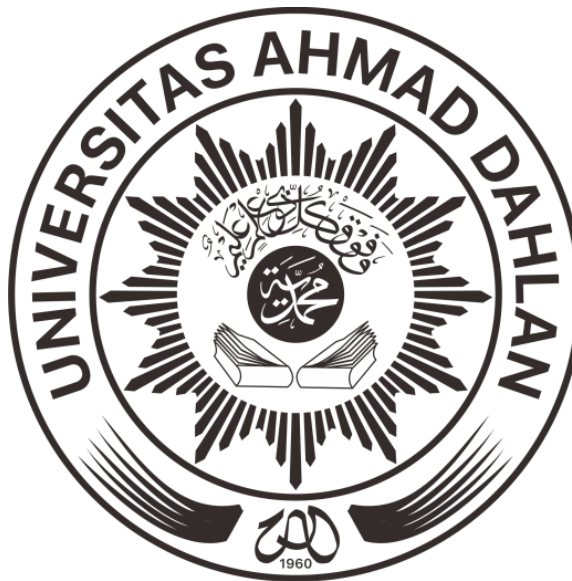


**Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848
pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan
Energi Listrik**

SKRIPSI



**Luthfi Nurjuliansyah
1600014019**

**Program Studi Fisika
Fakultas Sains Dan Teknologi Terapan
Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta
2023**

Halaman Persetujuan Skripsi

Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi bagian persyaratan untuk meraih
derajat Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Fisika
Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta**

Luthfi Nurjuliansyah

1600014019

**Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi Terapan
Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta**

Halaman Pengesahan

SKRIPSI

Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik

Disiapkan dan disusun oleh

Luthfi Nurjuliansyah
1600014019

Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Tanggal: 31 Juli 2023

Ketua/pembimbing : Qonitatul Hidayah, S.Si., M.Sc.

Penguji I : Prof. Drs. Hariyadi, M.Sc., Ph.D.

Penguji II : Umi Salamah, S.Si., M.Sc.



Mengetahui,



Dr. Yudi Ari Adi, M.Si.

NIY. 60020389



Surat Pernyataan

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik”** merupakan karya sendiri dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Yang membuat pernyataan,



Luthfi Nurjuliansyah
NIM. 1600014019

Pernyataan Tidak Plagiat

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

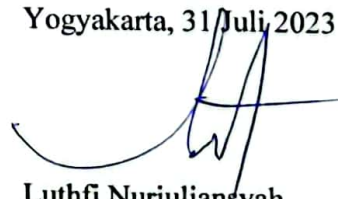
Nama : Luthfi Nurjuliansyah
NIM : 1600014019
Email : luthfi1600014019@webmail.uad.ac.id
Prodi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi Terapan
Judul tugas akhir : Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar acuan.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 31 Juli 2023



Luthfi Nurjuliansyah
NIM. 1600014019

Pernyataan Persetujuan Akses

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luthfi Nurjuliansyah

NIM : 1600014019

Email : luthfi1600014019@webmail.uad.ac.id

Fakultas : Sains dan Teknologi Terapan Prodi : Fisika

Judul tugas akhir : Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik

Dengan ini saya menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya seni ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut

Saya (~~mengijinkan~~/~~tidak mengijinkan~~) karya tersebut diunggah ke dalam repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 31 Juli 2023



Luthfi Nurjuliansyah
NIM. 1600014019

Mengetahui,
Pembimbing

Qonitatul Hidayah, S.Si., M.Sc.
NIY. 60150800

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik”**.

Dalam penyusunannya, penulis menyadari bahwa terselesaikannya penelitian dan laporan ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala hormat pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

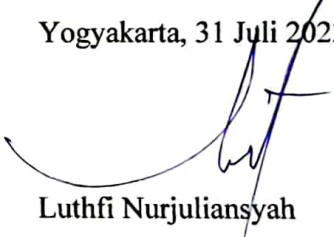
1. Bapak Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Yudi Ari Adi, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Terapan UAD Yogyakarta.
3. Bapak Damar Yoga Kusuma, B.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Terapan UAD Yogyakarta.
4. Ibu Qonitatul Hidayah, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing skripsi yang telah membimbing saya hingga mampu menyelesaikan skripsi saya sampai saat ini.
5. Kedua orang tua saya baik dari Papah Iwan bersama Bu Indah maupun Mamah Nani dengan Mas Edi yang senantiasa tidak kenal lelah dalam menyemangati, mendoakan dan mendukung berbagai hal yang dibutuhkan secara lahir dan batin.
6. Kakak-kakak saya baik kakak kandung Teh Ririn dan Teh Dina maupun kakak ipar saya Mas budi serta keponakan tercinta Faisal yang selalu menemani, menghibur dan menyemangati saya.
7. Seluruh teman-teman mahasiswa Fisika yang telah membantu dan memotivasi kepada saya, terkhusus Muthafizhah yang tetap setia menemani selalu.

