



Pemanfaatan Gas Buang Knalpot Motor Bebek 110 CC Sebagai Pembangkit listrik Menggunakan Termoelektrik Dengan Variasi Plat Penghantar Panas Dan Jumlah Termoelektrik

Kholid Bin Walid, Agung Rachmattulloh, Ir. Ninik Martini, M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: : [1kolidbw2@gmail.com](mailto:¹kolidbw2@gmail.com)

[2agungrachmattulloh@gmail.com](mailto:²agungrachmattulloh@gmail.com)

ABSTRAK

Pembakaran bahan bakar yang terjadi pada kendaraan bermotor menghasilkan gas buang dengan temperatur yang cukup tinggi, gas buang tersebut keluar dari knalpot biasanya terbuang sia – sia di udara bebas. Gas buang yang memiliki temperatur tinggi dapat dimanfaatkan dengan menggunakan perangkat yang bernama termoelektrik dengan bantuan plat penghantar panas. Dengan adanya alat tersebut diharapkan dapat memanfaatkan gas buang dari kendaraan bermotor menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Penelitian ini menggunakan plat penghantar panas dengan bahan kuningan, aluminium dan tembaga dengan variasi jumlah termoelektrik sebanyak 6 termoelektrik, 8 termoelektrik dan 10 termoelektrik. Termoelektrik tersebut akan dirangkai secara seri dan ujung rangkaian tersebut akan dipasang elco untuk menyimpan daya yang dihasilkan oleh termoelektrik. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali setiap variabel dengan durasi waktu 10 menit. Dari hasil percobaan maka didapat luaran berupa kuat arus, tegangan dan tegangan yang tersimpan di elco. Dari pengujian dan analisa alat yang dibuat maka dapat diketahui bahwa termoelektrik generator mampu menghasilkan energi maksimal yang menggunakan plat logam bahan tembaga dengan 10 termoelektrik yang disusun secara seri, susunan tersebut menghasilkan 2,51 V, 0,32 A dan 2,25 V yang tersimpan pada elco, dengan tegangan sebesar itu dapat menghidupkan lampu dengan nyala lampu redup.

Kata kunci: termoelektrik generator, energi panas, energi terbarukan, daya listrik.

PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah kendaraan terutama sepeda motor dari tahun ke tahun terus bertambah. Bisa kita lihat dari bertambahnya total jumlah kendaraan sepeda motor yang telah digunakan sekitar 6.113.184 disegala wilayah Indonesia. Dilihat dari data yang sudah diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik di Indonesia total jumlah populasi sepeda motor untuk tahun 2018 sebanyak 106.657.952 unit, sedangkan pada tahun 2019

jumlah sepeda motor yang tercatat sebanyak 112.771.136 unit. Anggap bila tahun 2019 penggunaan bahan bakar untuk sepeda motor sebanyak 2 liter, sehingga bahan bakar yang sudah dipakai setiap harinya sebanyak 225.542.272 juta liter. Setiap pembakaran yang telah dilakukan oleh sepeda motor menghasilkan energi panas sebesar 30%. Energi panas tersebut yang dihasilkan mesin pembakaran dalam akan keluar melalui

knalpot berupa uap panas yang akan terbuang sia – sia ke udara bebas.

Pemakaian energi listrik dalam beberapa tahun terakhir berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan jumlah penduduk disuatu negara. Pada saat ini energi listrik merupakan salah satu energi terbanyak yang digunakan manusia untuk membantu kebutuhan sehari – hari. Indonesia memerlukan inovasi pembangkit listrik terbarukan yang tidak akan pernah habis selama energi listrik digunakan terus menerus, mengingat di Indonesia sendiri masih banyak pembangkit listrik yang tidak terbarukan. Sudah banyak penelitian yang membahas tentang perkembangan energi alternative pembangkit listrik yang telah digunakan, seperti solar sel, yang berfungsi mengubah panas matahari menjadi energi listrik.

Generator termoelektrik adalah suatu perangkat yang akan bermanfaat dimasa depan karena perangkat ini dapat menghasilkan energi listrik terbarukan. Generator termoelektrik merupakan suatu perangkat yang menggunakan bahan semikonduktor atau dengan kata lain menggunakan *solid state technology* yang mampu melakukan konversi energi langsung dari energi panas karena perbedaan suhu yang dapat menghasilkan listrik berdasarkan seebeck effect. Seebeck effect sendiri adalah fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika terdapat dua material yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur diantara kedua sambungan ini, maka akan menimbulkan arus listrik. Prinsip tersebut yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik).

