

**STUDI EKSPERIMEN TEG PADA MESIN KENDARAAN  
MOTOR EMPAT TAK DENGAN MEMANFAATKAN  
PANAS YANG TERBUANG MENGGUNAKAN  
METODE SEEBACK EFFECT**

**SKRIPSI**

**BIDANG KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**KHAIRI HIDAYAT**

NIM. 151210076

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK  
PONTIANAK  
2021**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**  
**Studi Eksperimen TEG Pada Mesin Kendaraan Motor Empat Tak**  
**Dengan Memanfaatkan Panas Yang Terbuang Menggunakan**  
**Metode Seeback Effect**

**SKRIPSI**  
**BIDANG KONVERSI ENERGI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**KHAIRI HIDAYAT**  
**NIM. 151210076**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

Dosen Pembimbing 1

**(Gunarto ST., M.Eng)**

NIDN. 0009097301

Dosen pembimbing II

**(Fuazen. ST,MT)**

NIDN. 1122087301

Mengetahui:

Ketua Program Studi

**(Eko Julianto, ST.,MT.)**

NIDN. 1119078703

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 09 september 2021

**Khairi hidayat**  
**NIM. 151210076**

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirabbil alamin segala puji hanya untuk Allah SWT tak hentihentinya aku bersyukur atas nikmat-Mu, serta sholawat dan salam kepada mu rabbi, pemimpin terbaik, yang selalu kita harapkan syafa'atnya Baginda Nabi Muhammad SAW. Kupersembahkan karya ini untuk belahan jiwaku yaitu kedua orang tuaku yang tanpa mereka aku bukanlah siap-siapa di dunia fana ini (mamaku tersayang dan Bapakku tercinta , mereka adalah orang yang selalu menginjeksikan segala idealisme, prinsip hidup, madrasah pertamaku sejak aku di rahim ibuku hingga kini takkan pernah lekang oleh waktu, dan keluargaku, yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendo'akanku, selalu menasehatiku untuk menjadi lebih baik. Terima kasih ya Allah yang telah mengirimkan insan terbaik alam hidupku.

Semoga sebuah karya kecil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi keluargaku tercinta. Dalam setiap langkahku, aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang kalian impikan di diriku, meski belum semua itu kuraih, Insyaallah atas dukungan doa dan restu semua mimpi itu kan terjawab di masa penuh kehangatan nanti. Untuk itu kupersembahkan ungkapan terima kasih kepada:

Untuk bapak Gunarto ST., M.Eng bapak Fuazen ST.,MT, bapak Eko Sarwono, ST.,MT dan bapak Dr. Doddy Irawan ST.,M.eng, selaku dosen pembimbing dan penguji tugas akhir, terima kasih banyak telah memberiku banyak nasihat, masukan, mengajariku dengan penuh kesabaran, dan dukungan selama penulisan tugas akhir ini, yang sudah seperti orang tuaku sendiri.

Dosen-dosen Teknik Mesin yang telah memberiku bekal ilmu yang sangat berharga, inspirasi dan motivasi sehingga menyelesaikan studi.

Teman-teman seperjuanganku, terima kasih telah sudi menjadi teman baikku semasa kuliah, yang selalu ada saat tawa dan sedih, serta telah banyak, membantuku semasa kuliah, semua cerita yang kita lewati bersama tidak akan pernah terlupakan.

Tidak lupa juga ku ucapkan terima kasih kepada staff program studi teknik mesin yang telah banyak membantu dalam proses dalam perkuliahan.

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua. Terima kasih ku ucapkan atas segala kekhilafan dan kekurangan mohon dimaafkan.

## **RINGKASAN SKRIPSI**

**Khairi Hidayat**, “Studi Eksperimen TEG Pada Mesin Kendaraan Motor Empat Tak Dengan Memanfaatkan Panas Yang Terbuang Menggunakan Metode Seeback Effect” di bawah bimbingan bapak Gunarto ST., M.Eng selaku pembimbing pertama dan bapak Fuazen ST., MT selaku pembimbing kedua.

Indonesia adalah negara yang sangat terkenal dengan potensi alam yang sangat luar biasa. Banyak sumber daya alam yang perlu perhatian dari pemerintah untuk dikembangkan. Dalam beberapa tahun terakhir banyak isu-isu lingkungan masyarakat tentang energi ilmiah dan telah membawa kepentingan untuk penelitian teknologi yang canggih. Melihat dari perspektif sosial-ekonomi, seperti tingkatan konsumsi energi berbanding lurus dengan pembangunan ekonomi dan jumlah penduduk di suatu negara, laju pertumbuhan penduduk di dunia hari ini menunjukkan bahwa permintaan energi cenderung meningkat. Salah satu energi yang dibutuhkan manusia untuk menunjang kebutuhan sehari-hari ialah energi listrik, telah banyak industri-industri yang mengembangkan energi listrik seperti di PLTN, PLTA, dan pembangkit listrik yang lain.

Seperti yang terjadi saat ini, tentang Polusi pada kendaraan bermotor dihasilkan dari sisa hasil pembakaran pada mesin yaitu berupa gas. Gas buang pada kendaraan bermotor memiliki kandungan energi panas, energi panas yang terkandung dalam gas buang tergantung dari banyaknya putaran mesin. Semakin banyak putaran mesin maka panas yang dihasilkan dari gas buang akan semakin besar. Gas buang pada kendaraan bermotor dikeluarkan melalui knalpot sehingga komponen ini memiliki suhu paling tinggi saat sepeda motor bergerak. Panas fluida pada knalpot pada sepeda motor dapat mencapai lebih dari 3000 °c.

Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.