8. Diri saya sendiri yang sudah kuat dan bertahan untuk melawan musuh terberat yaitu saya sendiri, walaupun hampir pernah menyerah dan putus asa.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang selama ini telah membantu dan memberi banyak masukan agar terselesaikan skripsi ini.

Terima kasih, semoga Allah SWT membalas kebaikan semua. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan. Segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 31 Juli 2023



Luthfi Nurjuliansyah

Daftar Isi

Halaman Sampul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Surat Pernyataan	iv
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar	xiii
Abstrak.....	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	7
1.3. Batasan Masalah	7
1.4. Rumusan Masalah.....	8
1.5. Tujuan Penelitian	8
1.6. Manfaat Penelitian	8
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	9
2.1. Energi.....	9
2.1.1. Energi Panas	9
2.1.2. Energi Listrik.....	10
2.2. Knalpot Motor	11
2.3. Termoelektrik	12
2.3.1. Efek <i>Seebeck</i>	13
2.3.2. Efek Peltier	13
2.3.3. Efek Thompson.....	14
2.3.4. Efek Joule	14

2.3.5. Efek Konduksi	14
2.3.2. Prinsip Kerja TEG	14
2.3.3. Efisiensi Daya Listrik TEG	15
2.4. <i>Voltage Booster</i>	16
2.4.1. Prinsip Kerja <i>Voltage Booster</i>	16
2.5. Arduino UNO	17
2.6. Sensor DS18B20.....	18
2.7. Sensor INA219	18
2.8. Penelitian Terdahulu	19
BAB 3 Metodologi	23
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2. Alat dan Material	23
3.2.1. Alat Penelitian.....	23
3.2.2. Material Penelitian	24
3.3. Metode Penelitian	25
3.3.1. Pembuatan Kerangka TEG	27
3.3.2. Pembuatan Rangkaian TEG.....	28
3.3.2.1. Rangkaian Pendingin	28
3.3.2.2. Rangkaian <i>Voltage Booster</i> dan Alat Ukur.....	30
3.3.3. Pengambilan Data.....	31
3.3.3.1. Data Suhu Panas dan Suhu Dingin	33
3.3.3.2. Data Tegangan dan Arus Listrik	33
3.3.4. Analisis data	34
BAB 4 Hasil dan Pembahasan	36
4.1. Pengukuran Suhu dengan Sensor Suhu DS18B20	36
4.2. Pengukuran Kelistrikan menggunakan Multimeter dan Sensor INA219	47
BAB 5 Penutup	58
5.1. Kesimpulan	58

5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	65

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	19
Tabel 4.1. Pengukuran suhu panas pada TEG variasi tiga perbedaan pendingin ..	40
Tabel 4.2. Pengukuran suhu dingin pada TEG variasi tiga perbedaan pendingin .	41
Tabel 4.3. Perbedaan suhu pada TEG variasi tiga perbedaan pendingin	45
Tabel 4.4. Koefisien <i>Seebeck</i> modul TEG SP1848 variasi tiga perbedaan pendingin.....	50
Tabel 4.5. Hasil tegangan listrik modul TEG SP1848 dan tegangan listrik <i>Voltage Booster</i> dengan tiga variasi Pengujian suhu dingin.....	52
Tabel 4.6. Pengukuran tegangan, arus dan perhitungan daya listrik pada modul TEG SP1848 dengan variasi tiga perbedaan pendingin	53
Tabel 4.7. Pengukuran tegangan, arus dan perhitungan daya listrik pada <i>Voltage Booster</i> pertama dengan variasi tiga perbedaan pendingin	54
Tabel 4.8. pengukuran tegangan, arus dan perhitungan daya listrik pada <i>Voltage Booster</i> kedua dengan variasi tiga perbedaan pendingin.....	55