Ansyori melakukan penelitian pada tahun 2017 dengan judul “Rancangan Bangun Sistem Generator Termoelektrik Sederhana Sebagai Pembangkit Listrik dengan Menggunakan *Seebeck Effect*”. Penelitian tersebut memakai termoelektrik dengan tipe TECI – 12706 yang menggunakan plat

penghantar panas dengan bahan Seng (Zn), Povilinil Clorida (PVC) dan Aluminium (Al) yang dipancari cahaya lampu halogen 1000 watt dengan rentan waktu pengukuran setiap dua menit selama sepuluh menit. Pada penelitian ini memiliki dua variasi jarak dari lampu dan jenis rangkaiannya. Dilihat dari hasil penelitian yang sudah dilakukan maka rancangan yang menghasilkan daya listrik yang paling besar merupakan rancangan dengan bahan aluminium menggunakan rangkaian seri yang dimana menghasilkan V_{max} sebesar 3,35 V dan daya listrik sebesar 0,199 W. Pada penelitian tersebut menghasilkan selisih temperature pada sisi panas dengan sisi dingin sebesar 12,67 °C.

Dengan adanya salah satu permasalahan tersebut telah mendorong rencana peneliti kami untuk tugas akhir mengenai tentang “Pemanfaatan Uap Panas Knalpot Motor Bebek 110 cc Sebagai Pembangkit listrik Menggunakan Termoelektrik Dengan Variasi Plat Penghantar Panas dan Jumlah Termoelektrik” ini, akan diteliti terkait daya yang dihasilkan oleh generator termoelektrik yang memanfaatkan bahan yang sederhana untuk bisa mengkonversi energi panas menjadi listrik. Sumber panas yang digunakan pada penelitian ini yaitu uap panas hasil sisa – sisa pembakaran pada sepeda motor. Uap panas yang difokuskan kebagian penerima panas pada rancangan hingga diperoleh perbedaan suhu panas dan suhu dingin yang akan dikonversikan menjadi energi listrik dengan metode efek seebeck. Sehingga nantinya mampu memberikan suatu rekomendasi alat penghasil listrik yang murah dan sederhana.

TINJAUAN PUSTAKA

Perangkat TEG atau Generator Termoelektrik merupakan suatu perangkat yang dapat menghasilkan listrik dengan adanya perbedaan temperature pada kedua sisinya secara langsung, tetapi termoelektrik juga memiliki tipe lain yang biasa disebut pendingin termoelektrik yang berfungsi untuk menghasilkan udara dingin yang digunakan pada mesin pendingin untuk mendinginkan makanan maupun minum. Untuk

memanfaatkan energi listrik pada termoelektrik cukup ditempelkan atau diletakkan pada suatu rangkaian sedemikian rupa yang dapat menerima sumber energi panas dan energi dingin. Rangkaian alat tersebut dapat menghasilkan sejumlah energi listrik sesuai dengan jenis dan jumlah banyaknya termoelektrik yang dipakai.

Termoelektrik generator merupakan salah satu perangkat yang dapat disebut *solid state* karena istilah tersebut pada semua bagian yang ada pada termoelektrik tidak ada yang bergerak ataupun suatu fluida yang mengalir, perangkat termoelektrik generator sangatlah ramah lingkungan. Sebagai termoelektrik generator yang mempunyai fungsi dapat menghasilkan energi listrik dengan mengacu pada efek Seebeck. Efek Seebeck adalah fenomena yang merubah perbedaan temperatur yang menghasilkan energi listrik. Jika terdapat dua bahan material yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya dihubungkan satu dengan lainnya maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Disaat terdapat perbedaan temperatur pada kedua sambungan tersebut maka akan terjadi arus listrik.

Aluminium adalah logam yang memiliki sifat tahan terhadap karat dikarenakan aluminium mudah untuk teroksidasi dengan oksigen yang membentuk lapisan yang dinamakan aluminium oksida, maka dari itu bahan logam aluminium banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan alat – alat rumah tangga. Aluminium juga memiliki sifat penghantar panas yang baik. Memiliki konduktivitas termal $206 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$. Aluminium sendiri mempunyai struktur kristal Face Center Cubic yang memiliki massa jenis cukup rendah yaitu $2,7 \text{ g/cm}^3$ yang hanya sepertiga kalau dibandingkan dengan massa jenis dari tembaga $8,93 \text{ g/cm}^3$ atau kuningan $8,53 \text{ g/cm}^3$. Aluminium memiliki titik leleh $660,1 \text{ }^\circ\text{C}$. Aluminium mudah untuk dibentuk karena memiliki sifat mekanik yang ulet. Biasanya aluminium dipadukan dengan baja untuk menambah sifat kekuatan aluminium (yulianti, 2016)

Tembaga termasuk salah satu jenis logam non fero yang bewarna kemerahan –

orange. Tembaga banyak digunakan pada permesinan dan konstruksi. Tembaga memiliki sifat penghantar listrik yang baik, tahan terhadap korosi, mudah difabrikasi, memiliki kekuatan yang baik, tidak bersifat magnetik dan memiliki konduktivitas termal $379 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$.