Kata Kunci: energi panas, termoelektrik, gas buang

## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Eksperimen TEG Pada Mesin Kendaraan Motor Empat Tak Dengan Memanfaatkan Panas Yang Terbuang Menggunakan Metode Seeback Effect”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah banyak memberikan doa dan motivasinya selama penulis menuntut ilmu.
2. Bapak Dr. Doddy Irawan, ST., M.Eng, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Fuazen ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak serta pembimbing II
4. Bapak Eko Julianto, ST.,MT, selaku Ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

5. Bapak Gunarto ST., M.Eng selaku dosen pembimbing akademik serta pembimbing I skripsi yang selalu memberikan dukungan dan saran untuk mendukung rencana penelitian serta.
6. Bapak Barry Caesar Octariadi, S.Kom., M.Cs selaku Wakil Dekan serta.
7. Staf pengajar beserta karyawan/ti Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
8. Teman-teman Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang tidak sempat penulis sebutkan secara satu-persatu yang juga turut serta memberikan dorongan dan semangat serta bantuannya dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Pontianak, 9 september 2021

Khairi Hiadayat

NIM. 151210076



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN SKRIPSI .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Pemecahan Masalah .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1 Pengertian Umum.....	12
2.2.2 Prinsip Kerja Termoelektrik Generator .....	14
2.2.3 Efek Seebeck.....	17
2.2.4 Efek Peltier.....	19
2.2.5 Efek Thomson .....	19
2.2.6 Proses Kerja Sistem .....	20
2.2.7 Perpindahan Panas.....	20
2.2.8 Perpindahan Panas Konduksi.....	22
2.2.9 Perpindahan Panas Konveksi.....	23

2.2.10 Tegangan, Arus, Dan Daya .....	24
2.2.11 Susunan Termoelektrik Generator Menggunakan Rangkaian Seri.....	25
2.2.12 Komponen Alat Uji Sistem Aliran Panas .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	40
3.2 Landasan Perencanaan.....	40
3.3 Alat Dan Bahan .....	41
3.4 Peralatan Pendukung .....	42
3.5 Tahapan Dalam Penelitian .....	45
3.5.1 Studi Literatur .....	45
3.5.2 Diagram Penelitian .....	46
3.6 Perancangan Sistem.....	47
3.7 Variasi Penelitian TEG.....	48
3.8 Pengambilan Data.....	50
3.9 Instalasi Penelitian.....	53
3.9 Mendapatkan Kesimpulan .....	54
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>55</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	55
4.2 Rumus .....	151
4.3 Perbandingan Setiap Penelitian.....	153
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	159
5.2 Saran .....	160
<b>DARTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Susunan semikonduktor pada Thermoelektrik .....	12
Gambar 2.2	Prinsip kerja TEG .....	16
Gambar 2.3	Proses perpindahan panas .....	21
Gambar 2.4	Konduksi pada dinding plat .....	22
Gambar 2.5	Konveksi dari permukaan plat ke fluida .....	24
Gambar 2.6	Termoelektrik disusun secara seri pada rangkaian kapasitor seri .....	26
Gambar 2.7	Honda Beat PGM-FI CW 2014 .....	28
Gambar 2.8	Plat Aluminium.....	29
Gambar 2.9	Laptop .....	29
Gambar 2.10	thermoelektrik generator .....	30
Gambar 2.11	thermoelektrik cooler .....	30
Gambar 2.12	Water Block.....	31
Gambar 2.13	Heatsink.....	31
Gambar 2.14	Multitester digital.....	32
Gambar 2.15	Thermocouple 4 channel .....	32
Gambar 2.16	Pompa air 12V DC.....	33
Gambar 2.17	Power supply .....	33
Gambar 2.18	Water cooling radiator .....	34
Gambar 2.19	Kipas PC.....	34
Gambar 2.20	Tachometer .....	35
Gambar 2.21	Selang.....	35
Gambar 2.22	Reservoir Tank .....	36
Gambar 2.23	Thermal grease .....	36
Gambar 2.24	Kabel.....	37
Gambar 2.25	Sambungan selang 4 way .....	38
Gambar 2.26	Water Cololant.....	38
Gambar 2.27	Aquades.....	39

Gambar 3.4.1 Ragum .....	42
Gambar 3.4.2 Gergaji Besi .....	42
Gambar 3.4.3 Kikir .....	43
Gambar 3.4.4 Obeng .....	43
Gambar 3.4.5 Bor Listrik .....	44
Gambar 3.4.6 Tang Kombinasi .....	44
Gambar 3.4.7 Tang Potong .....	44
Gambar 3.9.1 Diagram Sistem (TEG) Thermoelektrik Generator.....	53
Gambar 4.1 Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	57
Gambar 4.2 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	57
Gambar 4.3 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	58
Gambar 4.4 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	60
Gambar 4.5 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	60
Gambar 4.6 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	61
Gambar 4.7 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	63
Gambar 4.8 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	63
Gambar 4.9 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin	

3000 RPM .....	64
Gambar 4.10 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan variasi air biasa .....	65
Gambar 4.11 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	67
Gambar 4.12 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	67
Gambar 4.13 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	68
Gambar 4.14 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM74 .....	70
Gambar 4.15 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	70
Gambar 4.16 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	71
Gambar 4.17 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	73
Gambar 4.18 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	73
Gambar 4.19 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	74
Gambar 4.20 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Aquades.....	75
Gambar 4.21 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air	

Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	77
Gambar 4.22 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	77
Gambar 4.23 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	78
Gambar 4.24 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	80
Gambar 4.25 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	80
Gambar 4.26 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	81
Gambar 4.27 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	83
Gambar 4.28 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	83
Gambar 4.29 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	84
Gambar 4.30 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Coolant.....	85
Gambar 4.31 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	87
Gambar 4.32 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	87
Gambar 4.33 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik	

Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	88
Gambar 4.34 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	90
Gambar 4.35 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	90
Gambar 4.36 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	91
Gambar 4.37 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	93
Gambar 4.38 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	93
Gambar 4.39 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	94
Gambar 4.40 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan variasi air biasa .....	95
Gambar 4.41 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	97
Gambar 4.42 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	97
Gambar 4.43 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	98
Gambar 4.44 Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	100
Gambar 4.45 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus	

Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	100
Gambar 4.46 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	101
Gambar 4.47 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	103
Gambar 4.48 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	103
Gambar 4.49 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	104
Gambar 4.50 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Aquades.....	105
Gambar 4.51 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	107
Gambar 4.52 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	107
Gambar 4.53 Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	108
Gambar 4.54 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM .....	110
Gambar 4.55 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	110
Gambar 4.56 Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	111



Gambar 4.57 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	113
Gambar 4.58 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, dan Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	113
Gambar 4.59 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	114
Gambar 4.60 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Coolant.....	115
Gambar 4.61 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	117
Gambar 4.62 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	117
Gambar 4.63 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	118
Gambar 4.64 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	120
Gambar 4.65 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	120
Gambar 4.66 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	121
Gambar 4.67 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	123

