

EXHAUST SYSTEM GENERATOR: KNALPOT PENGHASIL LISTRIK DENGAN PRINSIP TERMOELEKTRIK

Wisnu Adi Nugroho, Muh. Soni Haryadi, dan Rudhiyanto

Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya efektivitas serta efisiensi dari energi listrik yang dihasilkan oleh Exhaust System Generator dari pemanfaatan energi panas yang dihasilkan oleh knalpot sepeda motor. Hal ini didasari akan adanya pembuangan energi dalam jumlah yang cukup besar pada saat penggunaan sepeda motor dalam bentuk energi panas hasil pembakaran bahan bakar yang diserap oleh sistem pembuangan pada sepeda motor, terutama pada bagian knalpot. Oleh sebab itu, penelitian ini dilaksanakan guna kepentingan perancangan suatu alat yang dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar sepeda motor sekaligus mencari tahu seberapa besar tingkat efektivitas dan efisiensi yang dapat dihasilkan oleh alat hasil rancangan tersebut. Maka, dibuatlah suatu alat yang dinamakan Exhaust System Generator yang memanfaatkan material berupa *Thermoelectric Generator* atau TEG sebagai komponen utamanya. Prinsip kerjanya yaitu dengan memanfaatkan perbedaan temperatur antara temperatur permukaan knalpot sepeda motor dengan temperatur di lingkungan untuk diubah menjadi energi listrik oleh Termoelektrik. Kemudian besarnya energi listrik yang dihasilkan Termoelektrik diukur oleh multimeter dengan variabel berupa tegangan dan kuat arus listrik serta dengan beberapa perlakuan yang telah ditentukan. Namun, berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan dalam penelitian, diperluan upaya khusus untuk memaksimalkan perbedaan temperatur antara temperatur permukaan knalpot dengan tempertur lingkungan supaya dapat dihasilkan energi listrik yang lebih besar.

Kata Kunci : Termoelektrik, knalpot, energi listrik, dan energi panas

PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat Indonesia memilih sepeda motor sebagai sarana transportasi utamanya. Hal ini dikarenakan cara penggunaannya yang lebih praktis, bentuknya lebih ringkas serta harganya yang relatif lebih murah dibandingkan jenis kendaraan bermotor yang lain. Namun, bahan bakar sepeda motor yang masih menggunakan bahan bakar fosil dinilai masih memiliki efisensi yang terlalu kecil. Dari sekian liter bahan bakar yang dimasukkan, hanya 40% di antaranya yang benar-benar dimanfaatkan untuk menggerakkan mesin. Sisanya dibuang begitu saja dalam bentuk panas di knalpot dan radiator.

Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk bisa mendayagunakan energi panas yang

keluar dari sepeda motor menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengkonversi energi panas yang terbuang menjadi energi listrik yang lebih memiliki potensi kegunaan yang lebih besar. Untuk melakukan itu, diperlukan alat yang bisa mengubah energi panas menjadi energi listrik. Alat itu dapat berupa turbin yang digerakkan oleh uap yang berasal dari air yang menguap ketika mendapat panas dari knalpot. Namun, cara itu tergolong masih kurang efektif dan efisien.

Cara yang kedua adalah dengan menggunakan material termoelektrik. Termoelektrik sendiri merupakan suatu material yang dapat mengubah energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Dengan memasangnya di dekat knalpot, maka secara otomatis panas yang keluar dari knalpot akan diubah menjadi energi listrik. Kemudian energi listrik ini dapat dimanfaatkan, seperti untuk mengisi ulang baterai ponsel atau untuk keperluan lain.

Dalam penelitian ini, dibuat sebuah perangkat yang didesain khusus untuk dapat mengubah energi panas pada permukaan knalpot menjadi energi listrik. Perangkat ini dinamakan *Exhaust System Generator* dengan komponen utama berupa *Thermoelectric Generator* (TEG). Namun, efektivitas serta efisiensi dari energi listrik yang dihasilkan oleh perangkat ini masih belum diketahui. Selain itu, pengaplikasian energi listrik dari perangkat ini juga masih belum jelas.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian ini dengan maksud dan tujuan utama untuk mencari tahu besarnya efektivitas serta efisiensi dari energi listrik yang dihasilkan oleh Exhaust System Generator. Meskipun begitu, variabel yang akan dicari cukup terbatas pada besarnya tegangan dan kuat arus listrik keluaran dari Termoelektrik. Sebab, hasilnya dapat diketahui hanya dengan membandingkan kedua parameter tersebut dengan spesifikasi keluaran yang diperlukan dan mempertimbangkan kondisi mesin dan waktu yang ditentukan.

