

ANALISA SISTEM PEMBANGKIT BERBASIS THERMOELEKTRIK DENGAN RANGKAIAN SERI PADA PEMANFAATAN PANAS BUANG MESIN TOYOTA TIPE 4K

Ahmad Farid, Lagiyono, Yanu ivayana

ABSTRACT

Thermoelectric technology is the main alternative source for answer the need of energy. Thermoelectric can produce hot or cool. The shape is slim, size 4 x 4 cm and thickness just 4 mm. This research aim to detected the use of heat sink Toyota machine type 4K with thermoelectric modul and the application from energy that is produced by series of thermoelectric modul. Method that is used in this research is method research, the object of this research thermoelectric modul that is used for using heat sink in machine and continued by the application economizing on fuel. Based on the result of research from 8 thermoelectric modul series produced electric tension (voltage) 6,6 Volt with 1 Ampere electric current but after applied for electrolysis, tension become 2,5 Volt with electric current 0,1. Electric power that is applied 6,6 watt and after applied in electrolysis become 0,22 watt. The use application electric energy from thermoelectric with electrolysis method get satisfying result. The use of fuel in 50 minute without electrolysis fuel that need in 50 minute is 910 mililiter. it means in 50 minute using electrolysis we can economize fuel 130 mililiter.

Key words: *thermoelectric, electrolysis, economizing in fuel.*

A. PENDAHULUAN

1. Latar belakang masalah

Pada tahun 2020 diperkirakan kebutuhan energi akan bertambah sekitar 40% dari kebutuhan saat ini. Teknologi termoelektrik merupakan sumber alternative utama dalam menjawab kebutuhan energi tersebut.

Termoelektrik dapat menghasilkan panas maupun dingin. Bentuknya tipis, berukuran 4 x 4cm dengan tebal hanya 4mm. Termoelektrik umumnya dibungkus oleh keramik tipis yang berisikan batang-batang bismuth telluride didalamnya. Ketika dialiri tegangan DC 12volt salah satu sisi akan menjadi panas, sementara sisi lainnya akan dingin. Untuk bisa bekerja optimal termoelektrik ini harus di aliri arus 5-7amper. Cara kerja termoelektrik, dengan membuat panas disatu sisi, kemudian disisi lain, panas akan terserap hingga terasa dingin. Beda suhu antara

sisi panas dan dingin bisa mencapai 65 °C. Kode yang tercetak pada termoelektrik ini, ada angka 12706, yang artinya tegangan masukan 12volt, arus optimal yang diminta 6ampere ([www. Saft7.com](http://www.Saft7.com)).

Kerja pendingin termoelektrikpun tidak jauh berbeda. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap. Dengan demikian, untuk mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya di mesin-mesin pendingin konvensional. Seperti kita ketahui, dari 100 persen bahan bakar yang dipakai, hanya sekitar 30 persen yang dipergunakan untuk menggerakkan mobil. Sebagian besar energi terbuang dalam bentuk panas di radiator dan gas buangan.

Di antara kedua panas tersebut, gas buangan memiliki perbedaan panas lebih tinggi, yakni sekitar 300-700

derajat Celsius sehingga lebih baik untuk dikonversikan menjadi penggerak mobil. Dengan memanfaatkan gas buangan ini, mobil-mobil produksi Nissan mampu menghemat bahan bakar 10 %. Contoh menarik lainnya adalah yang dilakukan oleh Seiko Co Ltd. Seiko memasarkan jam termoelektrik sejak tahun 1998 dengan nama Seiko Thermic. Jam tangan ini memanfaatkan perbedaan suhu tubuh dan suhu sekitarnya. Bahan yang digunakan, bismut-tellurium, mampu menghasilkan listrik sebesar $0,2 \text{ mV/ } ^\circ\text{C}$. Jika 1.000 buah material tersebut dipasang seri, tentu akan menghasilkan tegangan listrik $0,2 \text{ V}$ dalam setiap perbedaan 1°C . Untuk itu, Seiko membuat unit pembangkit listrik, terdiri atas 10 buah modul termoelektrik yang masing-masing berisi 100 kawat mikro. Dari setiap unit inilah dihasilkan energi listrik sebesar $0,15 \text{ V}$ untuk mengisi baterai litium pada jam tersebut.

2. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut diatas penulis membatasi pembebanan pada pemanfaatan energi gas buang Toyota tipe 4K dengan modul termoelektrik dengan rangkaian seri.

3. Perumusan Masalah

- a. Bagaimana cara memanfaatkan energi gas buang pada mesin TOYOTA tipe 4K menjadi energi yang bermanfaat dengan sistem termoelektrik?
- b. Bagaimana pengaruh rangkaian seri komponen termoelektrik terhadap energi listrik serta arus listrik yang dihasilkan?

4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

- a. Untuk mengetahui bagaimana cara pemanfaatan energi gas buang pada mesin TOYOTA tipe 4K dengan menggunakan modul termoelektrik.
- b. Untuk mengetahui pengaruh rangkaian seri termoelektrik terhadap energi serta kuat arus yang dihasilkan.

B. LANDASAN TEORI

1. Pengertian Suhu

Materi atau benda baik itu padat, cair maupun gas dibangun dari sekumpulan atom-atom. Dari 92 unsur alam diwakili oleh tipe partikel atom. Materi khas yang disekitar kita bukan unsur murni, tetapi kombinasi dari beberapa unsur yang kemudian disebut molekul. Helium adalah unsur alam yang terdiri dari partikel atom. Air terdiri dari kombinasi dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Secara fisik energi panas merupakan hubungan fisik atau interaksi elemen dan molekul dalam partikel sebagai padat, cair, atau gas.

a. Padat

Dalam materi padat, atom – atom atau molekul sangat kuat tarikan dan ikatan satu sama lain, jadi tidak ada atom yang bergerak jauh dari lokasi partikelnya atau *equilibrium position*. Kita dapat mengenalkan konsep energi panas dengan mempertimbangkan gerakan molekul. Sebuah benda padat mempunyai molekul yang tidak bergerak, ini berarti, molekul dalam keadaan bebas. Sehingga materi dikatakan mempunyai energi panas nol ($W_{TH} = 0$). Jika kita sekarang menambahkan energi pada materi dengan memanaskannya dapat dikatakan materi mempunyai energi panas terbatas, $W_{TH} > 0$.

b. Cair

Apabila energi diperbesar pada benda padat maka akan terjadi gerakan yang semakin besar pada molekul-molekul sehingga akan dicapai titik dimana benda akan mencair tetapi masih terjadi ikatan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya.

c. Gas

Penambahan energi panas akan mempercepat gerakan molekul yang pada akhirnya akan lepas ikatan molekul didalam materi. Ketika molekul sudah

tidak saling terikat maka materi akan menjadi gas.

2. Karakteristik Thermoelektrik

Modul thermoelektrik adalah sirkuit terintegrasi dalam bentuk solid yang menggunakan tiga prinsip, termodinamika yang di kenal sebagai efek seebeck, peltier dan thompson. Konstruksinya terdiri dari pasangan semi konduktor tipe-p dan tipe-n yang membentuk thermokopel, yang memiliki bentuk seperti sandwich antara dua wafer keramik tipis. Modul ini dapat digunakan untuk menghasilkan panas dan dingin di masing-masing sisinya jika arus listrik digunakan. Ketika panas dan dingin sebagai perbedaan temperaturnya. Heat sink digunakan untuk membantu meningkatkan pelepasan kalor pada sisi dingin dan sebaliknya, sehingga meningkatkan efisiensi dari modul tersebut. potensi pembangkit daya dari modul thermoelektrik tunggal akan berbeda bergantung pada ukuran, konstruksi dan perbedaan temperaturnya. Perbedaan temperatur yang makin besar antara sisi panas dan sisi dingin modul akan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar. Modul-modul thermoelektrik dapat juga disambungkan bersama baik secara seri maupun paralel seperti baterai untuk menghasilkan tegangan dan arus listrik.

Tiap modul mampu menghasilkan tegangan rata-rata 1-2 V DC, dan bahkan sampai 5V DC, bergantung pada variasi delta temperaturnya. Tetapi umumnya satu modul thermoelektrik menghasilkan 1,5 V sampai 2V DC. Thermoelektrik ini mampu bekerja pada suhu panas hingga 300°C. Tegangan yang dihasilkan oleh thermoelektrik sangat bergantung pada perbedaan temperaturnya yang di dapatkan.

