

TUGAS AKHIR
PEMBANGKIT TENAGA SURYA MENGGUNAKAN
RANCANGAN PANEL SURYA *HYBRID* DENGAN
THERMOELECTRIC GENERATOR



Oleh :

Khusnul Maulana Ibrahim

1451600045

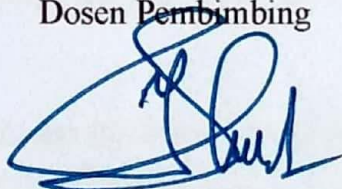
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2020

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

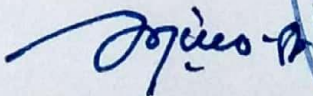
NAMA : KHUSNUL MAULANA IBRAHIM
NBI : 1451600045
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : PEMBANGKIT TENAGA SURYA
MENGUNAKAN RANCANGAN
PANEL SURYA *HYBRID* DENGAN
THERMOELECTRIC GENERATOR

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



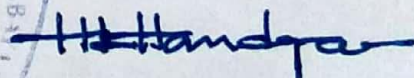
Puji Slamet, S.T., M.T
NPP. 20450.11.0601

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T.
NPP. 20450950422



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khusnul Maulana Ibrahim

NBI : 1451600045

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PEMBANGKIT TENAGA SURYA MENGGUNAKAN RANCANGAN PANEL SURYA *HYBRID* DENGAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*”

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 28 Juni 2020

Khusnul Maulana I

NBI. 1451600045





**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khusnul Maulana Ibrahim
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, atas karya saya yang berjudul:

**“PEMBANGKIT TENAGA SURYA MENGGUNAKAN
RANCANGAN PANEL SURYA *HYBRID* DENGAN *THERMOELECTRIC
GENERATOR*”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 9 Juli 2020

Yang Menyatakan



(Khusnul Maulana Ibrahim)

ABSTRAK

PEMBANGKIT TENAGA SURYA MENGGUNAKAN RANCANGAN PANEL SURYA *HYBRID* DENGAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*

Energi baru dan terbarukan mempunyai peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang ramah lingkungan. Indonesia berada di jalur khatulistiwa yang diberkahi energi matahari berlimpah. Sebagian besar pemanfaatan energi surya hanya menggunakan panel surya, pada penelitian ini pemanfaatan energi surya juga dengan menggunakan rancangan *thermoelectric generator*. Prinsip kerja *thermoelectric generator* yakni dengan memanfaatkan perbedaan suhu untuk menghasilkan listrik, yakni suhu panas radiasi matahari dengan suhu dingin udara. Dengan *hybrid* rancangan ini dapat menjadikan lebih variatif dan optimal dalam pemanfaatan tenaga surya sebagai energi baru terbarukan. Hasil pengujian dengan rangkaian seri paralel 10 buah *thermoelectric generator* tipe SP1848 27145SA menghasilkan 5,8 volt dan arus 0,7 ampere, kemudian dikuatkan dengan *boost converter* hingga 13 volt. Panel surya yang digunakan 100 WP tipe *polycrystalline*. *Hybrid* mampu *men-charge* aki kapasitas 45 Ah hingga penuh dengan waktu 8,03 jam, kemudian mampu menyalakan beban lampu 400 W selama 10 jam. Pengujian *hybrid* juga menunjukkan mampu mensuplai beban lampu 10 W secara *on grid*.

Kata kunci : Energi Surya, Panel Surya, *Thermoelectric Generator*.

ABSTRACT

SOLAR POWER PLANTS USING HYBRID SOLAR PANEL DESIGNS WITH THERMOELECTRIC GENERATOR

New and renewable energy has an important role in meeting the needs of environmentally friendly energy. Indonesia is on the equator that is endowed with the energy of the rising sun. Most of the uses of solar energy only use solar panels, in this study using solar energy also uses thermoelectric generators. The working principle of a thermoelectric generator is to use temperature to produce electricity namely the heat of solar radiation with the cold temperature of the air. With this hybrid designed it can make more varied and optimal use of solar power as new energy is renewed. The test results with a series of parallel series of 10 thermoelectric generators type SP1848 27145SA produce 5,8 volts and a current of 0.7 amperes, then boosted with a boost converter up to 13 volts. The solar panels used are 100 WP polycrystalline types. Hybrids can charge up to 40 hours to 8.03 hours, then can load 400 W for 10 hours. Hybrid testing also proved capable of supplying a 10 W lamp load on grid.