Sebelum melakukan itu semua, perlu dilakukan perencanaan dan perancangan *Exhaust System Generator* terlebih dahulu agar sesuai sebagai generator listrik yang memanfaatkan energi panas pada permukaan knalpot sepeda motor. Perlu dilakukan pertimbangan mengenai beberapa persyaratan teknis yang harus dipenuhi oleh rancangan desain tersebut agar dapat digunakan setelah direalisasikan. Beberapa di antaranya yaitu pemilihan bahan yang kuat serta mudah mengalirkan panas untuk digunakan sebagai rangka penyangga, gambar desain rangka penyangga yang bisa terpasang dengan erat pada knalpot tapi juga harus mudah dilepaskan, dan persyaratan yang lain.

Setelah didapatkan rancangan desain konsep dari Exhaust System Generator yang tepat, maka lanjut ke langkah berikutnya, yaitu pembuatan perangkat. Perangkat harus direalisasikan secara nyata sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Dimulai dari pengumpulan alat dan bahan, pembuatan rangka penyangga, pemasangan komponen, hingga pengujian. Lalu langkah yang terakhir dan yang sangat penting yaitu melakukan eksperimen untuk menguji seberapa besar energi listrik yang dapat dihasilkan oleh perangkat tersebut.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian lain terutama yang mengutamakan penerapan termoelektrik sebagai generator penghasil listrik. Dengan begitu, beberapa kekurangan dari penelitian ini dapat sedikit tertutupi. Selain itu, penelitian ini juga harapannya dapat menjadi penambah wawasan bagi masyarakat yang ingin mempelajari perkembangan teknologi pembangkitan listrik dengan memanfaatkan generator termoelektrik.

METODE

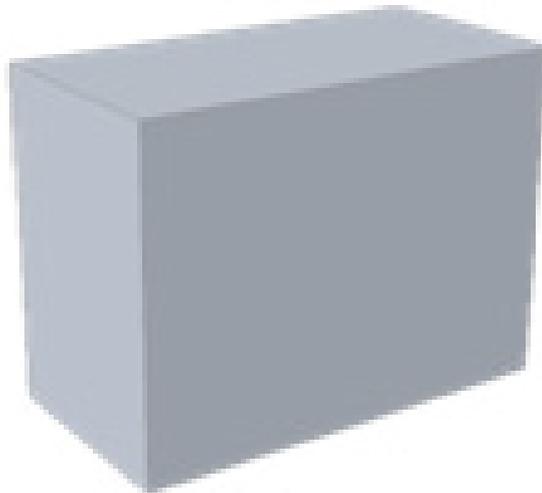
Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian dengan Exhaust System Generator ini menggunakan metode eksperimen. Pelaksanaannya dibagi menjadi empat tahap pelaksanaan. Empat tahap tersebut adalah pra pelaksanaan, pembuatan rangka penyangga, pemasangan komponen, dan pengujian. Untuk lebih jelasnya, kami menguraikan keempat tahap pelaksanaan itu sebagai berikut.

Pra Pelaksanaan

Pada tahap ini, kami merencanakan dan merancang bagaimana sebaiknya desain konsep dari Exhaust System Generator ini dibuat. Desain konsep tersebut haruslah sesuai dengan kriteria-kriteria tertentu supaya alat yang dihasilkan bisa aman, efektif, dan efisien dalam penggunaannya.