Gambar 4.68 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	123
Gambar 4.69 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	124
Gambar 4.70 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) .....	125
Gambar 4.71 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	127
Gambar 4.72 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	127
Gambar 4.73 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	128
Gambar 4.74 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	130
Gambar 4.75 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	130
Gambar 4.76 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	131
Gambar 4.77 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM .....	133

Gambar 4.78 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	133
Gambar 4.79 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	134
Gambar 4.80 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) .....	135
Gambar 4.81 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	137
Gambar 4.82 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	137
Gambar 4.83 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	138
Gambar 4.84 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	140
Gambar 4.85 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	140
Gambar 4.86 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	141
Gambar 4.87 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	143
Gambar 4.88 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa,	

beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	143
Gambar 4.89 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM.....	144
Gambar 4.90 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) .....	145
Gambar 4.91 Grafik Suhu Pada Sisi Panas dan Dingin TEG Dengan Variasi Udara Bebas (Sepeda motor di jalankan di jalan raya dengan beban 120 kg) Rpm 4000 .....	148
Gambar 4.92 Grafik Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Udara Bebas (Sepeda motor di jalankan di jalan raya dengan beban 120 kg) Rpm 4000 .....	148
Gambar 4.93 Grafik Beda Temperatur Terhadap Daya Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Udara Bebas (Sepeda motor di jalankan di jalan raya dengan beban 120 kg) Rpm 4000 .....	149
Gambar 4.94 Grafik Daya Terhadap RPM dan Beda Temperatur dengan Variasi Udara Bebas (Sepeda motor di jalankan di jalan raya dengan beban 120 kg) Rpm 4000 .....	150

## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.2.1	Spesifikasi sepeda motor .....	28
Tabel 3.1	Alat Dan Bahan .....	41
Tabel 3.2	Pengambilan Data Temperatur Pada TEG.....	50
Tabel 3.3	Data Beda Temperatur ( $\Delta T$ ) antara TEG & Blok Silinder .....	51
Tabel 3.4	Data Tegangan & Arus Pada TEG .....	52
Tabel 4.1	Variasi Air Biasa dengan Putaran Mesin 700 RPM.....	56
Tabel 4.2	Variasi Air Biasa dengan Putaran Mesin 2000 RPM.....	59
Tabel 4.3	Variasi Air Biasa dengan Putaran Mesin 3000 RPM.....	62
Tabel 4.4	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	66
Tabel 4.5	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	69
Tabel 4.6	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	72
Tabel 4.7	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	76
Tabel 4.8	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	79
Tabel 4.9	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	82
Tabel 4.10	Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	86

Table 4.11 Beda Temperatur Terhadap Tegangan Arus, Dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	89
Tabel 4.12 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	92
Tabel 4.13 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	96
Tabel 4.14 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	99
Tabel 4.15 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	102
Tabel 4.16 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	106
Tabel 4.17 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 2000 RPM.....	109
Tabel 4.18 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	112
Tabel 4.19 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM.....	116
Tabel 4.20 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM.....	119
Tabel 4.21 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	

Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Biasa (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM .....	122
Tabel 4.22 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	
Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	126
Tabel 4.23 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	
Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	129
Tabel 4.24 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	
Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Aquades (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM .....	132
Tabel 4.25 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	
Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 700 RPM .....	136
Tabel 4.26 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	
Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 3000 RPM .....	139
Tabel 4.27 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik	
Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi Air Coolant (Udara Paksa, beban 50 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM .....	142
Tabel 4.28 Beda Temperatur Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Yang Dihasilkan TEG Dengan Variasi (Udara bebas, beban 120 Kg) Pada Putaran Mesin 4000 RPM .....	147
Tabel 4.29 Tabel Hasil Pengujian Dengan rpm 700 .....	153
Tabel 4.30 Tabel Hasil Pengujian Dengan rpm 2000 dan 3000 .....	154
Tabel 4.31 Tabel Hasil Pengujian Dengan rpm 3000 dan 4000 .....	155

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Halaman	
Lampiran 1 .....		160
Lampiran 2 .....		161
Lampiran 3 .....		162
Lampiran 4 .....		163
Lampiran 5 .....		164
Lampiran 6 .....		165
Lampiran 7 .....		166
Lampiran 8 .....		167
Lampiran 9 .....		168
Lampiran 10 .....		169
Lampiran 11 .....		170



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia adalah negara yang sangat terkenal dengan potensi alam yang sangat luar biasa. Banyak sumber daya alam yang perlu perhatian dari pemerintah untuk dikembangkan. Dalam beberapa tahun terakhir banyak isu-isu lingkungan masyarakat tentang energi ilmiah dan telah membawa kepentingan untuk penelitian teknologi yang canggih. Melihat dari perspektif sosial-ekonomi, seperti tingkatan konsumsi energi berbanding lurus dengan pembangunan ekonomi dan jumlah penduduk di suatu negara, laju pertumbuhan penduduk di dunia hari ini menunjukkan bahwa permintaan energi cenderung meningkat. Salah satu energi yang dibutuhkan manusia untuk menunjang kebutuhan sehari-hari ialah energi listrik, telah banyak industri-industri yang mengembangkan energi listrik seperti di PLTN, PLTA, dan pembangkit listrik yang lain.

Pengembangan alat pembangkit listrik ini sangat dibutuhkan pemahaman terkait desain alat yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Telah banyak pengembangan energi alternatif pembangkit listrik yang telah diproduksi, seperti solar sel, yang mampu mengkonversi panas matahari menjadi energi listrik. Energi listrik tidak hanya dapat diciptakan dengan panas matahari, salah satunya ada di mesin pembakaran internal yang sangat efisien Ansyori, (2017).

Perkembangan sepeda motor di Indonesia dari tahun-ketahun semakin meningkat. Tercatat dari data Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) pada tahun 2017 sudah terjual sepeda motor kurang lebih 5,9 juta unit, dan total populasi sepeda motor di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistika (BPS) sudah mencapai lebih dari 105,2 juta unit. Banyaknya populasi penggunaan sepeda motor tersebut menyebabkan meningkatnya jumlah BBM yang dibakar. Ari Mustakim, (2018).

