi	64
BAB V	.....	68
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.1	Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA.....	xii
LAMPIRAN.....	xii
Data Beban Rumah Sampel tiap Jam dalam Satu Bulan.....	xii
Rekapitulasi Data Beban Harian pada Hari Kamis, 1 Oktober 2020	xvi
Rekapitulasi Beban pada Hari Jumat, 2 Oktober 2020	xviii
Hasil Pengamatan <i>On Grid Solar Home System</i> tanpa komponen penyimpanan energi.....	xx



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Irisan melintang dari <i>sel photovoltaic</i> (Mostavan, 2000)	14
Gambar 2. 2 Kurva karakteristik IV pada modul PV	15
Gambar 2. 3 Skema rangkaian SHS <i>off grid</i>	17
Gambar 2. 4 Skema SHS <i>on grid</i> menggunakan media penyimpanan energi	20
Gambar 2. 5 Skema SHS <i>on grid</i> tanpa menggunakan media penyimpanan energi	20
Gambar 2. 6 Skema <i>Inverter</i>	21
Gambar 2. 7 Skema rangkaian <i>grid tie inverter</i>	21
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	38
Gambar 3. 2 Perancangan SHS <i>on grid</i> tanpa komponen penyimpanan energi	40
Gambar 4. 1 Peta Kabupaten Kebumen	42
Gambar 4. 2 Denah rumah sampel	44
Gambar 4. 3 Kenampakan ruang keluarga	45
Gambar 4. 4 Grafik profil beban harian	51
Gambar 4. 5 Grafik radiasi matahari dan <i>clearness index</i>	52
Gambar 4. 6 Perancangan model solar home system pada HOMER	53
Gambar 4. 7 Grafik pemetaan <i>grid</i>	59
Gambar 4. 8 <i>Cash flow diagram</i> 900 VA	62
Gambar 4. 9 <i>Cash flow diagram</i> 1300 VA	63
Gambar 4. 10 Perancangan <i>On grid solar home system</i> tanpa komponen penyimpanan energi	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi tambahan meter transaksi berdasarkan Peraturan Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 0733.K/DIR/2013	19
Tabel 2. 2 Persyaratan paralel parameter frekuensi, tegangan, dan sudut fasa	23
Tabel 3. 1 Spesifikasi modul PV	34
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>grid tie inverter</i>	35
Tabel 4. 1 Data beban rumah sampel	45
Tabel 4. 2 Nilai total dan rata-rata pemakaian energi listrik	47
Tabel 4. 3 Invoice tagihan listrik rumah sampel pada bulan Oktober 2020	48
Tabel 4. 4 Rerata data beban rumah sampel pada <i>weekdays</i> dan <i>weekend</i>	49
Tabel 4. 5 Data radiasi matahari	52
Tabel 4. 6 Hasil simulasi pertama pada HOMER	54
Tabel 4. 7 Spesifikasi modul PV	55
Tabel 4. 8 Hasil simulasi dengan beberapa kapasitas GTI yang berbeda	57
Tabel 4. 9 Hasil simulasi berdasarkan aspek kelistrikan	60
Tabel 4. 10 Hasil simulasi berupa nilai reduksi emisi	60
Tabel 4. 11 Hasil simulasi 900 VA berdasarkan aspek biaya	61
Tabel 4. 12 Hasil simulasi 1300 VA berdasarkan aspek biaya	62
Tabel 4. 13 Data perbandingan parameter ekonomi 900 VA dan 1300 VA dengan dan tanpa menggunakan SHS	63
Tabel 4. 14 Daya keluaran <i>On grid solar home system</i> tanpa komponen penyimpanan energi	65

DAFTAR SINGKATAN

A

AWGN *Additive White Gaussian Noise*

AMI *Alternate Mark Inversion*

AC *Alternating Current*

C

COE *Levelized Cost of Energy*

CRF *Capital Recovery Factor*

D

DC *Direct Current*

E

EBT Energi Baru Terbarukan

G

GTI *Grid Tie Inverter*

L

LCOE *Levelized Cost of Energy*

N

NPC *Net Present Cost*

NOCT *Normal Operating Cell Temperature*

P

PCC *Point of Common Coupling*

PJUTS Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya

PLN Perusahaan Listrik Negara

PLTS Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PT Perseroan Terbatas

PV *Photovoltaic*

S

SHS *Solar Home System*

T



UNIVERSITAS

MERCU BUANA

TDL Tarif Dasar Listrik

TMP Tingkat Mutu Pelayanan



UNIVERSITAS
MERCU BUANA