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Pemanfaatan panas terbuang menjadi energi listrik.....	3
Gambar 2.1. Konstruksi Knalpot	12
Gambar 2.2. Struktur Pembangkit Daya Termoelektrik	15
Gambar 2.3. <i>Voltage Booster</i> MT3608	16
Gambar 2.4. Arduino UNO	18
Gambar 2.5. Sensor DS18B20	18
Gambar 2.6. Sensor INA219	19
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2. (a) Desain kerangka modul <i>cooler</i> dan (b) Desain kerangka modul TEG SP1848	27
Gambar 3.3. (a) tampak depan kerangka TEG dan (b) tampak belakang kerangka TEG	28
Gambar 3.4. Skematik Rangkaian Pendingin dengan kipas dan modul <i>cooler</i>	29
Gambar 3.5. Skematik Rangkaian <i>Voltage Booster</i> dan Pengukuran Suhu, Tegangan dan Arus Listrik.....	30
Gambar 3.6. (a) Pengambilan data pada motor PCX 150cc (b) Instalasi TEG pada knalpot bagian silinder kecil (c) Tegangan listrik ditingkatkan dengan <i>Voltage Booster</i> hingga 12 V dan (d) Tegangan listrik dari TEG.....	32
Gambar 4.1. Grafik suhu panas pada TEG dengan variasi tiga suhu knalpot.....	37
Gambar 4.2. Grafik suhu dingin pada TEG dengan variasi tiga suhu knalpot.....	38
Gambar 4.3. Grafik perbedaan suhu pada TEG dengan variasi tiga suhu knalpot	39
Gambar 4.4. Grafik suhu panas pada TEG variasi tiga perbedaan pendingin	40
Gambar 4.5. Grafik suhu dingin pada TEG variasi tiga perbedaan pendingin	41
Gambar 4.6. Grafik perbedaan suhu pada TEG variasi tiga perbedaan pendingin	45
Gambar 4.7. Grafik tegangan listrik TEG dengan variasi tiga suhu knalpot	48
Gambar 4.8. Grafik tegangan listrik TEG variasi tiga perbedaan pendingin.....	49

Perancangan *Thermoelectric Generator* (TEG) Tipe TEG SP1848 pada Knalpot Kendaraan Bermotor sebagai Solusi Keterbatasan Energi Listrik

Abstrak

Energi sebagai kebutuhan sehari-hari bagi masyarakat telah mengalami krisis. Dalam jangka panjang, pembangkit listrik konvensional berdampak bagi kelistrikan Indonesia. Sehingga Energi Baru Terbarukan (EBT) menjadi solusi untuk mengatasi krisis energi listrik, salah satunya dengan memanfaatkan energi panas. *Thermoelectric Generator* (TEG) merupakan salah satu teknologi EBT yang mampu mengubah energi panas menjadi energi listrik. TEG terbuat dari modul TEG SP1848 sebagai keluaran listrik dan akan mendapatkan masukan panas dan dingin yang akan memberikan perbedaan suhu. TEG menerapkan prinsip efek *Seebeck* sebagai penghasil listrik dari masukan berupa perbedaan suhu. Jika ada dua material semikonduktor tipe-p dan tipe-n ujungnya disambungkan satu sama lain, maka akan terjadi dua sambungan dalam satu *loop*. Jika terjadi perbedaan suhu diantara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik. Penelitian ini menggunakan dua buah TEG SP1848 sebagai penghasil listrik, knalpot motor sebagai pemberi panas serta *heatsink*, kipas dan modul *cooler* sebagai pemberi dingin. Penelitian diuji dengan variasi perbedaan suhu dingin dari menggunakan *heatsink*, kipas dan modul *cooler*. Dari ketiga variasi pengujian, suhu tertinggi yang dikeluarkan knalpot motor pada sisi panas TEG ketika hanya menggunakan pendingin *heatsink* yaitu 92,02°C. Sedangkan hasil keluaran listrik yang maksimal didapatkan ketika menggunakan pendingin *heatsink*, kipas dan modul *cooler* dengan suhu panas dan suhu dingin masing-masing 76,44°C dan 42,75°C. Nilai perbedaan suhu yang didapatkan yaitu 33,69°C dengan memberikan keluaran tegangan dan arus listrik masing-masing yaitu 1,28 V dan 18,58 mA. Setelah itu, hasil tegangan listrik ini dioptimalkan dan ditingkatkan dengan menggunakan *Voltage Booster* 0,9 to 5 V dan *Voltage Booster* 2 to 12 V (MT3608), sehingga nilai akhir yang dihasilkan memiliki tegangan dan arus listrik masing-masing yaitu 11,93 V dan 1,90 mA. Pemberian *Voltage Booster* tetap mampu meneruskan nilai daya masukan untuk menjadi daya keluaran, sehingga daya listrik modul ini mencapai 22,67 mW.

Kata kunci: TEG, knalpot motor, *heatsink*, *Voltage Booster*, koefisien *Seebeck*, daya listrik