



### Identifikasi Termoelektrik Generator sebagai Pembangkit Tenaga Listrik

Didik Nur Huda<sup>1\*</sup> dan Siti Ayu Kumala<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Indraprasta PGRI Jakarta

\* E-mail: [didiks.physics@gmail.com](mailto:didiks.physics@gmail.com)

Info Artikel	Abstrak
<p><b>Kata kunci:</b> Heat energy, thermoelectric generator, power</p>	<p>Termoelektrik ini berbentuk pipih dengan tebal sekitar 0,3 cm dan ukuran 4 cm × 4 cm. Termoelektrik ini dijual bebas di pasaran dan dengan berbagai jenis. Termoelektrik dapat dimanfaatkan sebagai generator pembangkit listrik. Identifikasi daya listrik ini dilakukan pada termoelektrik dengan seri TEG1-199-1.4-0.5, TEG SP184827145SA, TEC1 12706, dan TEC1-12715. Perbedaan suhu pada kedua sisi termoelektrik menghasilkan daya pada setiap termoelektrik. Daya keluaran yang paling tinggi diperoleh pada termoelektrik seri TEG1-199-1.4-0.5 dan daya paling rendah pada TEC1 12715.</p>

*How to Cite:* Huda, D.N. & Kumala S.A. (2020). Identifikasi Termoelektrik Generator sebagai Pembangkit Tenaga Listrik. *Prosiding Seminar Nasional Sains 2020*, 1 (1): 6-13.

## PENDAHULUAN

Termoelektrik adalah alat yang memanfaatkan prinsip fisika untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas, namun ada fungsi lain yang dapat dimanfaatkan dari termoelektrik jika diberi perlakuan khusus yang jarang diketahui masyarakat yaitu kebalikannya, sebagai pengubah energi panas menjadi energi listrik. Dispenser dan kulkas mini merupakan alat yang di dalamnya terdapat alat termoelektrik. Alat tersebut dapat membuat suhu air menjadi cukup dingin dikarenakan prinsip kerja termoelektrik tersebut atau biasa disebut efek Peltier. Termoelektrik ini sudah diteliti dari tahun 1834 oleh Jean Charles Athanase Peltier.

Perangkat yang sama juga diteliti oleh fisikawan Jerman yaitu Thomas Johan Seebeck pada tahun 1821. Penelitian Seebeck ini kebalikan dari Peltier, yaitu perbedaan suhu antara kedua sisi termoelektrik akan menghasilkan arus listrik. Walaupun Seebeck menemukan terlebih dahulu akan tetapi pemanfaatan dan perkembangan perangkat termoelektrik lebih berkembang efek Peltier, sehingga termoelektrik lebih dikenal dengan peltier.

Saat ini pemanfaatan efek Seebeck pada termoelektrik belum terlalu banyak, padahal perkembangan perangkat termoelektrik juga semakin berkembang tetapi pemanfaatannya lebih banyak efek Peltier. Walaupun tidak sebanyak pemanfaatan efek Peltier tetapi ada yang menelitinya sampai saat ini.

Barma dkk, meneliti efisiensi penggunaan termoelektrik generator yang ada di pasaran dengan material  $Bi_2Te_3$  pada knalpot pemanas minyak termal (*Thermal Oil Heater Exhasust*) menghasilkan efisiensi 7% (Barma, Riaz, Saidur, & Long, 2015). Tahun 2012 Harzikraniotis menempelkan termoelektrik pada knalpot mobil Toyota Starlet 1.300 cc. Ukuran TEG yang digunakan  $2,5 \times 2,5 \text{ cm}^2$  dengan material  $Bi_2Te_3$ . Daya 1 W dengan mudah tercapai pada kecepatan tetap 110 km/jam (Hatzikraniotis, 2012). Studi optimisasi dilakukan untuk menentukan pengaruh ukuran sistem, kondisi aliran gas buang dan pendingin, dan material termoelektrik pada perolehan bersih yang dihasilkan oleh sistem TEG dan pada desain sistem TEG yang optimal (Karri, 2011). Sano dkk juga telah melakukan percobaan termoelektrik ini pada tahun 2003 untuk membuat efisiensi termoelektrik yang tinggi dengan berbagai material (Sano, Mizukami, & Kaibe, 2003).