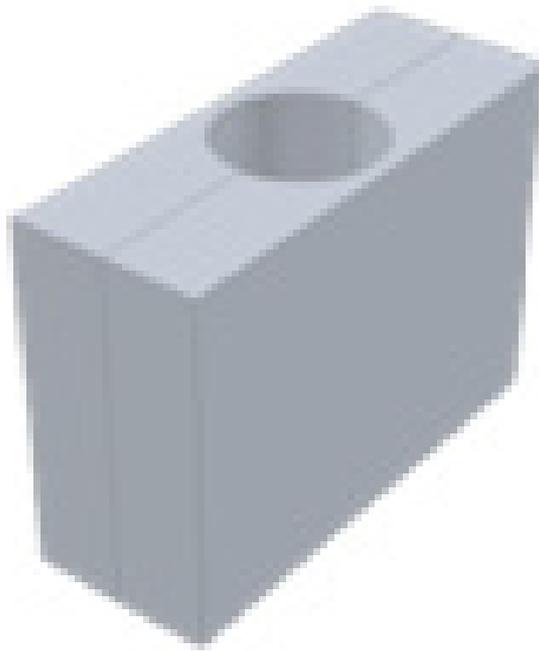
Pembuatan Rangka Penyangga

Pada tahap ini, kami akan membuat rangka penyangga sesuai dengan desain yang telah ada. Adapun bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan rangka ini adalah: (a) 1 buah logam aluminium berbentuk balok dengan ukuran panjang 80 mm, lebar 60 mm, dan tebal 40 mm seperti pada gambar berikut ini; (b) 4 buah baut dan mur ukuran M 5x1,25 dengan panjang 50 mm; (c) 1 buah heatsink dengan ukuran panjang 80 mm dan lebar 60 mm.



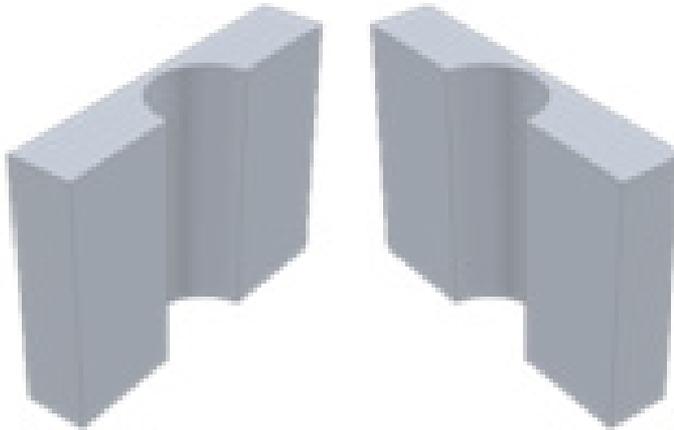
Gambar 3. Logam aluminium utuh

Sementara alat yang digunakan untuk pembuatan yaitu antara lain: (a) Gergaji besi
(b) Mesin bor/frais, (c) Mata bor. Sementara alat yang digunakan untuk pembuatan yaitu antara lain: (a) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan; (b) Lubangi bagian tengah logam aluminium dengan menggunakan mesin bor dengan ukuran diameter 30 mm sehingga hasilnya sebagai berikut;



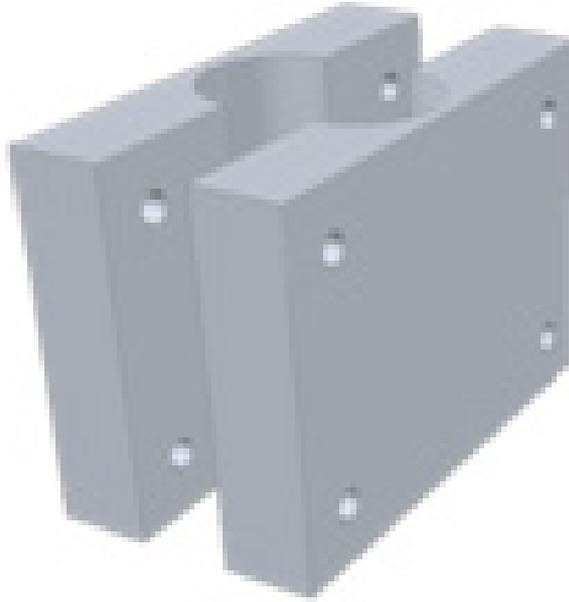
Gambar 4. Logam alumunium yang telah dibor

(c) Potong logam alumunium di bagian tengah lubang dengan menggunakan gergaji besi sehingga menjadi dua bagian;