Kuningan adalah hasil paduan logam tembaga (Cu) dengan seng (Zn) dengan kandungan tembaga antara 55% - 95% massa. Biasanya logam kuningan dibuat dengan cara melalui proses pengecoran logam. Cara tersebut merupakan salah satu cara yang dapat digunakan pada industry kecil ataupun besar (Ady, 2020). Kuningan memiliki titik lebur yang berbeda – beda tergantung dengan berapa persen kandungan tembaga dan seng, biasanya titik lebur kuningan antara $900 \text{ }^\circ\text{C}$ sampai dengan $1200 \text{ }^\circ\text{C}$. Kuningan memiliki sifat mekanik yang kuat dan keras dari pada tembaga, sifat kuningan dapat dirubah menjadi keras atau lunak tergantung dengan kebutuhan. Pada logam kuningan memiliki konduktivitas termal $128 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ (Evi, 2018)

Perpindahan panas dimana zat cair ataupun gas dengan temperature tinggi mengalir ke tempat temeperatur yang rendah dan memberikan panas pada permukaan suatu material yang memiliki temperature lebih rendah disebut perpindahan panas konveksi. Jadi pada perpindahan panas tersebut membutuhkan penghantar berupa fluida yaitu cair atau gas yang mengalir.

Perpindahan panas secara konduksi merupakan proses perpindahan panas yang memakai media penghantar panas tetap atau tidak bergerak. Media pada perpindahan panas secara konduksi menghantarkan panas tersebut dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang rendah. Pada perpindahan panas tersebut tidak hanya terjadi pada benda padat tetapi dapat juga terjadi pada benda cair ataupun gas, namun konduktivitas benda padat lebih besar dibandingkan dengan konduktivitas benda cair ataupun gas.

Perpindahan panas radiasi merupakan suatu proses perpindahan panas terjadi karena adanya pancaran dari panas matahari atau

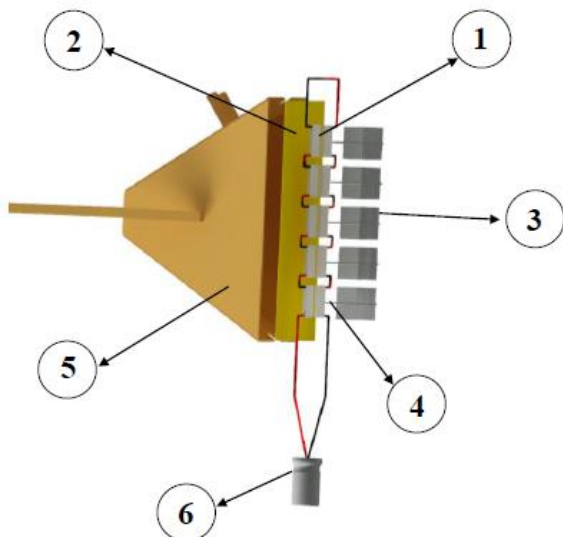
radiasi gelombang elektromagnetik pada permukaan material. Perpindahan panas ini tidak membutuhkan suatu media sehingga perpindahan panas radiasi mampu berlangsung dalam ruang hampa udara.

METODOLOGI PENELITIAN

Komponen alat yang digunakan untuk mengubah panas yang dibuang oleh knalpot menjadi energi listrik dengan menggunakan termoelektrik adalah :



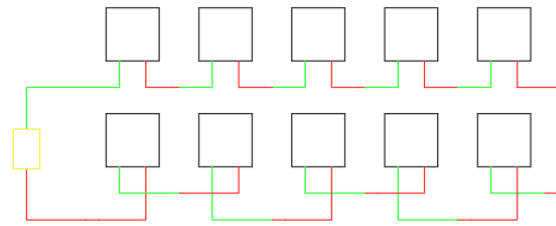
Untuk keterangan alat adalah :



Keterangan :

1. Termoelektrik
2. Plat Logam
3. Heat sink
4. Kawat
5. Corong triplek
6. Elco

Sedangkan rangkaian yang digunakan untuk menyusun termoelektrik adalah rangkaian yang disusun seri.