3. Rangkaian Sederhana

Dalam rangkaian sederhana ini sebuah muatan positif Q, bergerak mengelilingi rangkaian. Dalam sumber muatan positif

Q memperoleh energi sebesar $Q\varepsilon$, dan arus listrik i memperoleh daya sebesar $P = \varepsilon i$. Jika arus listrik i ini bertemu resistor R , akan kehilangan daya dalam bentuk panas sebesar $P = i^2R$, karena energi merupakan besaran yang kekal, maka dalam rangkaian tertutup atau loop, berlaku

$$\varepsilon i = i^2 r + i^2 R$$

atau

$$\varepsilon = I (r + R)$$

sehingga

$$i = \varepsilon / r + R$$

Rangkaian seri dapat dilihat pada gambar 9. Dalam hubungan seri ini berlaku:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = iR_1 + iR_2 + iR_3 = (R_1 + R_2 + R_3)$$

Menurut hokum Ohm

$$V = iR = i (R_1 + R_2 + R_3)$$

Atau tahanan seri:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental merupakan metode penelitian yang memungkinkan peneliti memanipulasi variabel dan meneliti akibat-akibatnya. Pada metode ini, variabel-variabel dikontrol sedemikian rupa, sehingga variabel luar yang mungkin mempengaruhi dapat dihilangkan

2. Alur Penelitian

Urutan penelitian ini dimulai dari membuat sirip penjepit 10 cm x 8 cm, kemudian sirip dan knalpot tersebut di lubang tiap sisiny dengan menggunakan bor tangan, setelah itu pemasangan knalpot kotak ke mesin Toyota tipe 4k, selanjutnya yaitu pengecekan thermoelektrik menggunakan ampermeter dengan tujuan agar kita mengetahui sambungan yang ada pada thermoelektrik tersebut tidak ada kerusakan, pengecekan thermoelektrik yang ke dua di lakukan menggunakan konverter dengan tujuan agar kita mengetahui sisi mana yang

menghasilkan panas, kemudian dilanjutkan pemasangan thermoelektrik ke kenalpot yang telah terpasang di mesin, setelah semua thermoelektrik terpasang di sisi-sisi kenalpot kotak di lanjutkan dengan menyambungkan semua thermoelektrik dengan rangkaian seri sebagai penghasil energi gas buang yang nantinya akan diubah menjadi listrik oleh rangkaian modul thermoelektrik. Dan dilanjutkan pengukuran arus yang dihasilkan rangkaian seri dengan ampermeter.

3. Metode Pengumpulan Data

a. Observasi

Penulis mengumpulkan data dengan cara mengamati langsung pada Laboratorium Otomotif Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

b. Interview

Merupakan pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara

dan tanya jawab langsung pada Dosen Fakultas Teknik.

c. Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan data dengan cara membaca buku yang berhubungan dengan panas gas buang pada mesin kendaraan.

d. Penelitian

Merupakan mengumpulkan data dengan cara memasukan angka-angka hasil penelitian dalam tabel dan melakukan penelitian langsung pada Laboratorium Otomotif Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

B. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

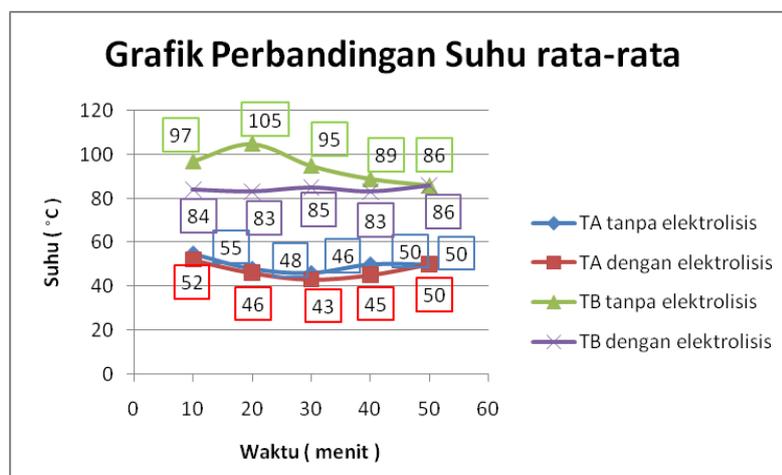
Tabel 1. Hasil Penelitian Thermoelektrik Tanpa Elektrolisis