Seperti yang terjadi saat ini, tentang Polusi pada kendaraan bermotor dihasilkan dari sisa hasil pembakaran pada mesin yaitu berupa gas. Gas buang pada kendaraan bermotor memiliki kandungan energi panas, energi panas yang terkandung dalam gas buang tergantung dari banyaknya putaran mesin. Semakin banyak putaran mesin maka panas yang dihasilkan dari gas buang akan semakin besar. Gas buang pada kendaraan bermotor dikeluarkan melalui knalpot sehingga komponen ini memiliki suhu paling tinggi saat sepeda motor bergerak. Panas fluida pada knalpot pada sepeda motor dapat mencapai lebih dari 3000 c. Pada kesempatan ini telah diteliti karakteristik pembangkit listrik termoelektrik melalui pemanfaatan panas knalpot sport 150 cc dengan pendingin berbentuk slot fin. Karakteristik pembangkitan listrik oleh termoelektrik diuji besar daya yang dihasilkan pada kondisi temperatur yang berbeda. Penelitian ini menggunakan delapan sensor termokopel untuk mengukur karakteristik termal yang terjadi dan Avometer untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan. Pengambilan data dilakukan pada kecepatan udara melewati kendaraan 4,7 m/s, 5,7 m/s dan 7,2 m/s yang disimulasikan dengan menggunakan fan, dan variabel putaran mesin 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm dan 4000 rpm. Hasil penelitian ini menunjukkan daya terbesar yang diperoleh 36,15 Watt pada putaran mesin 4000 rpm dan kecepatan angin 7,2 m/s. Pengaruh putaran mesin lebih dominan dari pada kecepatan angin, peningkatan daya terbesar terjadi pada putaran mesin antara 2000 rpm – 2500 rpm. Termoelektrik yang digunakan tipe refrigerator sehingga tidak tahan pada temperatur tinggi, pada saat mencapai temperatur tertentu kinerjanya mulai turun. Pada penelitian sejenis akan lebih baik jika menggunakan termoelektrik tipe generator Wardoyo, (2016).

Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari

rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.

Maka dari itu, penelitian kali ini Generator termoelektrik akan menjadi salah satu perangkat yang paling penting dan luar biasa di masa depan. Pembangkit listrik generator termoelektrik adalah sebuah perangkat *solid state* yang melakukan konversi energi langsung dari energi panas karena gradien suhu menjadi energi listrik berdasarkan *Seebeck Effect*. Siklus listrik termoelektrik, dengan pembawa muatan (elektron) yang berfungsi sebagai fluida kerja, mengikuti hukum dasar termodinamika dan erat menyerupai siklus kekuatan konvensional mesin panas.

Kelebihan lain dari Thermo Elektrik Generator adalah mengkonversikan perbedaan suhu ke besaran listrik secara langsung, dimensi ukurannya yang kecil, ramah lingkungan, tidak menghasilkan bunyi (*silent operation*), bebas perawatan, dapat digunakan pada suhu yang tinggi, tidak membutuhkan perantara mekanik atau penggerak serta dapat digunakan dengan mudah. Contoh pengaplikasian TEG ini adalah pembuatan alat pemanas-pendingin makanan dan minuman portabel hemat energi berbasis termoelektrik, di kampus ITB Bandung Shanti candra puspita, (2017).

Dibalik kelebihannya TEG juga memiliki beberapa kekurangan, yakni hanya memiliki nilai efisiensi yang rendah yaitu  $\leq 10\%$ . Efisiensi ini masih jauh nilainya dari pada Sel Surya. Sejah ini hal-hal yang membuat efisiensi berkurang adalah bagaimana panas yang dikonveksikan pada TEG terserap secara sempurna dan tidak ada yang terbuang, serta sistem pendinginan yang sempurna sehingga TEG dapat bekerja maksimal. Hal tersebut mendasari penelitian ini, Dari beberapa penelitian di atas penelitian selanjutnya adalah Studi Eksperimen kinerja TEG pada mesin kendaraan motor 4 langkah dengan memanfaatkan panas yang terbuang menggunakan metode seeback effect, meneliti terkait efisiensi rancang bangun generator termoelektrik yang memanfaatkan bahan yang sederhana untuk bisa mengkonversi energi panas menjadi energi listrik. Sumber panas yang digunakan pada penelitian ini yaitu blok silinder motor empat langkah pada Honda beat PGM-FI.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana memanfaatkan panas yang terbuang pada blok silinder untuk dirubah menjadi Energi listrik.
2. Berapa beda temperatur thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan menggunakan thermoelektrik cooler (TEC), pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm.
3. Berapa beda temperatur thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan menggunakan udara bebas, pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm.
4. Berapa beda temperatur thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan menggunakan udara paksa, pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm.
5. Berapa beda temperatur thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan udara paksa menggunakan dyno tes dengan beban 50 kg pada putaran mesin 700 rpm, 3000 rpm dan 4000 rpm.
6. Berapa tegangan dan arus listrik maksimal yang di hasilkan TEG sebagai listrik yang akan di gunakan untuk lampu LED, pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm dan 4000 rpm.

## **1.3. Pemecahan masalah**

Berdasarkan dari latar belakang dan permasalahan yang ada, penulis mencoba untuk menganalisis energi panas yang terbuang dari blok silinder sepeda motor sehingga menghasikan arus dan tegangan listrik pada thermoelektrik generator (TEG).

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan pada penelitian ini adalah :

1. Tidak menghitung/menganalisa lebih lanjut mengenai kekuatan dari bahan yang digunakan.

2. menggunakan 4 modul TEG dengan type sp 1848 ukuran tiap modul 40 x 40 x 4 mm.
3. menggunakan 4 modul TEC dengan type Peltier TEC1-12706 ukuran tiap modul 40 x 40x 4 mm untuk pendinginan di sisi TEG.
4. Energi panas yang bersumber dari block silinder sepeda motor honda beat PGM-FI.
5. Lama pengambilan data dalam variasi pendinginan menggunakan udara bebas tanpa beban dan udara paksa dengan beban. selama 300 detik atau 5 menit.
6. Penelitian dilakukan dengan variasi RPM motor pada 700 rpm, 2000, 3000 rpm dan 4000 rpm dengan waktu 300 detik atau 5 menit.
7. System pendinginan menggunakan thermoelektrik cooler (TEC).
8. Rangkaian thermoelektrik generator menggunakan susunan secara seri.
9. Pengukuran suhu dengan thermocouple digital pada sisi TEG dan sisi panas block silinder.
10. Pengukuran tegangan volt dan arus menggunakan multimeter digital.