Di Indonesia sendiri pernah dilakukan penelitian termoelektrik ini yang berusaha untuk memperbesar perbedaan suhu antara kedua sisi termoelektrik (Nugroho, 2015). Sugiyanto juga

melakukan pengujian tiga buah termoelektrik tipe IEVERRED TEG 126-40A menghasilkan tegangan sebesar 3,4 V dan kuat arus listrik 0,02 A (Sugiyanto, 2014). Ada juga yang merangkai dua belas termoelektrik secara seri yang ditempelkan pada pemanas listrik akan menghasilkan 8,11 W dengan perbedaan suhu 48,82 °C.

Prinsip kerja termoelektrik adalah pada perbedaan suhu antara kedua sisi termoelektrik sebut saja sisi dingin dan sisi panas. Termoelektrik sebagai generator listrik perbedaan suhu antara kedua sisi semakin besar maka luaran yang dihasilkan semakin besar. Karena termoelektrik terbuat dari logam pasti kedua sisinya saling berpengaruh. Usaha lain perlu dilakukan agar perbedaan suhu semakin besar yaitu dengan menjaga sisi dingin supaya suhunya tidak berubah terlalu signifikan.

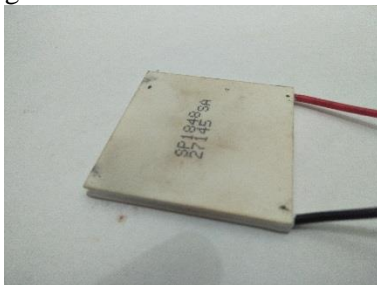
Termoelektrik saat ini dijual bebas dan banyak macamnya. Ada yang digunakan sebagai pendingin dan ada yang sebagai generator, akan tetapi semuanya sama yang membedakan kualitas, material, masukan dan luaran dari tiap-tiap perangkat. Dari berbagai macam termoelektrik yang dijual di pasaran, tidak semua akan cocok sebagai bahan pembuat generator sederhana. Perlu ada pengkajian mendalam agar termoelektrik yang dijual dipasaran dapat diidentifikasi sebagai alat yang cocok untuk dijadikan generator sederhana, atau diperlukan adanya modifikasi terhadap termoelektrik. Penelitian ini berusaha untuk mengkaji dan mengidentifikasi beberapa termoelektrik dipasaran yang nantinya siap digunakan sebagai piranti pembangkit listrik tenaga panas.

## METODE PENELITIAN

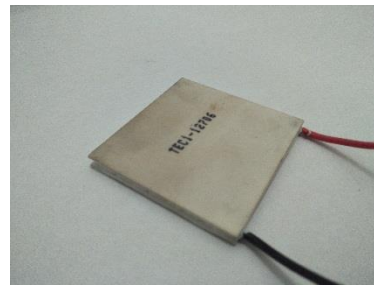
Termoelektrik yang dipilih dipasaran antara lain model:

- a. TEG SP 1848 27145 A
- b. TEC1 12715
- c. TEC1 12706
- d. TEG 199-1.4-0.5

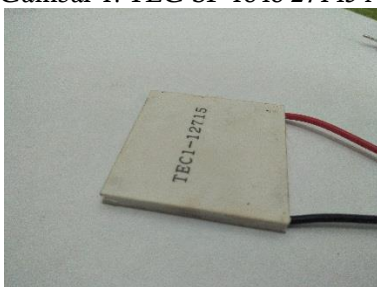
Seperti gambar berikut:



Gambar 1. TEG SP 1848 27145 A



Gambar 3. TEC1 12706



Gambar 2. TEC1 12715



Gambar 4. TEG 199-1.4-0.5

Langkah-langkah yang dilakukan:

1. Siapkan 2 termoelektrik bermodel sama, 2 *heatsink*, kawat, termometer, dan multimeter.
2. Ikat *heatsink* dan termoelektrik menjadi satu pada knalpot sepeda motor dengan menggunakan kawat. (*heatsink* ditempel pada termoelektrik pada bagian yang tertera model termoelektrik). Motor dalam keadaan dingin (mesin mati).



Gambar 5. Rangkaian Paralel Termoelektrik yang akan dilakukan Pengukuran

3. Setelah kedua termoelektrik dan *heatsink* tertempel pada knalpot, sambungkan kabel termoelektrik secara paralel. Kabel merah dengan kabel merah dan kabel hitam dengan kabel hitam.
4. Sambungkan rangkaian paralel termoelektrik dengan multimeter untuk mengukur arus.
5. Nyalakan mesin kendaraan dan mulai mengukur suhu yang ada di permukaan knalpot dan dipermukaan *heatsink* dengan menggunakan termometer tembak.



