



**RANCANG BANGUN SISTEM *THERMOELECTRIC*
GENERATOR BERBASIS PANAS *PHOTOVOLTAIC* (PV)
TERINTEGRASI DENGAN SISTEM *WATER MIST* UNTUK
PENDINGINAN PANEL SURYA**

SKRIPSI

RIVALDO DEANOVA

2110314081

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

2025



**RANCANG BANGUN SISTEM *THERMOELECTRIC*
GENERATOR BERBASIS PANAS *PHOTOVOLTAIC* (PV)
TERINTEGRASI DENGAN SISTEM *WATER MIST* UNTUK
PENDINGINAN PANEL SURYA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

RIVALDO DEANOVA

2110314081

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

2025

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rivaldo Deanova

NIM : 2110314081

Program Studi : Teknik Elektro

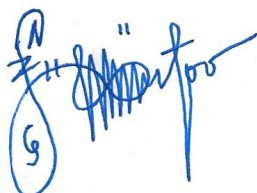
Judul Skripsi : Rancang bangun system *Thermoelectric Generator* berbasis panas *Photovoltaic* (PV) dengan sistem *Water mist* untuk pendinginan panel surya

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Henry Binsar Hamonangan Sitorus, S.T., M.T.

Penguji Utama



Ferdyanto, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,

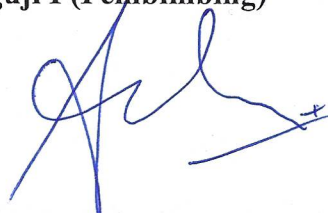
M.T., IPM., ASEAN Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Luh Krisnawati, S.T., M.T

Penguji I (Pembimbing)



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.

M.T. CEC.

Ka. Prodi Teknik Elektro

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 21 Januari 2025

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN SISTEM THERMOELECTRIC GENERATOR
BERBASIS PANAS PHOTOVOLTAIC (PV) TERINTEGRASI DENGAN
SISTEM WATER MIST UNTUK PENDINGINAN PANEL SURYA**

RIVALDO DEANOVA

2110314081

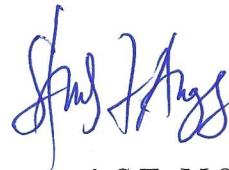
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

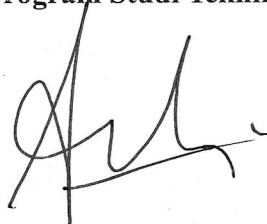
Pembimbing II



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.d.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Rivaldo Deanova

NIM : 2110314081

Program Studi : Teknik Elektro

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 21 Januari 2025

Yang menyatakan,



SEPULUH RIBU RUPIAH
10000
METERAI
TEMPEL
1A2E7ALX282077680

Rivaldo Deanova

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rivaldo Deanova

NIM : 2110314081

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM *THERMOELECTRIC GENERATOR*
BERBASIS PANAS *PHOTOVOLTAIC (PV)* TERINTEGRASI DENGAN
SISTEM *WATER MIST* UNTUK PENDINGINAN PANEL SURYA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 21 Januari 2025

Yang menyatakan,



Rivaldo Deanova

**RANCANG BANGUN SISTEM *THERMOELECTRIC*
GENERATOR BERBASIS PANAS *PHOTOVOLTAIC* (PV)
TERINTEGRASI DENGAN SISTEM *WATER MIST* UNTUK
PENDINGINAN PANEL SURYA**

Rivaldo Deanova

ABSTRAK

Meningkatnya permintaan global akan energi terbarukan telah mendorong kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi sistem fotovoltaik (PV). Studi ini mengembangkan sistem hibrida yang mengintegrasikan Generator Termoelektrik (TEG) dan mekanisme pendinginan kabut air untuk mengoptimalkan kinerja panel surya. Data eksperimen menunjukkan pengurangan suhu permukaan yang signifikan, peningkatan efisiensi panel 3,41% dan peningkatan output panel 7,95%. Modul TEG memberikan keluaran daya tambahan, menghasilkan maksimum 9,813 Wh dalam kondisi optimal. Sistem terintegrasi menunjukkan peningkatan keluaran energi total sebesar 31,37% dibandingkan dengan panel PV tanpa sistem kabut air termoelektrik. Selain itu, mekanisme pendinginan kabut air meningkatkan efisiensi sekaligus mengurangi konsumsi air dibandingkan dengan metode konvensional. Solusi terintegrasi ini menunjukkan potensi peningkatan efisiensi konversi energi dan pengurangan tekanan termal pada sistem PV, yang berkontribusi pada kemajuan dalam sistem energi terbarukan hibrida untuk aplikasi berkelanjutan.

