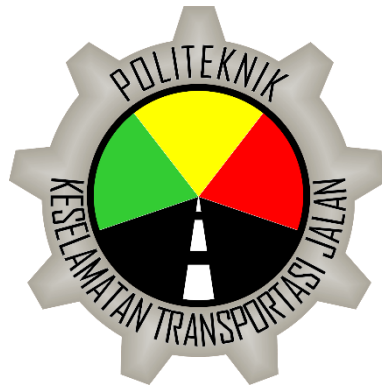


TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS
***THERMOELECTRIC GENERATOR* DENGAN**
MEMANFAATKAN *EXHAUST MANIFOLD* DAN ALIRAN
BAHAN BAKAR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh:

YOGIE WIJAYA

22.02.1029

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF

POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN

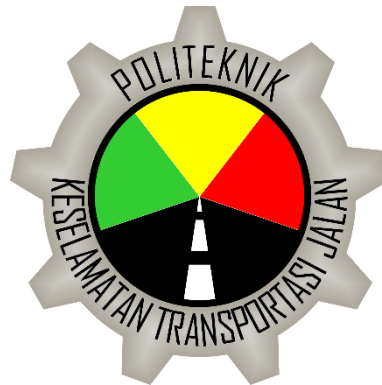
TEGAL

2026

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS
***THERMOELECTRIC GENERATOR* DENGAN**
MEMANFAATKAN *EXHAUST MANIFOLD* DAN ALIRAN
BAHAN BAKAR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh:

YOGIE WIJAYA

22.02.1029

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF

POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN

TEGAL

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS
THERMOELECTRIC GENERATOR DENGAN MEMANFAATKAN
EXHAUST MANIFOLD DAN ALIRAN BAHAN BAKAR**

DESIGN OF A *THERMOELECTRIC GENERATOR*-BASED POWER PLANT USING
AN EXHAUST MANIFOLD AND FUEL FLOW

Disusun oleh:

YOGIE WIJAYA

22.02.1029

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T.

NIP. 198105 22200812 1 001

Tanggal 04 Mei 2026

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS
THERMOELECTRIC GENERATOR DENGAN MEMANFAATKAN EXHAUST
MANIFOLD DAN ALIRAN BAHAN BAKAR

DESIGN OF A *THERMOELECTRIC GENERATOR*-BASED POWER PLANT USING AN
EXHAUST MANIFOLD AND FUEL FLOW

Disusun oleh:

Yogie Wijaya

22.02.1029

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Tanggal 04 Mei 2026

Ketua Seminar

Tanda Tangan

M. Iman Nur Hakim, S.T., M.T.
NIP. 19930104 2019202 1 002



Penguji 1

Tanda Tangan

Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.
NIP. 19830704 200912 1 004



Penguji 2

Tanda Tangan

Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T.
NIP. 198105 22200812 1 001



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.
NIP. 19830704 200912 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YOGIE WIJAYA

Notar : 22.02.1029

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS THERMOELECTRIC GENERATOR DENGAN MEMANFAATKAN *EXHAUST MANIFOLD* DAN ALIRAN BAHAN BAKAR" ini adalah hasil yang saya buat sendiri, tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah digunakan dan diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi. Semua sumber yang saya cantumkan dalam penelitian ini telah saya sebutkan dengan jelas dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan sebagai karya yang sama untuk memperoleh gelar sarjana terapan dalam instansi manapaun. Apabila terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil karya penulis lain, maka saya bersedia untuk bertanggung jawab serta menerima sanksi akademik dan/ atau hukum yang berlaku.

Tegal, 30 Oktober 2025

Yang Menyatakan


yogie Wijaya

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.