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan masalah penelitian diatas, maka tujuan penelitian kinerja pada mesin kendaraan motor empat langkah dengan memanfaatkan panas yang terbuang menggunakan metode seeback effect sebagai berikut:

1. Memanfaatkan panas yang terbuang pada blok silinder untuk dirubah menjadi Energi listrik.
2. Mengetahui beda Temperature thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan menggunakan thermoelektrik cooler (TEC), pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm.
3. Mengetahui beda temperatur thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan menggunakan udara bebas, pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm.
4. Mengetahui beda temperatur thermoelektrik generator (TEG) dengan variasi pendinginan menggunakan udara paksa, pada putaran mesin

700 rpm, 2000 rpm 3000 rpm dan 4000 rpm.

5. Mengetahui tegangan dan arus listrik maksimal yang di hasilkan TEG sebagai listrik yang akan di gunakan untuk lampu LED, pada putaran mesin 700 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm.

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Ada pun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengaplikasikan ilmu yang diperoleh dalam dunia perkuliahan untuk menyelesaikan permasalahan atau kasus yang ada di dunia kerja Industri.
2. Dapat dijadikan bahan referensi bagi generasi-generasi Teknik Mesin yang akan datang dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir.
3. Menambah khasanah ilmu pengetahuan terkait dengan TEG sebagai generator dan TEC sebagai pendingin alternatif.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah mengetahui isi laporan Tugas Akhir ini maka uraian tiap Bab dapat diringkas secara garis besar sebagai berikut:

**BAB I:** Pendahuluan yang berisikan Latar Belakang, Pembatasan Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

**BAB II:** Literature Review, dan Landasan Teori yang berisikan tentang Alat pembangkit listrik, Pemanfaatan Panas, Sistem Kerja Teknologi Termoelektirk, dan Pendingin Termoelektrik.

**BAB III :**Metode Penelitian yang berisikan Tempat dan Waktu Pelaksanaan, Variabel Penelitian, Alat dan Bahan Penelitian, Prosedur Penelitian, Diagram Alur Penelitian, dan Metode Pengumpulan Data.

**BAB IV :** Berisi tentang hasil penelitian, laporan hasil analisis penelitian.

**BAB V :** Berisi tentang kesimpulan dan saran.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari penelitian Tugas Akhir dengan judul “STUDI EKSPERIMEN TEG PADA MESIN KENDARAAN MOTOR EMPAT TAK DENGAN MEMANFAATKAN PANAS YANG TERBUANG MENGGUNAKAN METODE SEEBACK EFFECT”

diperoleh Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Termoelektrik Generator* dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dari energi sisa panas buang berbagai sumber panas, misalkan dari sisa panas buang kendaraan bermotor, kompor listrik, pemanas air, panas engine dll, dengan catatan instalasi alat harus diperhatikan dengan baik karena pada setiap sumber panas yang akan dimanfaatkan, akan berbeda instalasi alatnya.
2. Tegangan *output*, arus *output*, dan daya *output thermoelectric* pada variasi putaran 700 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm dan 4000 rpm dengan menggunakan variasi air biasa, air aquades, dan air coolant mengalami kenaikan seiring dengan penambahan waktu. Variasi putaran menyebabkan beda temperatur yang berbeda sehingga menghasilkan tegangan, arus, dan daya yang berbeda-beda.
3. Dengan eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini, didapatkan tegangan total maksimal sebesar 14,365 volt, arus total sebesar 1,019 ampere. Dan daya total yang dihasilkan sebesar 3,059 watt. dengan susunan rangkaian seri 4 buah modul termoelektrik.
4. Proses pendinginan pada *termoelektrik generator* akan sangat menentukan besarnya tegangan yang dihasilkan, karena semakin besar  $\Delta T$  yang dihasilkan, semakin besar tegangan keluaran yang didapatkan.

5. Kualitas daya tahan dari modul termoelektrik yang digunakan akan sangat menentukan hasil tegangan yang dikeluarkan.

## **5.2 Saran**

Harapannya alat ini bisa dilanjutkan ke tahap pengujian di kendaraan roda 4 ataupun kendaraan besar lain nya dan dikembangkan dengan baik untuk membantu masyarakat secara luas.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori. (2017). Rancang Bangun Sistem Generator Termoelektrik Sederhana Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Menggunakan Metode Seebeck Effect. Malang: Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Masaji. Mochammad Facta. & Bambang Winardi. (2019). Pemanfaatan *Thermoelectric Energy Generator* (Teg) Sebagai Sumber Energi Listrik Menggunakan *Buck Converter* Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis IC TL494. Semarang: Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- Avaritsiotti, Eleni. (2016). *Environmental and economic benefits of car exhaust heat recovery*. London: Transportation Research Procedia, 14, 1003-1012
- FIanda, S. (2019). Perhitungan Daya Pada *Thermoelectric* Generator Tipe Sp 1848-27145 Sa Terhadap Perbedaan Temperatur Sisi Panas Dan Dingin. Palembang: Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Cekdin Cekmas. Amir Hamzah. (2018). Pengaruh Temperatur Terhadap Resistansi Pada *Thermoelectric* Generator Tipe Sp 1848-27145 Modul 5 Susunan Seri Ketika Dipanaskan. Palembang: Electrical Engineering Study Program Faculty of Engineering, Muhammadiyah University Palembang.
- Rafika, H. Rahmat, I. M. & Azridjal, A. (2016). Kaji Eksperimental Pembangkit Listrik Berbasis *Thermoelectric Generator* (TEG) Dengan Pendinginan Menggunakan Udara. Riau: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau.

- Suryanto, N. Azridjal, A. Rahmat, I, M. (2017). Pengujian *Thermoelectric Generator* (TEG) Dengan Sumber Kalor *Electric Heater* 60 Volt Menggunakan Air Pendingin Pada Temperatur Lingkungan. Riau: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Al Farissy, F. (2018). Studi Eksperimental Termoelektrik Generator (TEG) Dengan Variasi *Fin* Dan *Non Fin* Pada Fluida Panas Supra X 125cc. Surakarta: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Abrar, Muhammad. (2016). Studi Karakterisasi Modul Generator Termoelektrik Tipe SP184827145SA. Surabaya: Fisika-FMIPA ITS.
- Holman, J.P. (1994). Perpindahan Kalor Edisi Keenam, Alih Bahasa Ir. E. Jasjfi, Msc, Erlangga, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Nandy Putra, Raldi Artono Koestoer, M. Adhitya, Ardian Roekettino, & Bayu Trianto. (2009). Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid. Depok 16424: Indonesia.
- Rachman, Haolia. (2008). Penggunaan Modul Termoelektrik. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Ryanuargo, Syaiful Anwar, & Sri Poernomo Sari. (2013). Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin. Jakarta 12540: Universitas Gunadarma.
- Snyder, G. Jeffrey. (2008) . Small Thermoelectric Generators. Fall: The Electrochemical Society Interface.