Gambar 6. Pengukuran Suhu dengan Menggunakan Termometer Tembak

6. Lakukan perekaman video untuk mencatat kenaikan suhu yang terjadi. Pencatatan data dilakukan dengan melihat rekaman video karena kesulitan untuk melihat data suhu permukaan knalpot dan permukaan *heatsink* secara bersamaan.
7. Matikan mesin, tunggu sampai knalpot kembali dingin. Setel multimeter untuk mengukur tegangan. Ulangi langkah 5 untuk mendapatkan data tegangan.
8. Ulangi langkah 1 untuk model termoelektrik yang lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini termoelektrik dipasang pada pipa gas buang kendaraan bermotor (knalpot). Pada bagian termoelektrik yang terdapat cetakan nomor seri merupakan sisi dingin dan bagian yang tidak terdapat cetakan nomor seri merupakan sisi panas. Sisi panas termoelektrik ditempel sebuah *heatsink* dengan ukuran yang sama dengan termoelektrik. Perlakuan ini diberlakukan pada semua seri termoelektrik.

Termoelektrik dirangkai secara paralel dan ditempelkan pada knalpot kendaraan bermotor. Kendaraan yang digunakan adalah Honda Supra X 125 tahun 2011. Ditempel dalam kondisi mesin motor mati. Alasan penggunaan knalpot kendaraan karena suhu knalpot yang dapat mencapai 180°C. Setelah ditempel mulai pengukuran tegangan dan kuat arus yang keluar dari termoelektrik yang dirangkai secara paralel tersebut. Selain tegangan dan kuat arus pengukuran suhu pada sisi panas dan sisi dingin termoelektrik juga dilakukan. Tegangan keluaran dalam satuan *mV* dan satuan kuat arus dalam satuan *mA* serta suhu dalam satuan °C. Pengambilan data ini direkam menggunakan kamera. Pencatatan data dilakukan melalui video hasil rekaman.

Alat ukur tegangan dan kuat arus yang digunakan adalah multimeter dengan merek SINHWA DT9205A dan merek DT-830B. Pada saat multimeter merek SINHWA DT9205A dicoba terlebih dahulu dapat berfungsi dengan baik tetapi pada saat akan memulai percobaannya alat tersebut rusak. Pengganti multimeter tersebut adalah DT-830B. Sedangkan alat ukur suhu menggunakan termometer GM320. Termometer GM320 tidak mengalami masalah berarti.

Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. TEGSP184827145SA

No	$T_p$	$T_d$	$V(mV)$	$\Delta T$	$I(mA)$	$P(\mu W)$
1	42,60	33,10	1,00	9,50	7,30	7,30
2	45,70	33,10	7,00	12,60	8,80	61,60

3	46,90	33,10	13,00	13,80	10,30	133,90
4	47,10	33,10	18,00	14,00	11,20	201,60
5	47,60	33,10	22,00	14,50	12,10	266,20
6	48,60	33,10	30,00	15,50	13,10	393,00
7	49,60	33,10	34,00	16,50	14,40	489,60
8	50,00	33,10	40,00	16,90	16,10	644,00
9	51,40	34,20	46,00	17,20	16,60	763,60
10	66,40	34,20	65,00	32,20	30,20	1.963,00
11	68,80	34,20	81,00	34,60	31,60	2.559,60
12	72,00	34,20	85,00	37,80	35,20	2.992,00
13	73,80	34,20	91,00	39,60	36,30	3.303,30
14	75,80	34,20	96,00	41,60	38,70	3.715,20
15	77,00	34,40	101,00	42,60	41,30	4.171,30
16	83,30	34,40	112,00	48,90	47,30	5.297,60
17	84,40	35,20	132,00	49,20	48,00	6.336,00
18	97,30	35,20	159,00	62,10	59,80	9.508,20
19	100,30	35,20	165,00	65,10	62,30	10.279,50
20	101,20	36,00	173,00	65,20	63,80	11.037,40
21	103,10	36,00	192,00	67,10	65,40	12.556,80
22	105,50	36,00	198,00	69,50	67,30	13.325,40
23	106,60	36,00	202,00	70,60	68,90	13.917,80
24	107,20	36,50	208,00	70,70	71,80	14.934,40
25	110,00	36,50	218,00	73,50	72,80	15.870,40
26	113,10	36,50	222,00	76,60	76,80	17.049,60
27	116,10	36,50	233,00	79,60	77,60	18.080,80
28	117,30	36,50	234,00	80,80	78,40	18.345,60
29	121,10	37,80	237,00	83,30	85,80	20.334,60
30	123,10	37,80	257,00	85,30	87,40	22.461,80
31	127,90	38,60	268,00	89,30	90,80	24.334,40
32	132,30	38,60	286,00	93,70	99,10	28.342,60
33	139,10	38,60	295,00	100,50	102,60	30.267,00
34	140,00	39,60	299,00	100,40	103,40	30.916,60
35	141,30	39,60	312,00	101,70	104,30	32.541,60
36	144,20	39,60	317,00	104,60	108,60	34.426,20
37	145,70	39,60	324,00	106,10	108,70	35.218,80
38	149,90	42,20	331,00	107,70	111,60	36.939,60
39	153,10	42,20	335,00	110,90	115,20	38.592,00
40	156,10	42,20	337,00	113,90	116,00	39.092,00
41	159,10	42,20	345,00	116,90	116,10	40.054,50
42	160,00	42,20	348,00	117,80	117,00	40.716,00