Keterangan :

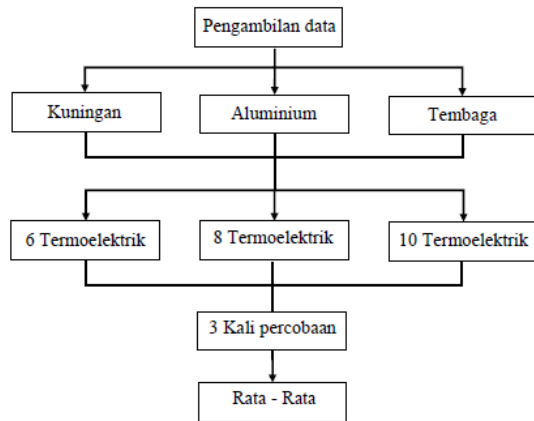
1. Kotak hitam = Termoelektrik
2. Kotak kuning = Alat ukur (Voltmeter dan Ampermeter)
3. Garis hijau = Kabel positif (+)
4. Garis merah = Kabel negatif (-)

Kemudian untuk langkah-langkah pengujian mengubah panas yang dibuang oleh knalpot menjadi energi listrik dengan menggunakan termoelektrik adalah :

1. Siapkan sepeda motor, alat penelitian, dan alat ukur.
2. Tempatkan sepeda motor bebek revo 110 cc di tempat yang sejuk.
3. Pasang alat penelitian pada lubang gas buang knalpot dan pastikan lubang corong terpasang pas pada lubang gas buang knalpot.
4. Nyalakan sepeda motor pada gigi netral dan putar setingan gas pada karburator untuk mengatur rpm sepeda motor.
5. Nyalakan sepeda motor tersebut selama 10 menit menggunakan alat ukur.
6. Panas gas buang knalpot akan memanaskan plat logam bagian dalam secara konveksi lalu panas tersebut diukur dengan thermogun dan kami mendapatkan data.

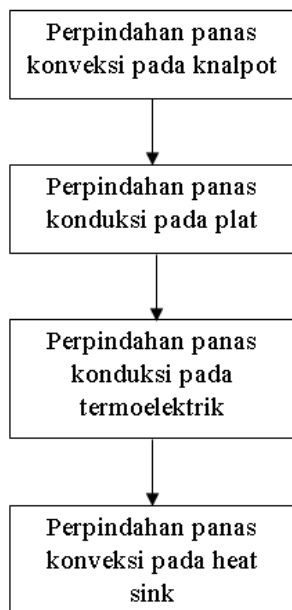
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Flow chart penelitian adalah :



Terdapat dua variasi yaitu plat penghantar panas yang digunakan untuk menangkap panas yang dibuang oleh knalpot dan jumlah termoelektrik. Dari flow chart diatas maka dapat diuraikan percobaan pertama menggunakan plat berbahan kuningan dengan menggunakan 6 termoelektrik, percobaan dilakukan sebanyak tiga kali dan mendapatkan rata-rata, rata-rata inilah yang nantinya digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Ketika satu kombinasi selesai maka dilanjutkan dengan kombinasi variasi lainnya.

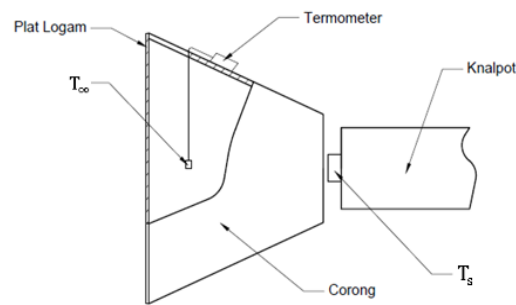
Alur perpindahan panas pada perancangan alat adalah :



Jadi yang pertama gas buang knalpot memanaskan plat menggunakan perpindahan panas konveksi, lalu yang kedua panas yang

ditangkap oleh plat bagian dalam merambat keplat bagian luar yang dimana proses ini dinamakan perpindahan panas konduksi oleh plat, lalu panas dari plat bagian dalam ditangkap oleh termoelektrik bagian dalam dan panas dari termoelektrik bagian dalam merambat ke termoelektrik bagian luar proses ini dinamakan perpindahan panas konduksi oleh termoelektrik, yang terakhir panas dari termoelektrik bagian luar di salurkan ke heat sink yang dimana fungsi heat sink adalah mendinginkan termoelektrik bagian luar panas yang disalurkan kemudian didinginkan oleh heat sink dengan menggunakan udara sekitar untuk media pendinginannya.