Kata Kunci: *Thermoelectric Generator, photovoltaic, water mist, Arduino Uno R3*

***DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THERMOELECTRIC
GENERATOR SYSTEM BASED ON PHOTOVOLTAIC (PV)
HEAT INTEGRATED WITH A WATER MIST SYSTEM FOR
SOLAR PANEL COOLING***

Rivaldo Deanova

ABSTRACT

The increasing global demand for renewable energy has driven the need to improve the efficiency of photovoltaic (PV) systems. This study develops a hybrid system integrating a Thermoelectric Generator (TEG) and a water mist cooling mechanism to optimize the performance of solar panels. Experimental data show significant reductions in surface temperature, 3,41% increase in panel efficiency and 7,95% increase in panel output. The TEG module provides additional power output, generating a maximum of 9,813 Wh under optimal conditions. The integrated system shows a total energy output increase of 31,37% compared to the PV panel without the thermoelectric water mist system. In addition, the water mist cooling mechanism improves efficiency while reducing water consumption compared to conventional methods. This integrated solution demonstrates the potential for improving energy conversion efficiency and reducing thermal stress in PV systems, contributing to advances in hybrid renewable energy systems for sustainable applications.

Keywords: Thermoelectric Generator, photovoltaic, water mist, Arduino Uno R3

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang bangun sistem *Thermoelectric Generator* berbasis panas *Photovoltaic (PV)* terintegrasi sistem water mist untuk pendinginan panel surya”** ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian Tugas Akhir ini berjalan dengan baik berkat dari bimbingan dan bantuan dari pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karenanya penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan saran-saran yang bersifat membangun dalam penulisan skripsi ini.
2. Ibu Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.d. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah banyak memberikan saran serta masukkan yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., CEC., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Kedua orang tua penulis tersayang, yang telah membantu penulis dengan memberikan dukungan moral dan materi serta selalu memberikan doa restu kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Raihan Fiqri R, Jati Kinsela B, R. Danu Prawira serta “sobat-sobat TTL”, yang telah ikut serta membantu dan memotivasi penulis selama proses penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman di Program Studi S1 Teknik Elektro yang telah memberikan bantuan dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis memberikan semangat sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna serta masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Jakarta, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Generator termoelektrik.....	6
2.2 Prinsip kerja termoelektrik	7
2.3 Heatsink.....	9
2.4 Sensor DS18B20	9

2.5 Panel surya	10
2.5.1 Panel Surya Polikristal (Poly-crystalline).....	10
2.5.2 Panel Surya Monokristal (Mono-crystalline)	11
2.5.3 Panel Surya Silikon Amorphous (thin film)	12
2.6 Baterai	13
2.6.1 Baterai primer	14
2.6.2 Baterai sekunder	14
2.6.3 Lithium-Ion (Li-ion)	14
2.6.4 Timbal-Asam (Lead-Acid)	15
2.6.5 Nickel-Metal Hydride (NiMH).....	16
2.7 BMS.....	17
2.8 Relay.....	17
2.9 DC-DC Boost Converter	18
2.10 Sensor INA219	19
2.11 LCD (Liquid Crystal Display).....	20
2.12 Water Pump.....	21
2.13 ARDUINO.....	23
2.14 Arduino IDE	24
2.15 Penelitian Terdahulu.....	25
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Kerangka Berpikir	30
3.2 Studi Literatur.....	31
3.3 Rumusan Masalah	31
3.4 Perancangan dan Pembuatan alat	31
3.5 Diagram Blok Alat	33
3.6 Pengujian Alat	35

3.7 Implementasi 3D Desain	36
3.8 Pengumpulan Data	38
3.9 Hasil Dan Pembahasan	38
3.10 Kesimpulan.....	38
3.11 Instrument Penelitian.....	39
3.12 Tempat Penelitian.....	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Perancangan Software dan Hardware	42
4.1.1 Hasil Perancangan Software	42
4.1.2 Hasil Perancangan Hardware.....	43
4.2 Pembuatan Prototipe.....	46
4.2.1 Implementasi Thermoelectric Generator	46
4.2.2 Implementasi Rangkaian Arduino ke PCB	46
4.2.3 Implementasi Control Box.....	47
4.2.4 Implementasi Sistem.....	49
4.3 Pengujian Fungsionalitas.....	50
4.3.1 Pengujian Panel Surya	50
4.3.2 Pengujian Arduino Uno R3.....	52
4.3.3 Pengujian LCD I2C 128x64 Amoled.....	53
4.3.4 Pengujian Sensor INA219 Pertama	55
4.3.5 Pengujian Sensor INA 219 Kedua	57
4.3.6 Pengujian <i>Relay</i>	59
4.3.7 Pengujian DC-DC <i>Converter</i>	60
4.3.8 Pengujian Sensor DS18B20.....	61
4.4 Hasil Pengambilan Data	62
4.4.1 Panel Surya dengan dan tanpa Menggunakan TEG dan <i>Water mist</i>	63