Tabel 2. TEG1-199-1.4-0.5

No	$T_p$	$T_d$	$V(mV)$	$\Delta T$	$I(mA)$	$P(\mu W)$
1	41,5	31,4	23,0	10,1	7,1	163,3
2	43,5	31,4	29,0	12,1	9,3	269,7
3	45,0	31,4	34,0	13,6	10,5	357,0

4	49,3	31,4	46,0	17,9	18,5	851,0
5	52,3	31,4	54,0	20,9	23,1	1.247,4
6	56,2	32,0	69,0	24,2	33,6	2.318,4
7	57,9	32,0	75,0	25,9	35,8	2.685,0
8	64,6	32,0	99,0	32,6	41,8	4.138,2
9	82,9	33,0	179,0	49,9	52,2	9.343,8
10	85,8	33,0	185,0	52,8	54,9	10.156,5
11	102,9	34,3	246,0	68,6	71,6	17.613,6
12	105,8	34,3	251,0	71,5	73,8	18.523,8
13	106,5	34,3	266,0	72,2	79,9	21.253,4
14	111,2	34,3	275,0	76,9	82,0	22.550,0
15	114,8	35,2	286,0	79,6	85,5	24.453,0
16	124,5	35,2	333,0	89,3	88,0	29.304,0
17	125,8	35,2	338,0	90,6	90,1	30.453,8
18	130,4	37,2	366,0	93,2	97,3	35.611,8
19	133,4	37,2	370,0	96,2	101,7	37.629,0
20	137,1	37,2	381,0	99,9	110,8	42.214,8
21	138,3	37,2	391,0	101,1	111,0	43.401,0
22	139,4	39,8	394,0	99,6	111,3	43.852,2
23	145,3	39,8	403,0	105,5	115,2	46.425,6
24	153,6	42,3	432,0	111,3	115,7	49.982,4
25	164,4	42,3	435,0	122,1	121,8	52.983,0

Tabel 3. TEC1 12706

No	$T_p$	$T_d$	$V(mV)$	$\Delta T$	$I(mA)$	$P(\mu W)$
1	42,60	38,90	10,00	3,70	22,40	224,00
2	58,80	38,90	44,00	19,90	27,80	1.223,20
3	66,00	38,90	56,00	27,10	38,20	2.139,20
4	75,20	38,90	103,00	36,30	47,50	4.892,50
5	81,10	39,40	110,00	41,70	48,70	5.357,00
6	91,60	39,40	129,00	52,20	58,80	7.585,20
7	92,30	39,40	126,00	52,90	60,00	7.560,00
8	95,80	39,40	134,00	56,40	61,10	8.187,40
9	111,60	40,90	218,00	70,70	78,80	17.178,40
10	119,20	42,30	223,00	76,90	84,20	18.776,60
11	122,80	42,30	272,00	80,50	85,10	23.147,20
12	123,20	42,30	278,00	80,90	90,90	25.270,20
13	136,20	42,30	318,00	93,90	100,80	32.054,40
14	137,80	42,30	321,00	95,50	101,40	32.549,40
15	139,50	45,90	326,00	93,60	104,00	33.904,00
16	151,10	45,90	342,00	105,20	113,90	38.953,80
17	158,80	45,90	355,00	112,90	115,40	40.967,00
18	159,20	45,90	354,00	113,30	116,10	41.099,40
19	163,60	45,90	355,00	117,70	120,90	42.919,50