Analisa data perpindahan panas konveksi pada knalpot :



Keterangan :

1. T_s : Temperatur ujung knalpot
2. T_{∞} : Temperatur udara dalam corong

Data yang didapat dari hasil pengujian perpindahan panas konveksi pada knalpot adalah :

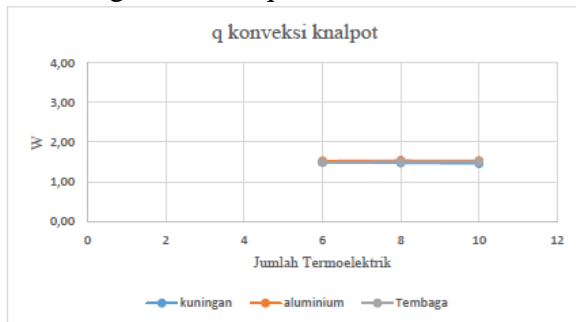
Material Plat	Jumlah Termoelektrik	T_s (°C)	T_{∞} (°C)
Kuningan	10	75,1	41,9
	8	75,6	42,2
	6	75,5	41,9
Aluminium	10	76,1	41,7
	8	75,7	41,1
	6	75,9	41,6
Tembaga	10	75,9	42,0
	8	76,0	42,0
	6	75,6	41,9

Dari data diatas mendapatkan nilai q sebesar :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik	q (W)
Kuningan	10	1,46
	8	1,48
	6	1,49
Aluminium	10	1,53
	8	1,54
	6	1,53
Tembaga	10	1,51
	8	1,51
	6	1,49

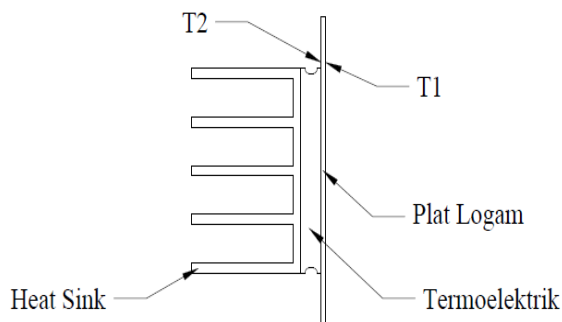
Material Plat	Jumlah Termoelektrik	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)
Kuningan	10	59,5	41,1
	8	59,9	41,7
	6	60,0	41,6
Aluminium	10	63,6	47,0
	8	63,1	46,5
	6	63,2	46,9
Tembaga	10	65,3	49,7
	8	65,2	49,9
	6	64,5	49,3

Analisa grafik nilai q adalah :



Pada grafik diatas merupakan hasil analisa perhitungan q konveksi knalpot dengan corong. Setiap harga q tidak terpaat jauh dengan lainnya dikarenakan tidak ada perubahan variasi sama sekali.

Analisa data perpindahan panas konduksi oleh plat :



Keterangan :

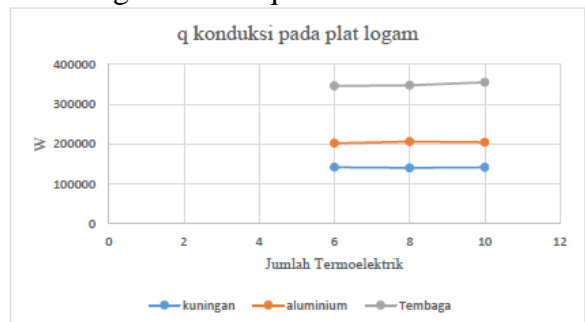
1. T₁ : Temperatur plat logam bagian dalam
2. T₂ : Temperatur plat logam bagian luar

Data yang didapat dari hasil pengujian perpindahan panas konduksi oleh plat adalah :

Dari data diatas mendapatkan nilai q sebesar :

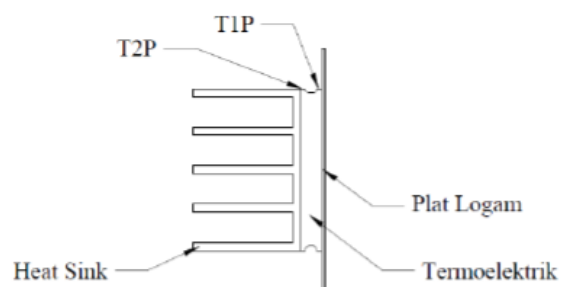
Material Plat	Jumlah Termoelektrik	q (W)
Kuningan	10	141312
	8	139776
	6	141568
Aluminium	10	204352
	8	206000
	6	201880
Tembaga	10	354744
	8	347164
	6	345648

Analisa grafik nilai q adalah :



Pada plat tembaga memiliki harga q lebih tinggi dikarenakan tembaga memiliki nilai k yang besar dibandingkan dengan aluminium dan kuningan.