Keywords: Solar Energy, Solar Panel, Thermoelectric Generator.

KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنُ اللهُ بِسْمِ

Puji syukur kami haturkan atas kehadiran Allah SWT karena karunia-Nya lah saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 Teknik Elektro dengan judul “PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN RANCANGAN PANEL SURYA *HYBRID* DENGAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*”. Sholawat serta salam tak lupa tetap tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Tidak dipungkiri beberapa hambatan kami hadapi dan jalani selama proses pengerjaan ini. Alhamdulillah saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu dan sesuai dengan yang saya harapkan.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna dapat memperbaiki penelitian dan buku tugas akhir ini. Saya berharap buku tugas akhir dan penelitian ini dapat bermanfaat, untuk saya sendiri, pembaca, orang lain, dan berbagai pihak sebagai referensi serta yang akan melakukan pengembangan dikemudian hari.

Dalam pembuatan, penyusunan, dan pengujian serta penelitian ini saya banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, petunjuk, bimbingan, dan ridho -Nya selama proses penelitian. Sholawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada junjungan baginda Nabi Muhammad SAW.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
3. Ibu Dilp. Ing. Holy Lydia Wiharto, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Puji Slamet, S.T, M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan saran, masukan, wawasan sehingga saya mampu menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Elektro, Laboran, dan sivitas akademik Fakultas Teknik khususnya Prodi Teknik Elektro.

6. Teman-teman Mahasiswa Teknik Elektro terutama angkatan 2016 yang telah banyak membantu dan memotivasi, tak lupa juga kepada angkatan 2017 dan 2015 yang juga banyak membantu melalui *sharing*.
7. Rekan-rekan di organisasi, baik HIMATETA, UKMKI, BEM-FT yang telah banyak membantu, men-*support*, dan mendo'akan.
8. Dan semua pihak yang telah membantu terselesainya penelitian tugas akhir ini yang tak bisa disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, semoga kita menjadi *Engineer* yang sukses, kompeten, bermanfaat, berkontribusi terhadap peradaban bangsa dan negara. Serta tak lupa semoga semangat kita dalam mengembangkan dan mengkampanyekan untuk beralih ke energi baru terbarukan ini terus menggelora. Mengambil kata-kata pesan dari Ricky Elson, seorang *engineer* yang saya kagumi, pendiri Lentera Angin Nusantara, yakni “Mari Membangun Diri, Membangun Negeri”.

Surabaya, 28 Juni 2020

Khusnul Maulana Ibrahim

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Surya.....	5
2.2 Panel Surya.....	6
2.2.1 Material Semikonduktor.....	7
2.2.2 Prinsip Kerja Panel Surya.....	7
2.2.3 Karakteristik Panel Surya.....	8
2.2.4 Jenis Panel Surya.....	10
2.2.5 Parameter dalam Panel Surya.....	12
2.3 <i>Thermoelectric Generator</i>	15
2.3.1 Prinsip Kerja <i>Thermoelectric Generator</i>	16
2.3.2 Konsep Konversi Energi Panas.....	17
2.3.3 Sistem Konversi Energi Panas pada Termoelektrik.....	19
2.4 <i>Heatsink</i>	20
2.5 Lensa Cembung Lup.....	21
2.6 <i>Boost Converter</i>	22
2.7 <i>Control Hybrid</i>	24
2.7.1 Skema <i>Hybrid</i>	25
2.8 Inverter DC to AC.....	25
2.8.1 Prinsip Kerja.....	26