Tabel 4. TEC1 12715

No.	$T_p$	$T_d$	$V(mV)$	$\Delta T$	$I(mA)$	$P(\mu W)$
1	48,0	37,0	9,0	11,0	13,0	117,0
2	49,0	37,0	12,0	12,0	16,8	201,6
3	54,8	37,0	24,0	17,8	17,6	422,4
4	56,3	37,0	28,0	19,3	18,8	526,4
5	58,8	37,0	28,0	21,8	21,2	593,6
6	60,0	37,2	30,0	22,8	23,0	690,0
7	63,5	37,2	100,0	26,3	29,8	2.980,0
8	67,4	37,2	102,0	30,2	29,2	2.978,4
9	74,1	37,2	103,0	36,9	39,8	4.099,4
10	76,1	37,2	104,0	38,9	41,4	4.305,6
11	77,3	37,2	105,0	40,1	42,0	4.410,0
12	80,4	37,2	106,0	43,2	47,9	5.077,4
13	84,1	37,2	107,0	46,9	59,3	6.345,1
14	87,3	37,2	110,0	50,1	61,3	6.743,0
15	88,1	37,2	112,0	50,9	61,8	6.921,6
16	89,0	37,2	114,0	51,8	62,5	7.125,0
17	90,1	39,8	116,0	50,3	62,9	7.296,4
18	103,0	39,8	138,0	63,2	67,6	9.328,8
19	111,1	39,8	157,0	71,3	76,6	12.026,2
20	115,4	39,8	163,0	75,6	71,9	11.719,7
21	117,4	39,8	178,0	77,6	79,7	14.186,6
22	119,1	39,8	180,0	79,3	79,7	14.346,0
23	120,0	39,8	182,0	80,2	80,2	14.596,4
24	121,3	39,8	189,0	81,5	81,2	15.346,8
25	122,0	43,0	193,0	79,0	83,2	16.057,6
26	127,9	43,0	202,0	84,9	86,2	17.412,4
27	130,1	43,0	205,0	87,1	89,8	18.409,0
28	131,0	43,2	208,0	87,8	88,9	18.491,2
29	133,5	44,0	220,0	89,5	89,2	19.624,0
30	135,0	44,0	231,0	91,0	89,5	20.674,5
31	136,7	44,0	236,0	92,7	93,0	21.948,0
32	140,3	44,0	243,0	96,3	92,9	22.574,7
33	142,4	44,0	244,0	98,4	93,0	22.692,0
34	144,2	46,0	249,0	98,2	99,2	24.700,8
35	152,5	48,0	263,0	104,5	99,2	26.089,6
36	153,9	48,0	268,0	105,9	100,9	27.041,2
37	159,2	48,0	269,0	111,2	109,2	29.374,8
38	160,0	48,0	269,0	112,0	110,8	29.805,2
39	166,2	48,0	275,0	118,2	112,0	30.800,0