Gambar 5. Logam alumunium yang telah dipotong

(d) Buat lubang di keempat sudut rangka alumunium dengan ukuran diameter 6 mm dengan menggunakan mesin bor, sebagai tempat pemasangan baut;



Gambar 6. Rangka alumunium yang telah dilubangi

(e) Siapkan heatsink yang telah disediakan lalu buat empat lubang yang sama seperti pada langkah d; (f) Coba pasang heatsink pada sisi samping rangka alumunium dan kencangkan dengan keempat buah baut, lalu pastikan seluruhnya telah terpasang dengan baik; (g) Apabila seluruh bagian rangka penyangga sudah terpasang dengan baik, maka rangka penyangga yang kita buat telah siap untuk digunakan.

Pemasangan Komponen

Pada tahap ini, seluruh komponen yang dibutuhkan dalam penelitian ini akan dipasang dan dirangkaikan. Adapun komponen-komponen itu terdiri dari: (a) Rangka alumunium, (b) Heatsink, (c) Baut dan mur, (d) Sepeda motor, (e) Termoelektrik Generator, (f) Multimeter, (g) Caput buaya. Langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu: (a) Siapkan sepeda motor yang akan digunakan untuk uji coba. Adapun sepeda motor yang kami gunakan yaitu sepeda motor sport merk CB125. Sementara bagian knalpot yang digunakan yaitu bagian yang berbentuk seperti leher angsa yang terhubung dengan mesin, karena bagian ini yang lebih dulu panas, (b) Siapkan Termoelektrik Generator. Yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah Termoelektrik dengan model TEG1-12611-6.0 dengan ukuran 56 x 56 mm, (c) Siapkan Rangka Penyangga maupun komponen lain yang telah disebutkan sebelumnya, (d) Tempelkan Termoelektrik di antara rangka alumunium dan heatsink lalu kencangkan dengan baut, (e) Pasang Rangka Penyangga ke bagian knalpot yang akan digunakan. Sesuaikan lubang pada rangka alumunium dengan pipa knalpot. Lalu kencangkan kedua rangka alumunium dengan baut, (f) Hubungkan kabel pada Termoelektrik dengan caput buaya, (g) Hubungkan caput buaya pada multimeter, (h) Setelah semua komponen telah terpasang dan terangkai dengan baik, maka Exhaust System Generator telah siap untuk diuji coba.

Pemasangan

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam penelitian ini. Namun, walaupun begitu tahap ini adalah yang terpenting dari seluruh bagian penelitian ini. Kita akan tahu seberapa efektif penggunaan Exhaust System Generator dan bagaimana penerapannya secara nyata setelah kita mengujinya. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu: (a) Cek dan pastikan seluruh komponen yang terpasang sudah dalam keadaan baik dan layak untuk diuji coba; (b) Putar saklar pemilih pada multimeter dan tempatkan pada 0,5 DCV; (c) Nyalakan sepeda motor dan biarkan dalam keadaan idle selama 1 menit; (d) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (e) Biarkan mesin sepeda motor menyala dalam keadaan idle selama 3 menit; (f) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (g) Matikan mesin sepeda motor dan tunggu hingga knalpot kembali dingin; (h) Putar saklar pemilih pada multimeter dan tempatkan pada 0,25 DCA; (i) Nyalakan sepeda motor dan biarkan dalam keadaan idle selama 1 menit; (j) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (k) Biarkan mesin sepeda motor menyala dalam keadaan idle selama 3 menit; (l) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (m) Matikan mesin sepeda motor dan tunggu hingga knalpot kembali dingin; (n) Putar saklar pemilih pada multimeter dan tempatkan pada 0,5 DCV; (o) Nyalakan sepeda motor dan jalankan dengan kecepatan 10 km/jam selama 1 menit; (p) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (q) Biarkan sepeda motor tetap berjalan dengan kecepatan 10 km/jam selama 3 menit; (r) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (s) Matikan mesin sepeda motor dan tunggu hingga knalpot kembali dingin; (t) Putar saklar pemilih pada multimeter dan tempatkan pada 0,25 DCA; (u) Nyalakan sepeda motor dan jalankan dengan kecepatan 10 km/jam selama 1 menit; (v) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (w) Biarkan sepeda motor tetap berjalan dengan kecepatan 10 km/jam selama 3 menit; (x) Amati pergerakan jarum pada multimeter lalu catat hasilnya; (y) Matikan mesin sepeda motor dan tunggu hingga knalpot kembali dingin; (z) Simpan data yang didapat lalu masukkan ke dalam tabel berikut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada pengamatan yang kami laksanakan saat melakukan uji coba *Exhaust System Generator* dengan alat, bahan, dan langkah-langkah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka didapatkan hasil berupa data besarnya tegangan dan kuat arus listrik yang tersaji dalam bentuk tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil penelitian