Analisa data perpindahan panas konduksi oleh termoelektrik :

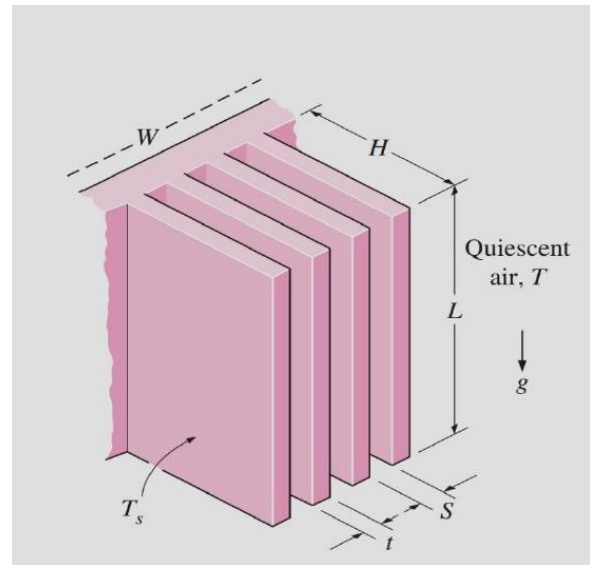


Keterangan :

1. T_1P : Temperatur bagian panas termoelektrik
2. T_2P : Temperatur bagian dingin termoelektrik

Data yang didapat dari hasil pengujian perpindahan panas konduksi oleh termoelektrik adalah :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik	T_1P (°C)	T_2P (°C)
Kuningan	10	40,5	32,7
	8	41,2	33,9
	6	41,0	33,9
Aluminium	10	46,8	37,5
	8	45,7	36,9
	6	46,4	37,3
Tembaga	10	49,2	38,2
	8	49,3	38,7
	6	49,0	38,0



Keterangan :

1. T_sH : Temperatur sirip heat sink
2. $T_{\infty}H$: Temperatur udara disekitar heat sink

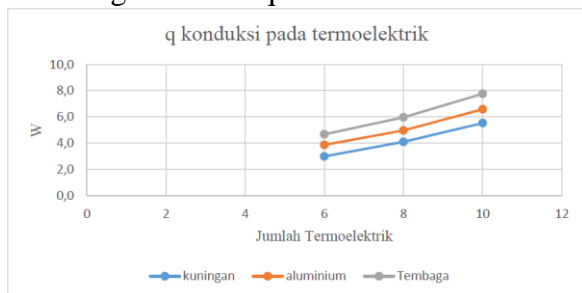
Dari data diatas mendapatkan nilai q sebesar :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik n	q_1 (W)	$q = q_1 \times n$ (W)
Kuningan	10	0,55	5,5
	8	0,51	4,1
	6	0,50	3,0
Aluminium	10	0,66	6,6
	8	0,62	5,0
	6	0,64	3,9
Tembaga	10	0,78	7,8
	8	0,75	6,0
	6	0,78	4,7

Data yang didapat dari hasil pengujian perpindahan panas konveksi pada heat sink adalah :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik	T_s (°C)	T_{∞} (°C)
Kuningan	10	31,6	29,9
	8	31,8	29,5
	6	31,5	29,4
Aluminium	10	35,6	31,7
	8	35,5	31,7
	6	34,8	31,9
Tembaga	10	36,4	31,1
	8	35,7	31,6
	6	35,8	31,7

Analisa grafik nilai q adalah :



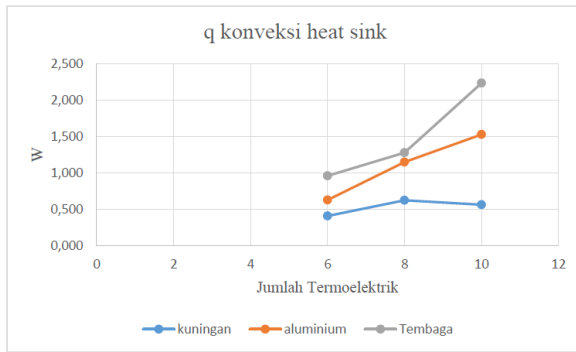
Plat tembaga memiliki harga q yang lebih tinggi dibandingkan dengan aluminium dan kuningan dikarenakan memiliki perbedaan T_1P dan T_2P yang tinggi, kemudian 10 termoelektrik memiliki nilai q yang tinggi dikarenakan jumlahnya yang lebih banyak dibandingkan dengan 8 dan 6 termoelektrik.