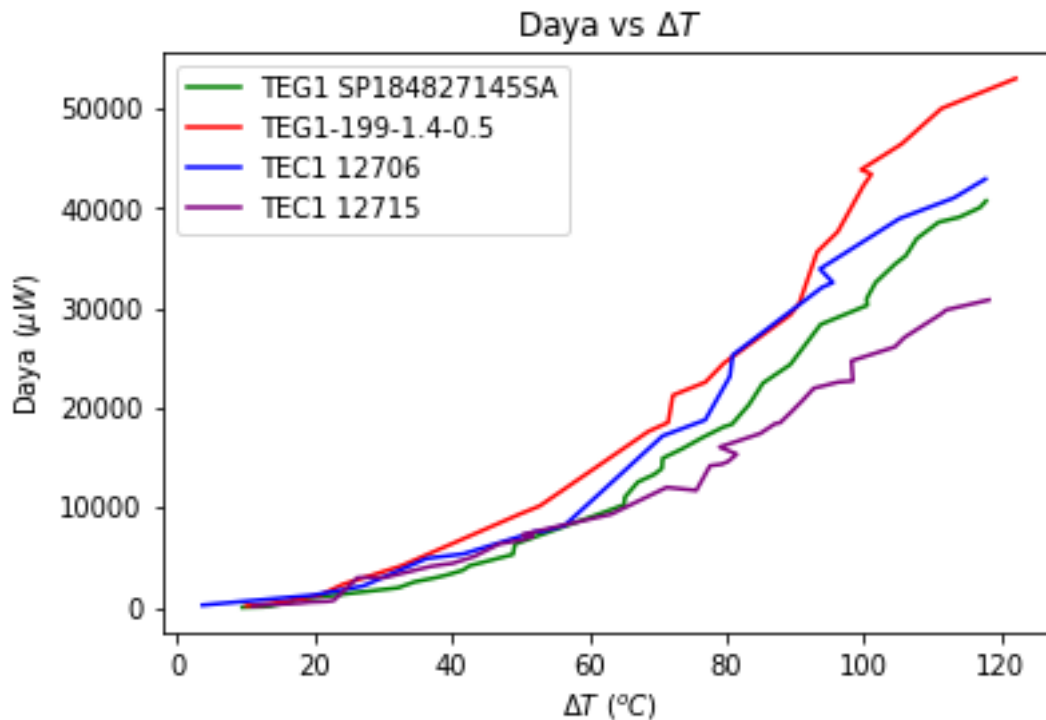
Keterangan

 $T_p$  = Suhu sisi panas termoelektrik $T_d$  = Suhu sisi dingin termoelektrik $V$  = Tegangan keluaran $\Delta T$  =  $T_p - T_d$  (perbedaan suhu sisi panas dan sisi dingin)

$I$  = Kuat arus keluaran  
 $P$  = Daya

Dari data di atas datanya berbeda-beda dikarenakan kesulitan saat pencatatan data dari video. Pengambilan data tegangan dan kuat arus listrik tidak dapat dilakukan bersamaan karena keterbatasan kemampuan pengamat untuk melihat secara bersamaan. Pengukuran tegangan dan kuat arus listrik dilakukan bergantian, dengan menunggu kondisi kendaraan menjadi dingin kembali. Sehingga pencatatan suhu pada tegangan dan kuat arus listrik mengalami perbedaan.

Identifikasi termoelektrik digunakanlah konsep daya listrik untuk membandingkan energi yang dihasilkan oleh masing-masing termoelektrik. Berikut ini adalah grafik perbandingan daya keluaran dari masing-masing termoelektrik:



Gambar 7. Perbandingan Daya Keluaran dari Termoelektrik

### PENUTUP

Telah berhasil dilakukan identifikasi termoelektrik seri TEG1-199-1.4-0.5, TEC1 12706, TEGSP184827145SA, dan TEC1 12715. Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa urutan daya yang dihasilkan dari yang terbesar ke yang terkecil adalah sebagai berikut: TEG1-199-1.4-0.5, TEC1 12706, TEGSP184827145SA, dan TEC1 12715.

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain: mendesain alat untuk menempelkan termoelektrik dengan efektif, mengulangi kembali penelitian ini untuk merek atau jenis termoelektrik yang lain, memvariasi rangkaian termoelektrik., dan membuat alat yang dapat menyimpan data secara langsung yang berbasis sensor untuk mempermudah analisis data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barma, M. C., Riaz, M., Saidur, R., & Long, B. D. (2015). Waste Heat Recovery by Thermoelectric Generator from Thermal Oil Heater Exhaust. *International Journal of Electrical Energy*, 3(4), 235–238. Retrieved from <https://doi.org/10.18178/ijoe.3.4.235-238>
- Hatzikraniotis, E. (2012). On the recovery of wasted heat using a commercial thermoelectric device. *Acta Physica Polonica A*, 121(1), 287–289.
- Karri, M. A. (2011). Thermoelectric Power Generation System Optimization Studies. *IEE Reviews*, 125(11), 1113–1136. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/00107516108202661>
- Nugroho, W. A. (2015). Exhaust System Generator: Knalpot Penghasil Listrik Dengan Prinsip Termoelektrik. *Exhaust System Generator: Knalpot Penghasil Listrik Dengan Prinsip Termoelektrik*, 13(2), 161–168. Retrieved from <https://doi.org/10.15294/saintekno.v13i2.5249>
- Sano, S., Mizukami, H., & Kaibe, H. (2003). Development of High-Efficiency Thermoelectric Power Generation System. *Komatsu Technical Report*, 49(152), 20–26.
- Sugiyanto. (2014). Pemanfaatan Panas Knalpot Sepeda Motor Matic 110 Cc Untuk Pembangkitan Listrik Mandiri. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(3), 105–111.