Dengan Penuh rasa syukur dan hormat, karya sederhana ini saya persembahkan kepada :

Kedua orangtua saya **Bapak Utomo** dan **Ibu Nining Haryani**, yang selalu menjadi alasan terkuat saya, semangat dan inspirasi dalam hidup saya. Terima kasih atas kasih sayang yang tulus, Doa yang tidak pernah putus, serta setiap pengorbanan yang telah diberikan dengan penuh keikhlasan. Skripsi ini adalah salah satu bentuk rasa terima kasih dan bakti saya atas segala perjuangan yang telah bapak dan ibu lakukan demi masa depan saya.

Sebagai pengingat bagi diri saya sendiri dan siapa pun yang sedang berjuang menempuh pendidikan:

"Jika kuliah adalah sebuah panggung, orang tua adalah yang jadi penontonnya. Mereka nggak ikut tampil. Mereka nggak dapet tepuk tangan. Tapi mereka yang bayar lampunya agar tetap nyala supaya kamu bisa berdiri disana. Jadi jangan tampil setengah hati di panggung yang mereka nyalain pake lelah."

Akhirnya, karya ini saya persembahkan sebagai wujud rasa syukur atas setiap proses, perjuangan, dan pelajaran yang telah saya lalui. Semoga apa yang telah saya capai hari ini dapat menjadi kebanggaan bagi kedua orangtua saya, serta menjadi langkah awal untuk memberikan manfaat bagi masyarakat, khususnya dalam bidang keselamatan transportasi jalan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS *THERMOELECTRIC GENERATOR* DENGAN MEMANFAATKAN *EXHAUST MANIFOLD* DAN ALIRAN BAHAN BAKAR" tepat pada waktunya. Penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan berbagai dukungan sehingga proposal tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tunjukkan kepada :

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif.
3. Bapak Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T. selaku dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan yang sangat berarti selama proses penulisan proposal tugas akhir.
4. Keluarga saya tercinta, atas doa, dukungan, dan motivasi yang selalu penulis terima sepanjang perjalanan ini.
5. Rekan-rekan Taruna/I Teknologi Rekayasa Otomotif Angkatan XXXIII, serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan proposal tugas akhir ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa proposal tugas akhir ini masih ada kekurangan. Terima kasih atas perhatian dan kesempatan yang diberikan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang yang teliti.

Tegal, 04 Mei 2026

Yang menyatakan,

Yogie Wijaya

INTISARI

Perkembangan industri otomotif menuntut adanya inovasi dalam pemanfaatan energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Salah satu potensi energi yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah panas buang dari *exhaust manifold* kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pembangkit listrik berbasis *Thermoelectric generator* (TEG) dengan memanfaatkan panas buang dari *exhaust manifold* dan aliran bahan bakar sebagai media pendingin untuk meningkatkan perbedaan temperatur (ΔT).

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi debit aliran bahan bakar serta konfigurasi rangkaian modul TEG, yaitu rangkaian seri dan rangkaian Paralel. Parameter yang diamati meliputi temperatur sisi panas dan sisi dingin, perbedaan temperatur (ΔT), tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan. Pengukuran dilakukan menggunakan thermocouple, flow sensor, watt meter yang telah di kalibrasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan debit aliran bahan bakar mempengaruhi karakteristik keluaran listrik TEG. Pada rangkaian seri, daya listrik maksimum sebesar 1,00 W diperoleh pada debit 1,44 L/menit dengan tegangan rata-rata 3,18 V dan arus 0,31 A. Sedangkan pada rangkaian paralel, daya maksimum sebesar 0,61 W diperoleh pada debit 0,59 L/menit dengan tegangan rata-rata 2,50 V dan arus 0,24 A. Secara umum, rangkaian seri menghasilkan tegangan dan daya yang lebih tinggi dibandingkan rangkaian paralel, sedangkan rangkaian paralel menghasilkan arus yang relatif lebih stabil.

Dengan demikian, pemanfaatan panas buang *exhasut manifold* dengan dukungan sistem pendingin berbasis aliran bahan bakar dapat menjadi solusi alternatif dalam menghasilkan energi listrik tambahan pada kendaraan. Penelitian ini diharapkan berkontribusi dalam pengembangan teknologi energi alternatif yang efisien dan berkelanjutan di bidang transportasi.