Anonim Siskalia. (2009). Rancang Bangun Sistem Refrigerasi Cooling Box Berbasis Termoelektrik pada Penyimpanan Darah Manusia. Polban, Indonesia.

Zheng, J, C. (2008). Recent Advances on Thermoelectric Materials. New York-USA: Departement of Physics, Xiamen University, Brookhaven National Laboratory.

Rachman, Haolia. (2008). Penggunaan Modul Termoelektrik. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

<http://yabegini.blogspot.com/2015/06/spesifikasi-honda-beat-pgm-fi.html> [20 juli 2020]

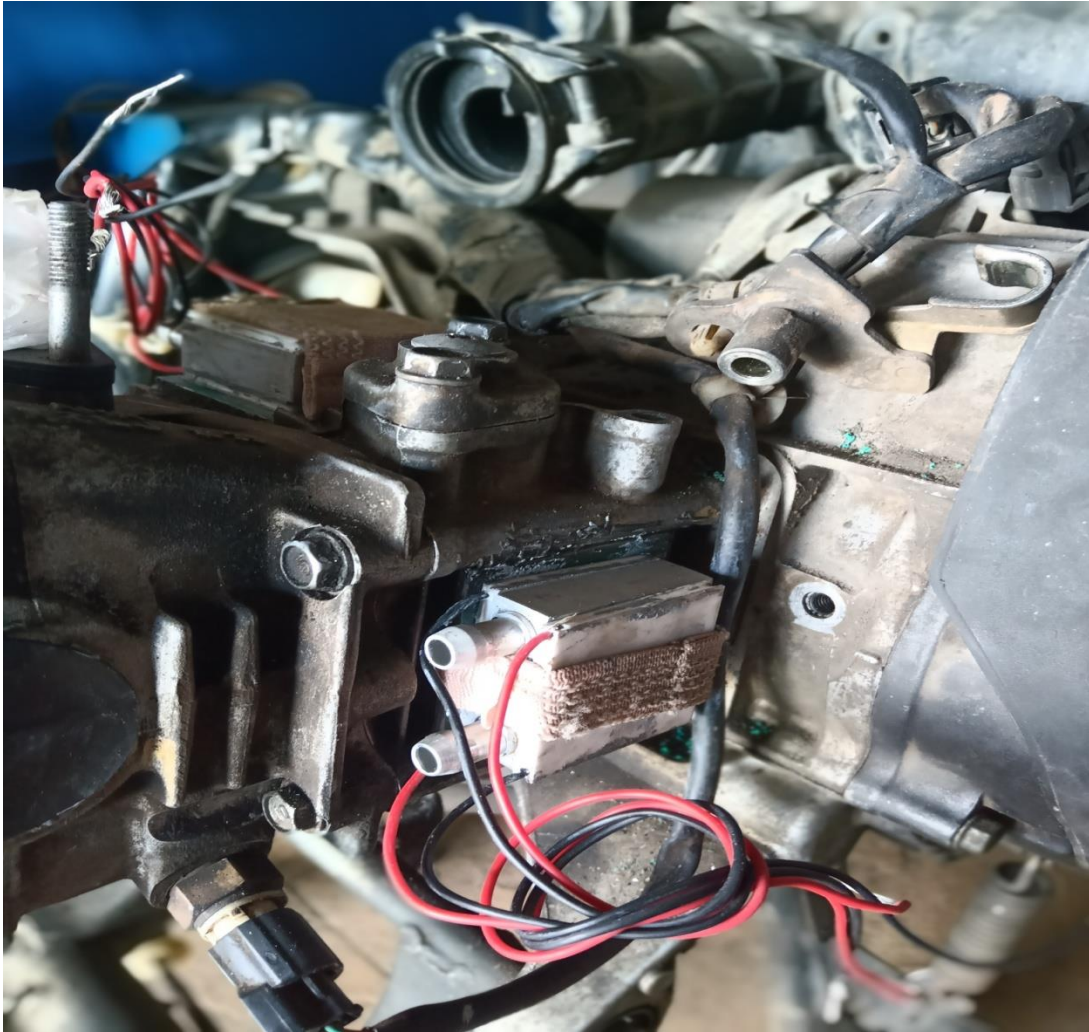
Lampiran



Lampiran 1