2.8.2 Jenis Gelombang Inverter.....	27
2.9 Baterai.....	28
2.9.1 Metode Pengisian dan Pelepasan.....	28
2.10 Solar <i>Control Charger</i>	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Diagram Alir.....	31
3.1.1 Rumusan masalah.....	32
3.1.2 Studi literature.....	32
3.1.3 Studi lapangan.....	32
3.1.4 Persiapan peralatan penelitian	32
3.1.5 Perancangan desain.....	32
3.1.6 Pembuatan rancang bangun alat.....	32
3.1.7 Trial prototipe.....	32
3.1.8 Pengolahan hasil dan data.....	33
3.2 Perhitungan Perencanaan.....	33
3.3 Perencanaan Sistem.....	36
3.4 Diagram Blok Sistem <i>Hybrid</i>	40
3.5 Desain Konstruksi TEG.....	41
3.6 Desain Alat.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Pengujian Panel Surya.....	42
4.2 Pengujian <i>Thermoelectric Generator</i>	46
4.3 Pengujian <i>Hybrid</i>	52
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Radiasi matahari ke bumi.....	5
Gambar 2.2 Panel surya.....	6
Gambar 2.3 Diagram kerja panel surya.....	8
Gambar 2.4 Kurva karakteristik arus-tegangan dan daya-tegangan pada panel surya.....	9
Gambar 2.5 Rangkaian panel surya dengan 1 dioda.....	10
Gambar 2.6 Panel surya tipe <i>monocrystalline</i>	10
Gambar 2.7 Panel surya tipe <i>polycrystalline</i>	11
Gambar 2.8 Panel surya tipe <i>thin film photovoltaic</i>	12
Gambar 2.9 Bentuk fisik <i>thermoelectric generator</i>	16
Gambar 2.10 Prinsip kerja TEG.....	17
Gambar 2.11 <i>Heatsink</i>	20
Gambar 2.12 Pemfokusan cahaya pada lensa cembung.....	22
Gambar 2.13 Rangkaian <i>boost converter</i>	22
Gambar 2.14 <i>Boost converter</i>	23
Gambar 2.15 <i>Boost converter</i> saklar terbuka.....	23
Gambar 2.16 Skema <i>hybrid</i> yang ada di Indonesia.....	25
Gambar 2.17 Rangkaian elektronika inverter.....	26
Gambar 2.18 Prinsip dasar inverter.....	26
Gambar 2.19 Gelombang <i>square wafe</i>	27
Gambar 2.20 Gelombang <i>modified sine wafe</i>	27
Gambar 2.21 <i>Output pure sine wafe</i>	28
Gambar 2.22 Grafik proses <i>charge</i> dengan arus konstan dan tegangan konstan.....	29
Gambar 2.23 Grafik proses <i>discharge</i> dengan daya konstan dan resistansi konstan.....	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> pelaksanaan penelitian.....	31
Gambar 3.2 Kaca pembesar dengan lensa cembung.....	35
Gambar 3.3 Jarak fokus lensa cembung.....	36
Gambar 3.4 Rangkaian seri paralel TEG SP1848-27145 SA.....	38
Gambar 3.5 Inverter 500W.....	39
Gambar 3.6 Blok diagram sistem <i>hybrid</i>	40
Gambar 3.7 Peletakan TEG.....	41

Gambar 3.8 <i>Render</i> desain alat.....	42
Gambar 4.1 <i>Single line</i> panel surya.....	43
Gambar 4.2 Grafik tegangan output panel surya.....	44
Gambar 4.3 Grafik arus <i>output</i> panel surya.....	45
Gambar 4.4 Grafik Tegangan TEG dengan laminasi Seng (<i>Zink/Zn</i>) dan media air dingin.....	47
Gambar 4.5 Grafik Tegangan TEG dengan laminasi stainless dan media air dingin.....	48
Gambar 4.6 Grafik Tegangan TEG dengan laminasi Seng (<i>Zink/Zn</i>) dan media udara.....	49
Gambar 4.7 Grafik Tegangan TEG dengan laminasi stainless dan media udara.....	50
Gambar 4.8 Grafik pengujian <i>charging</i> dengan rangkaian TEG.....	52
Gambar 4.9 Grafik pengujian <i>hybrid</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan panel surya <i>monocrystalline</i> dan <i>polycrystalline</i>	11
Tabel 3.1 Perhitungan beban.....	33
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>temperature degree</i> TEG SP1848-27145 SA.....	34
Tabel 3.3 Spesifikasi panel surya <i>polycrystalline</i> 100 WP.....	36
Tabel 3.4 Spesifikasi TEG SP1848-27145 SA.....	37
Tabel 3.5 Spesifikasi inverter.....	39
Tabel 4.1 Hasil pengukuran panel surya.....	44
Tabel 4.2 Pengujian TEG dengan laminasi Seng (<i>zink/Zn</i>) dan media air dingin.....	46
Tabel 4.3 Pengujian TEG dengan laminasi stainless dan media air dingin.....	47
Tabel 4.4 Pengujian TEG dengan laminasi Seng (<i>Zink/Zn</i>) dan media udara.....	48
Tabel 4.5 Pengujian TEG dengan laminasi stainless dan media udara.....	49
Tabel 4.6 Hasil pengujian pengisian aki dengan <i>thermoelectric generator</i>	51
Tabel 4.7 Hasil pengujian <i>hybrid</i>	53
Tabel 4.8 Pengujian beban langsung.....	54