Analisa data perpindahan panas konveksi pada heat sink :

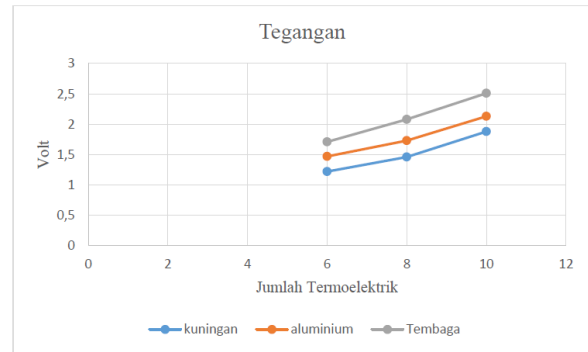
Dari data diatas mendapatkan nilai q sebesar :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik	$q_1 \times n$ (W)	n	$q = q_1 \times n$ (W)
Kuningan	10	0,112	5	0,562
	8	0,156	4	0,622
	6	0,135	3	0,406
Aluminium	10	0,306	5	1,528
	8	0,287	4	1,148
	6	0,209	3	0,627
Tembaga	10	0,447	5	2,235
	8	0,320	4	1,278
	6	0,320	3	0,959

Analisa grafik nilai q adalah :



Pada grafik diatas merupakan hasil analisa perhitungan q konveksi heat sink, grafik tidak teratur dikarenakan ada faktor lingkungan yang mempengaruhi seperti suhu ruangan dan kecepatan angin alami yang berhembus.



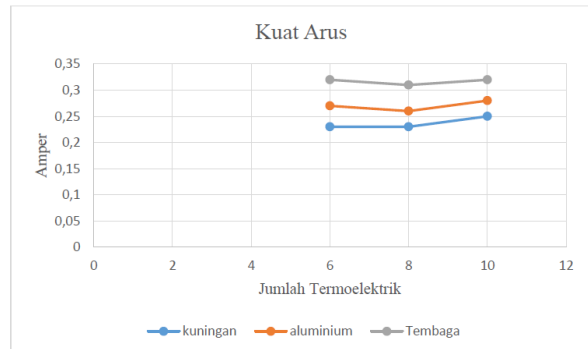
Pada plat tembaga menghasilkan tegangan yang tinggi dibanding plat kuningan dan aluminium dikarenakan memiliki perbedaan T_1P dan T_2P yang tinggi, kemudian 10 termoelektrik memiliki tegangan yang tinggi dikarenakan susunan seri yang memiliki rumus $V_{total} = V_1 + V_2 + \dots$ yang mengakibatkan semakin banyak termoelektrik maka semakin tinggi tegangan yang dihasilkan.

Analisa hasil perhitungan q total :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik	q total
Kuningan	10	141319,52
	8	139782,20
	6	141572,90
Aluminium	10	204361,66
	8	206007,69
	6	201886,06
Tembaga	10	354755,55
	8	347172,79
	6	345655,15

q total adalah hasil dari penjumlahan data harga q dari q konveksi + q konduksi pada plat logam + q konduksi pada termoelektrik + q konveksi heat sink dengan variasi plat logam yaitu kuningan, aluminium dan tembaga dengan ketebalan plat masing – masing 1 mm dan variasi jumlah termoelektrik yaitu 6, 8 dan 10 termoelektrik.

➤ Kuat Arus



Pada plat tembaga menghasilkan tegangan yang tinggi dibanding plat kuningan dan aluminium dikarenakan memiliki perbedaan T_1P dan T_2P yang tinggi, kemudian 10 termoelektrik memiliki kuat arus yang tidak berbeda dikarenakan susunan seri yang memiliki rumus $I_{total} = I_1 = I_2 = \dots$ yang mengakibatkan semakin banyak termoelektrik maka tidak ada perbedaan antara jumlah termoelektrik yang tinggi dan yang rendah.