No.	Keadaan sepeda motor	Waktu	Tegangan listrik (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1	Idle	1 menit	0,02	0,025
2	Idle	3 menit	0,1	0,05
3	Dijalankan 10 km/jam	1 menit	0,08	0,035
4	Dijalankan 10 km/jam	3 menit	0,5	0,07

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Exhaust System Generator dirancang sedemikian rupa agar sebagai generator listrik yang memanfaatkan energi panas pada permukaan knalpot sepeda motor dapat bekerja secara maksimal. Adapun gambar desain rancangan Exhaust System Generator dapat dilihat pada Lampiran 2. Dalam pembuatan Exhaust System Generator dilakukan langkah-langkah yang secara garis besarnya dapat diuraikan sebagai berikut: (a) Perencanaan dan perancangan konsep alat, (b) Pengumpulan alat dan bahan, (c) Pembuatan rangka penyangga, (d) Pemasangan komponen-komponen, (e) Pemasangan pada sepeda motor, (f) Melakukan eksperimen, (g) Pengumpulan data, (h) Pembuatan tabel data, (i) Penarikan kesimpulan. Tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh Exhaust System Generator terhadap beberapa perlakuan kondisi mesin sepeda motor serta waktu yang telah ditentukan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh Exhaust System Generator

No.	Keadaan sepeda motor	Waktu	Tegangan listrik (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1	Idle	1 menit	0,02	0,025
2	Idle	3 menit	0,1	0,05
3	Dijalankan 10 km/jam	1 menit	0,08	0,035
4	Dijalankan 10 km/jam	3 menit	0,5	0,07

Saran

Penelitian mengenai Exhaust System Generator ini pada dasarnya telah terlaksana dengan cukup baik. Akan tetapi, masih ada banyak sekali kekurangan dalam pelaksanaannya. Salah satunya yaitu energi listrik yang dihasilkan masih sangat kecil. Hal ini dapat disebabkan oleh temperatur lingkungan sekitar Termoelektrik yang terpengaruh oleh panas knalpot sehingga selisih suhu yang didapat Termoelektrik tidak cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya khusus untuk menjaga selisih suhu di antara kedua sisi Termoelektrik supaya tetap tinggi; Pada dasarnya, Exhaust System Generator dapat menghasilkan listrik sebesar 14 Watt apabila manajemen suhunya dilakukan dengan baik. Selain itu, diperlukan pula pengeluaran panas pada sisi Termoelektrik bagian luar secara maksimal agar selisih suhu yang didapat juga bisa maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhaimin. 1993. *Bahan-Bahan Listrik untuk Politeknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wood, Bernard D. 1988. *Penerapan Termodinamika*. Jakarta: Erlangga.
- Jones, J. B. dan G. A. Hawkins. 1986. *Engineering Thermodynamics: An Introductory Textbook*. America: John Wiley and Sons, Inc.
- Pratama, Nanda Dian. 2012. *Rancang Bangun Sistem Isolasi Termal pada Termoelektrik Power*. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Putra, N., R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Roekettino, dan B. Trianto. 2009. *Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik untuk Kendaraan Hibrid*. Laboratorium Perpindahan Kalor, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Depok.
- Aprianus, Rivaldo M. B., Priskila H. S., Wahyu K., Andreas Setiawan. 2011. *Panen Energi Listrik Alternatif dengan Memanfaatkan Teknologi Termoelektrik pada Aspal Jalan Raya*. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Kristen Satya Wacana,
- Wikipedia. 2013. Sistem Pembuangan. http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_pembuangan. Diakses pada 29 Oktober 2013.