No	Waktu (menit)	Variabel		Thermoelektrik				Sisa Bensin (mililiter)	Keterangan
				1	2	3	4		
1	10	Temperatur	TA	46	55	65	54	1250	Tanpa elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	95	94	87	114		
		Volt		5,8					
		Ampere		1					
2	20	Temperatur	TA	44	48	61	42	1050	Tanpa elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	160	93	80	88		
		Volt		6					
		Ampere		1					
3	30	Temperatur	TA	43	52	49	40	870	Tanpa elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	98	96	94	93		
		Volt		6,3					
		Ampere		1					
4	40	Temperatur	TA	52	52	53	45	680	Tanpa elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	96	104	73	85		
		Volt		6,5					
		Ampere		1					

5	50	Temperatur	TA	53	51	50	49	460	Tanpa elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	91	90	80	83		
		Volt		6,6					
		Ampere		1					

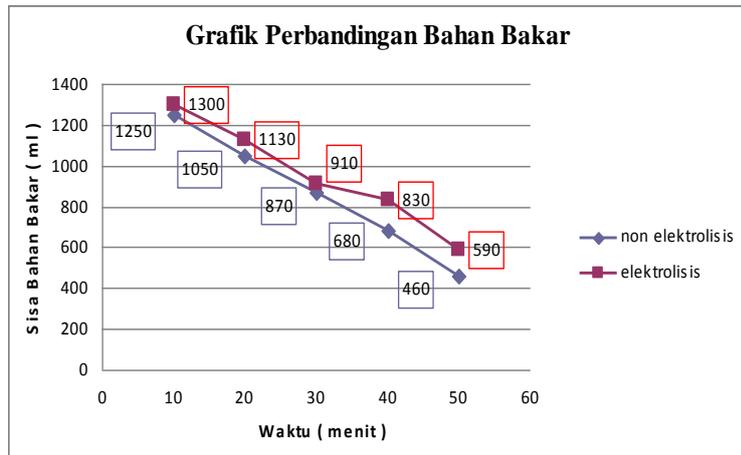
Tabel 2. Hasil Penelitian Thermoelektrik Dengan Elektrolisis

No	Waktu (menit)	Variabel		Thermoelektrik				Sisa Bensin (mililiter)	Keterangan
				1	2	3	4		
1	10	Temperatur	TA	50	51	51	56	1300	Dengan elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	80	84	82	93		
		Volt		2,5					
		Ampere		0,1					
2	20	Temperatur	TA	48	44	42	50	1130	Dengan elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	83	82	88	81		
		Volt		2,5					
		Ampere		0,1					
3	30	Temperatur	TA	46	43	45	40	910	Dengan elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	88	85	79	90		
		Volt		2,5					
		Ampere		0,1					
4	40	Temperatur	TA	42	39	50	51	830	Dengan elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	87	80	82	86		
		Volt		2,5					
		Ampere		0,1					
5	50	Temperatur	TA	56	45	46	54	590	Dengan elektrolisis Bensin awal 1500mililiter
			TB	83	91	76	96		
		Volt		2,5					
		Ampere		0,1					



Gambar 1. Grafik Perbandingan Suhu Rata-rata

Gambar memperlihatkan grafik perbandingan suhu rata-rata antara temperatur suhu atas dan temperatur suhu bawah dengan perbandingan tanpa dan dengan menggunakan elektrolisis menghasilkan data.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Bahan Bakar

2. Pembahasan

Dalam waktu 10 menit tanpa menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan sebesar 5,8 volt, kuat arus 1 ampere, suhu rata-rata temperatur atas 55 °C, temperatur bawah 97 °C, kemudian bahan bakar yang terpakai 250 mililiter, dengan bahan bakar awal 1,5 liter. 10 menit menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan 2,5 volt, kuat arus 0,1 ampere, suhu rata temperatur atas 52 °C, temperatur bawah 84 °C, bahan bakar yg terpakai 200 mililiter. 20 menit tanpa menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan sebesar 6 volt, kuat arus 1 ampere, suhu rata-rata temperatur atas 48 °C, temperatur bawah 105 °C, kemudian bahan bakar yang terpakai 450 mililiter, dengan bahan bakar awal 1,5 liter. 20 menit menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan 2,5 volt, kuat arus 0,1 ampere, suhu rata temperatur atas 46 °C, temperatur bawah 83 °C, bahan bakar yg terpakai 370 mililiter. 30 menit tanpa menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan

sebesar 6,3 volt, kuat arus 1 ampere, suhu rata-rata temperatur atas 46 °C, temperatur bawah 95 °C, kemudian bahan bakar yang terpakai 630 mililiter, dengan bahan bakar awal 1,5 liter. 30 menit menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan 2,5 volt, kuat arus 0,1 ampere, suhu rata temperatur atas 43 °C, temperatur bawah 85 °C, bahan bakar yg terpakai 590 mililiter. 40 menit tanpa menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan sebesar 6,5 volt, kuat arus 1 ampere, suhu rata-rata temperatur atas 50 °C, temperatur bawah 86 °C, kemudian bahan bakar yang terpakai 820 mililiter, dengan bahan bakar awal 1,5 liter. 40 menit menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan 2,5 volt, kuat arus 0,1 ampere, suhu rata temperatur atas 50 °C, temperatur bawah 89 °C, bahan bakar yg terpakai 670 mililiter. 50 menit tanpa menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan sebesar 6,6 volt, kuat arus 1 ampere, suhu rata-rata temperatur atas 50 °C, temperatur bawah 86 °C, kemudian bahan bakar yang terpakai 250

mililiter, dengan bahan bakar awal 1,5 liter. 50 menit menggunakan elektrolisis menghasilkan tegangan 2,5 volt, kuat arus 0,1 ampere, suhu rata temperature atas 52 °C, temperatur bawah 84 °C, bahan bakar yg terpakai 200 mililiter. Setelah kita lihat hasil dari pembahasan di atas maka dapat diketahui bahwa dalam waktu keseluruhan yaitu 50 menit bahan

bakar yang diperlukan tanpa menggunakan elektrolisis adalah 3190 mililiter. sedangkan setelah kita gunakan elektrolisis bahan bakar yang diperlukan dalam waktu keseluruhan yaitu 50 menit adalah 2740 mililiter. Jadi dalam waktu 50 menit setelah menggunakan elektrolisis mampu menghemat bahan bakar 450 mililiter

DAFTAR PUSTAKA

- _____ “*Bikin panas dingin*” Diakses 12 Oktober 2006, dari www.saft7.com
- C. Reynolds William, Henry C. Perkins, 1960, “*Termodinamika Teknik* “ Erlangga. Jakarta.
- G.Min, D.M. Roe,1994, “*Handbook of thermoelectric, peltier devices as generator*”, CRC Press LLC, Florida.
- Hasan, M Iqbal, 2002, “*Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian Dan Aplikasinya*” Ghalia Indonesia.Jakarta.
- Holman J.P. E. Jasjfi, 1997, “*Perpindahan Kalor* “ Erlangga. Jakarta.
- H. Hayt, Jr. Jack E. Kemmerly, Edisi Keempat Jilid 2, “*Rangkaian Listrik* “ Erlangga. Jakarta.
- _____ Hi-Z, ”*Application of Thermoelectric Generator*”. Diakses 23 Mei 2008
- _____ “*Thermoelectric Module*”, Hi-Z Technology inc, [http:// hi-z.com/hz14.php](http://hi-z.com/hz14.php), 2008.
- _____ “*Perubahan Suhu* “ diakses 26 Mei 2004, dari ([http :// Wikipedia.org/wiki/panas](http://Wikipedia.org/wiki/panas))
- Sukur Edi, 2004, ” *Teknologi Thermoelektrik sebagai Sumber Energi Alternatof* ”. (<http://www.energi.lipi.go/id>).
- Sumardi, 2008, “*Transduser panas*” [http://www.elektron.undip.ac.id /sumardi/komponen/bab4non](http://www.elektron.undip.ac.id/sumardi/komponen/bab4non)
- _____ “*Thermoelectric Generator*”. Diakses 23 Mei 2008, dari www.thermo1.com
- Urip sudirman, 2008, “*Hemat BBM dengan Air* “Kawan Pustaka. Jakarta.
- Yahdi Umar, 1991, “*Pengantar Fisika Listrik Magnet* “ Gunadarma. Jakarta.