Analisa luaran termoelektrik :

Material Plat	Jumlah Termoelektrik	Tegangan (Volt)	Kuat Arus (Amper)	Tegangan pada elco (Volt)	nyala lampu
Kuningan	10	1,88	0,25	1,78	tidak menyala
	8	1,46	0,23	1,45	tidak menyala
	6	1,22	0,23	1,20	tidak menyala
Aluminium	10	2,13	0,28	1,98	redup
	8	1,73	0,26	1,71	tidak menyala
	6	1,47	0,27	1,45	tidak menyala
Tembaga	10	2,51	0,32	2,25	redup
	8	2,08	0,31	2,08	redup
	6	1,71	0,32	1,70	tidak menyala

➤ Tegangan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa data pada rangkaian plat kuningan, aluminium, tembaga dengan 6, 8, 10

termoelektrik yang disusun seri maka dapat disimpulkan bahwa:

Dengan plat logam berbahan kuningan yang menggunakan rangkaian 6 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 1,22 V, 0,23 A, dan 1,2 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 141572,90 W. Untuk rangkaian 8 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 1,46 V, 0,23 A dan 1,45 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 139782,20 W. Untuk rangkaian 10 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 1,88 V, 0,25 A dan 1,78 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 141319,52 W.

Dengan plat logam berbahan aluminium yang menggunakan rangkaian 6 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 1,47 V, 0,27 A, dan 1,45 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 201886,06 W. Untuk rangkaian 8 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 1,73 V, 0,26 A dan 1,71 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 206007,69 W. Untuk rangkaian 10 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 2,13 V, 0,28 A dan 1,98 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 204361,66 W.

Dengan plat logam berbahan tembaga yang menggunakan rangkaian 6 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 1,71 V, 0,32 A, dan 1,70 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 345655,15 W. Untuk rangkaian 8 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 2,08 V, 0,31 A dan 2,08 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 347172,79 W. Untuk rangkaian 10 termoelektrik yang disusun seri dapat menghasilkan 2,51 V, 0,32 A dan 2,25 V elco. Pada rangkaian tersebut dapat menghasilkan q total sebesar 354755,55 W.

Saran :

Dari hasil pengujian yang berjudul pemanfaatan uap panas knalpot motor bebek 110 cc sebagai pembangkit listrik

menggunakan termoelektrik dengan variasi plat penghantar panas dan jumlah termoelektrik, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi, misal memindahkan pusat panasnya dibagian leher knalpot karena suhu dibagian tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan uap yang keluar dari knalpot, mengingat termoelektrik membutuhkan perbedaan suhu yang tinggi untuk menghasilkan daya listrik yang besar.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi, misal pada panjang corong (L_c) dibuat lebih pendek sehingga hasil q konveksi pada knalpot lebih bagus dan memilih plat dengan konduktivitas termal yang lebih tinggi sehingga panas yang ditangkap dari konveksi knalpot lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Haryanto. 2015. Perpindahan Panas. Lampung: Innosain.
- Cengel, Y. A., 1998, Heat Transfer: A Practical Approach, McGraw-Hill Book Co. Inc., Boston.
- Devi, Yulianti. 2016. Analisis Kelistrikan Sel Volta Memanfaatkan Logam Bekas. Lampung: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan IPA Universitas Lampung.
- Holman, J. P., 2010, Heat Transfer, McGraw-Hill Book Co. Inc., Boston.
- Incropera, F.P. dan Dewitt, D.P., 2002, Fundamentals of Heat Transfer, John Wiley & Sons., USA.
- J. P. Holman. 1995. Perpindahan Kalor, edisi ke – 6. Jakarta: Erlangga.
- Karlekar, B.V dan Desmond, R.M., 1977, Engineering Heat and Mass Transfer, West Pub. Co., NY.
- Kreith. Frank 1997. Prinsip – Prinsip Perpindahan Panas, Terjemahan: Arko Prijiono. Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga.

- Muhammad Ady Pradana. 2020. Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Aluminium, Kuningan Dan Seng. Surabaya.
- Nandy Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, Ardian Roekettino, Bayu triant. 2009. Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid. Vol.13, No.2. Jakarta.
- Sugiri. 2004. Elektronika Dasar dan Peripheral Kmputer. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sugiyanto, Soeadgihardo Siswantoro. 2014. Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Lpg Untuk Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Generator Thermoelektrik. Volume 7 Nomor 2. Hal. 100-105. Yogyakarta.
- Suyatno, F. 1996. Dasar –Dasar Teknik Listrik.. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suyitno M. 2011. Pembangkit Energi Listrik. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tipler, Paul. 1998. Fisika Untuk Sanis dan Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Vogel. 1990. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro. Jakarta: Kalman Media Pustaka.
- W. Culp, Archie. 1996. Prinsip – Prinsip Konversi Energi. Jakarta Erlangga.
- Zeng, Y.J., dkk. 2007. Study on the Hall Effect and Photoluminescence of N-Doped P-Type ZnO Thin Film. Materials Letters. Vol. 61 pp.41- 44.