Kata kunci : *Thermoelectric generator* (TEG), Exhaust Manifold, Panas Buang, Aliran Bahan Bakar

ABSTRACT

The development of the automotive industry demands innovations in energy utilization that are more efficient and environmentally friendly. One potential energy source that has not been optimally utilized is waste heat from the exhaust manifold of motor vehicles. This study aims to design and develop a power generation system based on a *Thermoelectric generator* (TEG) by utilizing waste heat from the exhaust manifold and fuel flow as a cooling medium to increase the temperature difference (ΔT).

The research method used is experimental, with variations in fuel flow rate and TEG module configurations, namely series and parallel circuits. The observed parameters include hot-side and cold-side temperatures, temperature difference (ΔT), voltage, current, and electrical power output. Measurements were conducted using calibrated thermocouples, flow sensors, and watt meters.

The results show that an increase in fuel flow rate affects the electrical output characteristics of the TEG system. In the series configuration, the maximum power output of 1.00 W was obtained at a flow rate of 1.44 L/min, with an average voltage of 3.18 V and current of 0.31 A. Meanwhile, in the parallel configuration, the maximum power output of 0.61 W was achieved at a flow rate of 0.59 L/min, with an average voltage of 2.50 V and current of 0.24 A. In general, the series configuration produces higher voltage and power output compared to the parallel configuration, while the parallel configuration provides a relatively more stable current.

Thus, the utilization of exhaust manifold waste heat combined with a fuel flow-based cooling system can serve as an alternative solution for generating additional electrical energy in vehicles. This research is expected to contribute to the development of efficient and sustainable alternative energy technologies in the transportation sector.

Keywords: *Thermoelectric generator* (TEG), Exhaust Manifold, Waste Heat, Fuel Flow, Alternative Energy.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusah Masalah.....	2
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan Penelitian	3
I.5. Manfaat Penelitian	3
I.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Pembangkit Listrik Alternatif	5
II.2. Energi Panas Buang pada Kendaraan Bermotor	7
II.3. <i>Thermoelectric generator</i> (TEG).....	8
II.4. Radiator dan Kipas.....	12
II.5. Panas	15
II.6. Rangkaian dan Tenaga Listrik	17

II.7. Pengukuran Output <i>Thermoelectric generator</i>	20
II.7.1. Pengukuran Tegangan Menggunakan Multimeter	21
II.7.2. Pengukuran Arus Menggunakan Multimeter	22
II.8. Motor Bakar Bensin.....	23
II.9. Aliran Bahan Bakar	26
II.10. Exhaust Manifold	28
II.11. Penelitian Terkait.....	31
II.12. Kerangka Pemikiran	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
III.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
III.2. Jenis Penelitian	36
III.3. Skema Alat dan Bahan Penelitian.....	37
III.3.1. Skema alat	37
III.3.2. Bahan Penelitian	40
III.4. Prosedur Penelitian.....	44
III.5. Kalibrasi dan Verifikasi Alat Ukur.....	46
III.5.1. Kalibrasi Flow Sensor.....	46
III.5.2. Kalibrasi Thermocouple	48
III.5.3. Kalibrasi Watt Metter.....	49
III.6. Teknik Pengumpulan Data.....	51
III.7. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
IV.1. Data Hasil Pengujian	55
IV.1.1. Hasil Pengujian Rangkaian Seri.....	55
IV.1.2. Hasil Pengujian Rangkaian Paralel.....	56
IV.2. Hasil Pengujian Temperatur	58
IV.2.1. Karakteristik Termal Rangkaian Seri	58