4.4.2 Data Thermoelectric Generator	65
4.4.3 Data Daya Pompa Water mist.....	67
4.5 Analisis Keseluruhan sistem	69
4.5.1 Analisis panel surya	69
4.5.2 Analisis <i>thermoelectric generator</i> dan sistem <i>water mist</i>	73
4.5.3 Analisis Efisiensi Panel	74
BAB 5 PENUTUP.....	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja TEG	7
Gambar 2.2 Heatsink	9
Gambar 2.3 Sensor DS18B20.....	10
Gambar 2.4 Panel surya polikristal	11
Gambar 2.5 Panel surya monokristal.....	11
Gambar 2.6 Panel surya silikon amorphous	12
Gambar 2.7 Baterai Lithium-ion	15
Gambar 2.8 Baterai Lead-acid.....	16
Gambar 2.9 Baterai NiMH	16
Gambar 2.10 BMS hw-775 mh-cd42	17
Gambar 2.11 Relay	18
Gambar 2.12 Boost converter circuit diagram.....	18
Gambar 2.13 Boost converter XL6009	19
Gambar 2.14 Sensor INA219	20
Gambar 2.15 LCD (Liquid crystal display).....	21
Gambar 2.16 Mini waterpump.....	22
Gambar 2.17 Arduino Uno R3	23
Gambar 2.18 Arduino Uno R3 Pinout.....	24
Gambar 2.19 Software Arduino IDE.....	25
Gambar 3.1 Alur Penelitian	30
Gambar 3.2 Algoritma Software	32
Gambar 3.3 Wiring Alat	33
Gambar 3.4 Diagram blok alat	34
Gambar 3.5 Desain 3D control unit.....	37
Gambar 3.6 konfigurasi TEG 2 seri 4 paralel.....	37
Gambar 3.7 Desain 3D Thermoelectric Generator	38
Gambar 4.1 Hasil Perancangan perangkat lunak.....	43
Gambar 4.2 Perancangan Rangkaian LCD.....	45
Gambar 4.3 Perancangan Rangkaian control box	46

Gambar 4.4 Konfigurasi TEG	46
Gambar 4.5 Pemindahan Rangkaian Arduino ke PCB.....	47
Gambar 4.6 Pengetesan Sederhana Rangkaian PCB	48
Gambar 4.7 Control Box tampak Dalam	49
Gambar 4.8 Control Box tampak luar	49
Gambar 4.9 Keseluruhan Sistem	50
Gambar 4.10 Pengujian Panel TEG dan Panel tanpa TEG.....	52
Gambar 4.11 Code Program Sistem	53
Gambar 4.12 Penampilan LCD	54
Gambar 4.13 Pengujian INA219 pertama (a) (b)	56
Gambar 4.14 Pengujian INA219 Kedua (a) (b).....	58
Gambar 4. 15 Pengujian Relay	60
Gambar 4.16 Pengujian Boost converter	61
Gambar 4.17 pengujian Sensor DS18B20.....	62
Gambar 4.18 Grafik Panel Tanpa sistem.....	70
Gambar 4.19 Grafik Panel dengan Sistem.....	71
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan	72
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan TEG dan Water Mist	73
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Efisiensi panel	76
Gambar 4.23 Grafik perbandingan output total.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Panel.....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi baterai	15
Tabel 2.3 Spesifikasi BMS	17
Tabel 2.4 Spesifikasi Boost Converter	19
Tabel 2.5 Spesifikasi LCD	21
Tabel 2.6 Spesifikasi Pompa	22
Tabel 2.7 Penelitian terdahulu	25
Tabel 3.1 Daftar Spesifikasi	39
Tabel 4.1 Pengujian panel surya.....	51
Tabel 4.2 Percobaan Arduino Uno R3	53
Tabel 4.3 Pengujian LCD I2C 128x64 Amoled	54
Tabel 4.4 Pengujian Sensor INA219 pada TEG.....	55
Tabel 4.5 Pengujian Sensor INA219 Pada Baterai.....	57
Tabel 4.6 Pengujian Relay.....	59
Tabel 4.7 Pengujian DC-DC Boost Converter	60
Tabel 4.8 Pengujian Sensor DS18B20	62
Tabel 4.9 Hari pertama panel dengan dan tanpa TEG.....	64
Tabel 4.10 Hari kedua panel dengan dan tanpa TEG.....	64
Tabel 4.11 Hari ketiga panel dengan dan tanpa TEG.....	65
Tabel 4.12 Performa TEG hari pertama	66
Tabel 4.13 Performa TEG hari kedua.....	66
Tabel 4.14 Performa TEG hari ketiga	67
Tabel 4.15 Data pompa hari pertama	68
Tabel 4.16 Data pompa hari kedua.....	68
Tabel 4.17 Data pompa hari ketiga.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Codingan program alat *Control box*

Lampiran 2. Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 3. Lembar Konsultasi Pembimbing 2