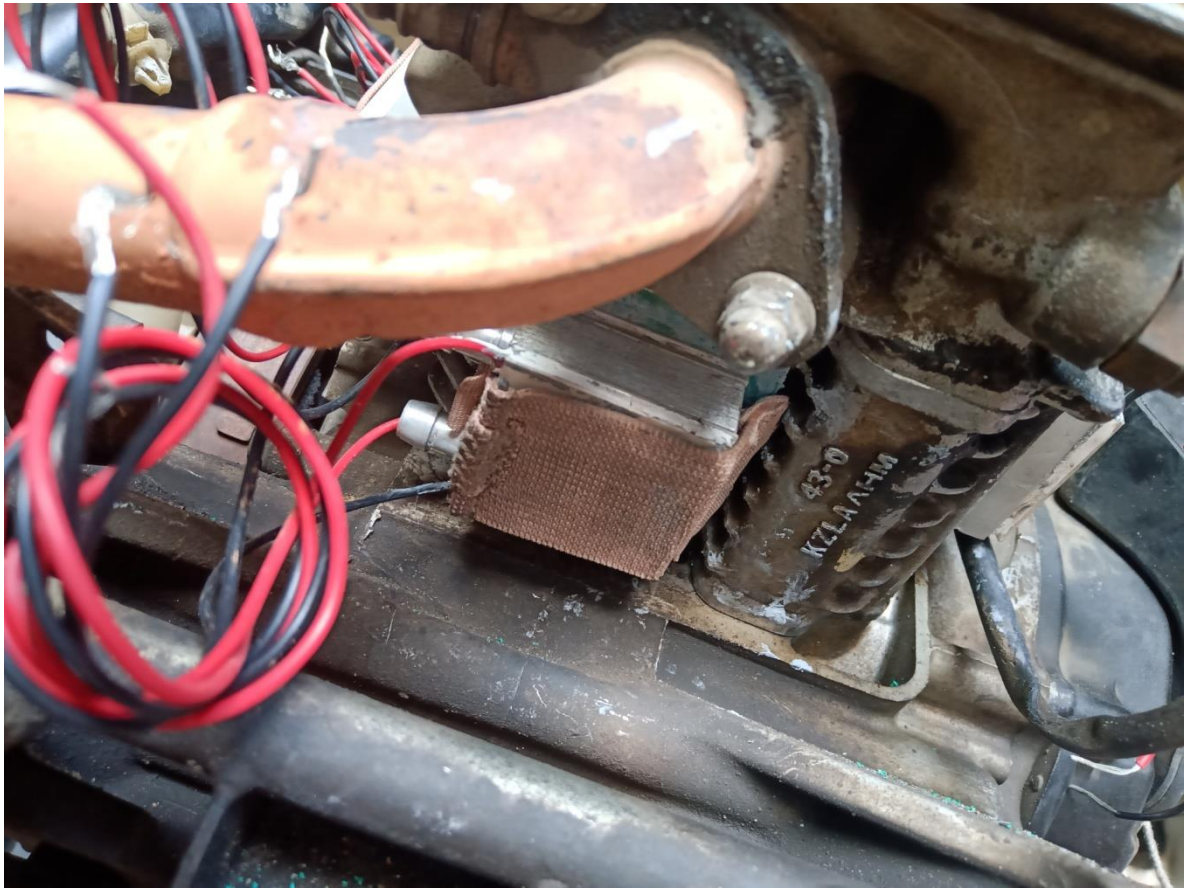
Lampiran 2



Lampiran 3

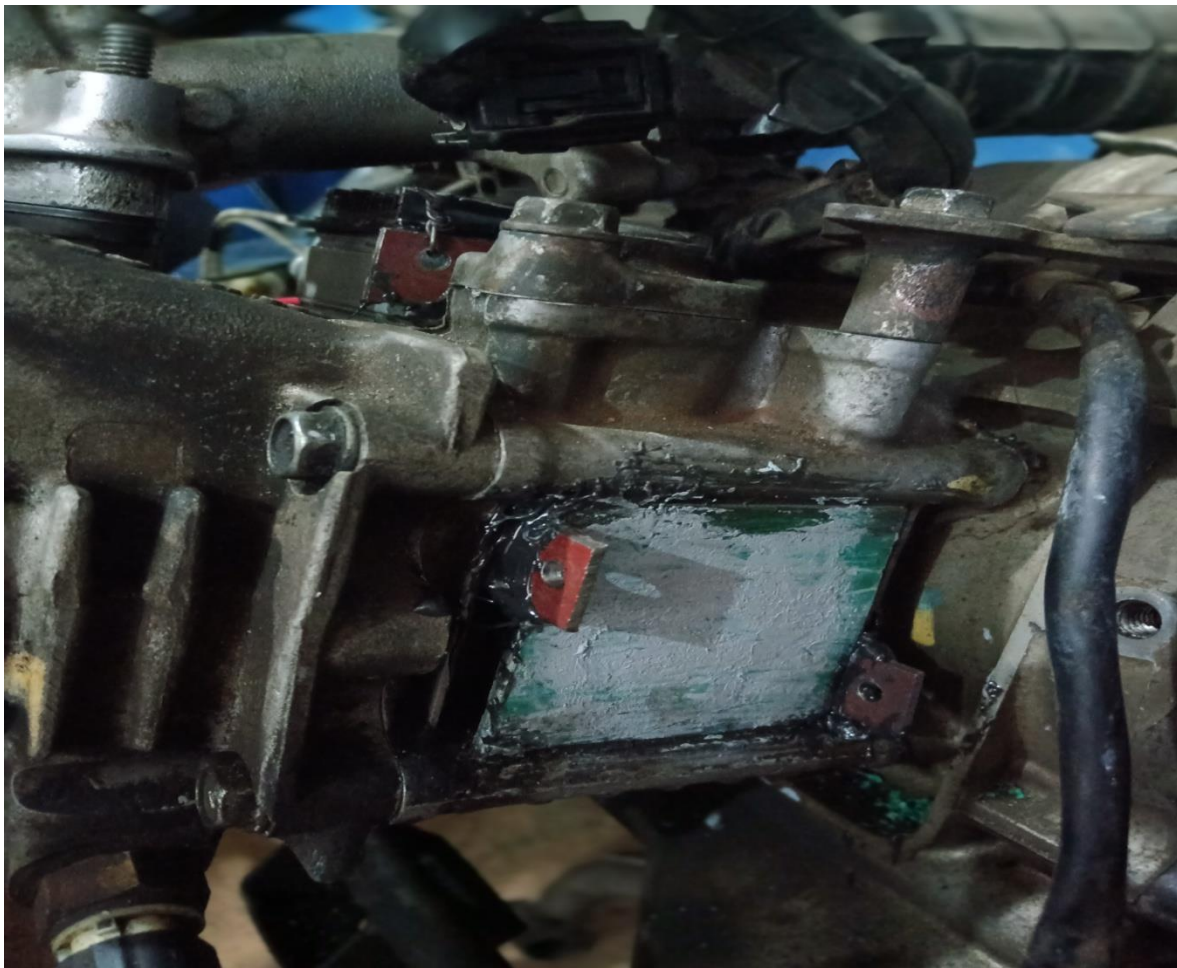


Lampiran 4



Lampiran 5

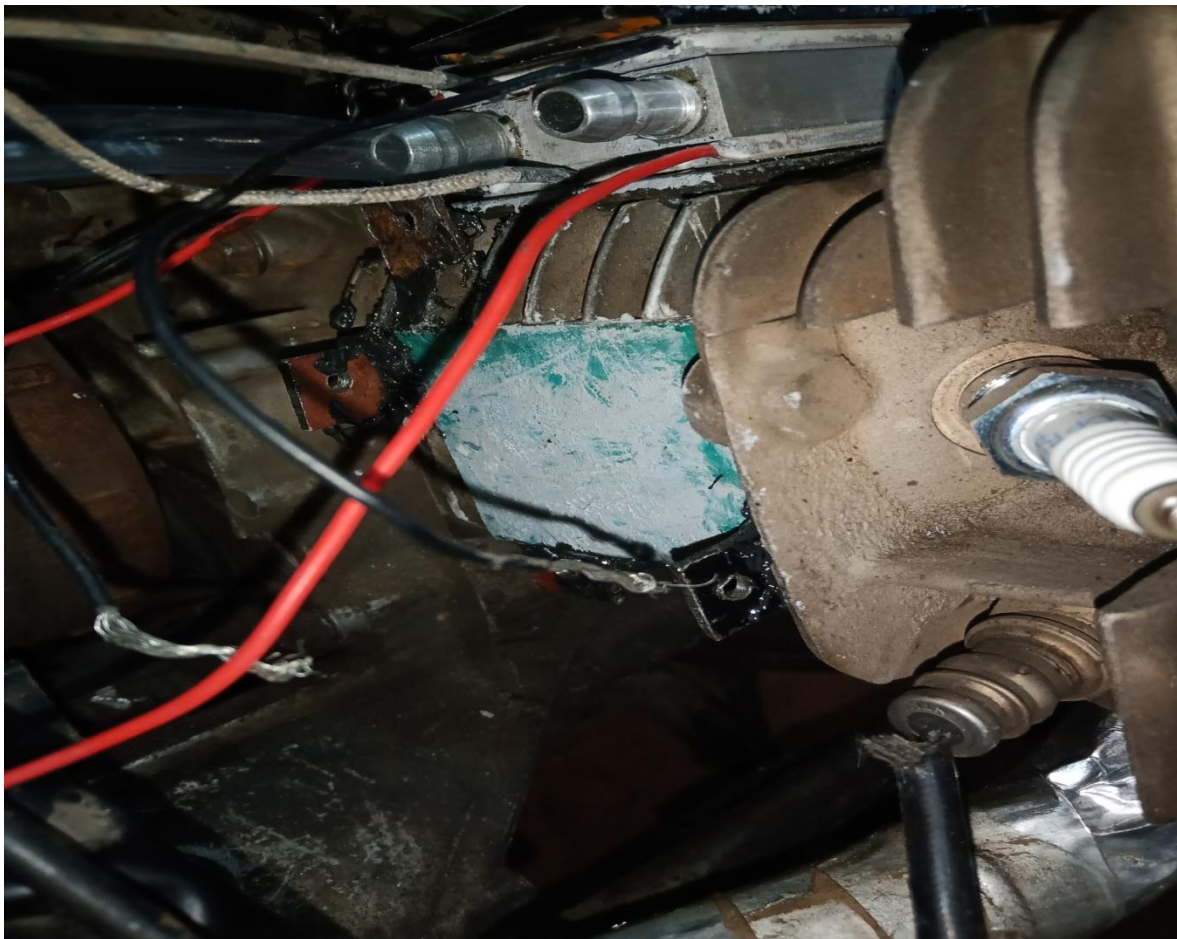




Lampiran 6



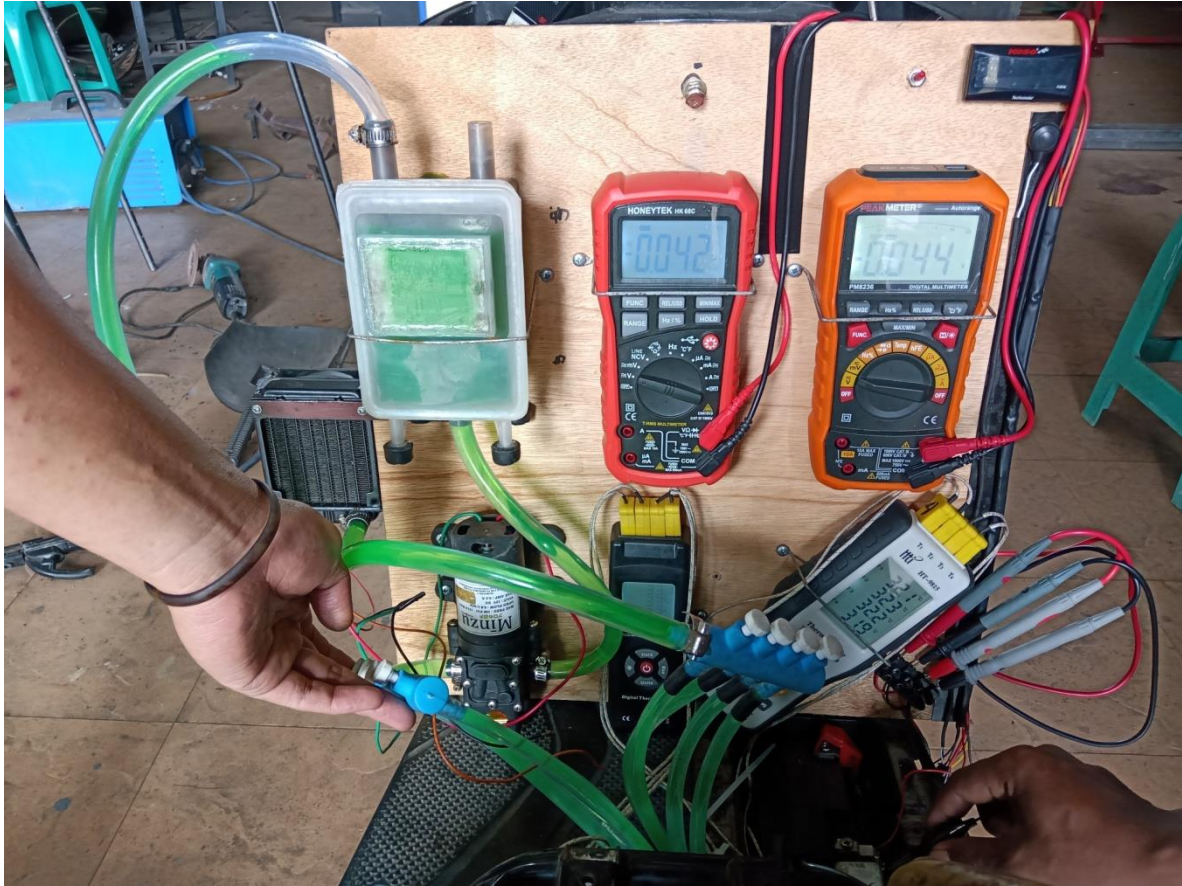
Lampiran 7



Lampiran 8



Lampiran 9



Lampiran 10



Lampiran 11