IV.2.2. Karakteristik Termal Rangkaian Paralel	60
IV.3. Hasil Pengukuran Arus Maksimal	61
IV.4. Hubungan Perbedaan Temperatur (ΔT) dan Daya Keluaran (P) yang dihasilkan oleh Modul TEG	62
IV.4.1. Hubungan Perbedaan Temperatur (ΔT) dan Daya Keluaran (P) Rangkaian Seri	62
IV.4.2. Hubungan Perbedaan Temperatur (ΔT) dan Daya Keluaran (P) Rangkaian Paralel	63
IV.5. Pembahasan	64
IV.5.1. Analisis Pengaruh Debit Aliran terhadap Karakteristik Termal	64
IV.5.2. Komparasi Performa Rangkaian Seri dan Paralel	65
IV.5.3. Pemanfaatan Panas Buang Exhaust Manifold sebagai Energi Alternatif	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
V.1. Kesimpulan	67
V.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Penelitian Terkait	31
Tabel III.1	Jadwal Penelitian	36
Tabel III.2	Alat dan bahan Penelitian	40
Tabel III.3	Kalibrasi Flow Sensor	47
Tabel III.4	Kalibrasi Thermocouple Arduino	48
Tabel III.5	Error Presentase Thermocouple	49
Tabel III.6	Kalibrasi Watt Meter	50
Tabel III.7	Pencatatan Data Temperatur Bahan Bakar	51
Tabel III.8	Pencatatan Data Temperatur Modul TEG	52
Tabel III.9	Contoh Perhitungan Daya Listrik TEG	53
Tabel IV.1	Hasil Pengujian Rangkaian Seri	55
Tabel IV.2	Hasil Pengujian Rangkaian Paralel	57
Tabel IV.3	Hasil Karakteristik Termal Rangkaian Seri	58
Tabel IV.4	Hasil Karakteristik Termal Rangkaian Paralel	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Efek Seebeck	9
Gambar II.2	Susunan Seri (Wahyudi, 2019)	18
Gambar II.3	Susunan Paralel (Wahyudi, 2019)	19
Gambar II.4	Kerangka Penelitian.....	35
Gambar III.1	Skema Alat Penelitian.....	37
Gambar III.2	Flowchart Prosedur Penelitian	39
Gambar III.3	Prosedur Penelitian	44
Gambar III.4	kalibrasi Flow meter.....	46
Gambar III.5	Kalibrasi Flow Meter.....	47
Gambar III.6	Kalibrasi Thermocouple	48
Gambar III.7	Kalibrasi Watt Meter	50
Gambar IV.1	Hasil Daya Keluaran (P) Rangkaian Seri.....	56
Gambar IV.2	Daya Keluaran (P) Rangkaian Paralel.....	58
Gambar IV.3	Hasil Perbedaan Temperatur (ΔT) Rangkaian Seri	60
Gambar IV.4	Hasil Perbedaan Temperatur (ΔT) Rangkaian Paralel	61
Gambar IV.5	Hasil Hubungan Perbedaan Temperatur (ΔT) dan Daya Keluaran (P) Rangkaian Seri.....	62
Gambar IV.6	Hasil Hubungan Perbedaan Temperatur (ΔT) dan Daya Keluaran (P) Rangkaian Paralel	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Pembuatan alat penelitian	74
Lampiran 2.	Pengecekan Alat ukur.....	74
Lampiran 3.	Skema Alat penelitian.....	75
Lampiran 4.	Pengambilan Data.....	75
Lampiran 5.	Hasil Pengambilan Data Rangkaian Seri	76
Lampiran 6.	Hasil Pengambilan Data Rangkaian Paralel	77
Lampiran 7.	Pengukuran Arus Maksimal.....	79
Lampiran 8.	Data suhu pada pompa 4 volt Rangkaian Seri.....	80
Lampiran 9.	Data suhu pada pompa 4 volt Rangkaian Paralel	83
Lampiran 10.	Data suhu pada pompa 8 volt Rangkaian Seri	86
Lampiran 11.	Data suhu pada pompa 8 volt Rangkaian Paralel	89
Lampiran 12.	Data suhu pada pompa 12 volt Rangkaian Seri.....	92
Lampiran 13.	Data suhu pada pompa 12 volt Rangkaian Paralel.....	95