

BAB I

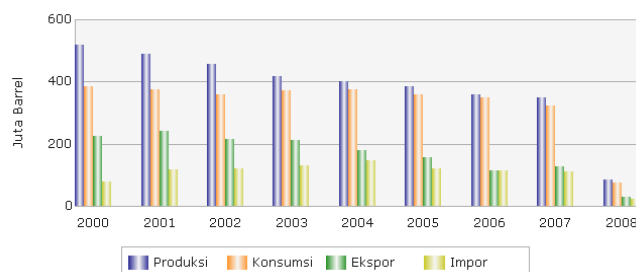
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Minyak bumi merupakan sumber energi fosil yang dapat menghasilkan energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi. Sebagai sumber energi yang tak terbarukan, jumlah ketersediaan sumber energi minyak bumi akan habis jika dieksploitasi secara terus menerus. Upaya konservasi energi yang sistematis, terencana dan terpadu dibutuhkan guna meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber energi ini sebagai cadangan strategis dalam memenuhi kebutuhan energi nasional.

Hingga saat ini sebagian besar pasokan energi nasional bergantung pada minyak bumi. Persentase konsumsinya terhadap total pemakaian energi final merupakan yang terbesar dan terus mengalami peningkatan, sedangkan cadangan energi minyak bumi makin menipis dan produksi minyak bumi pun terus menurun. Grafik di bawah ini memperlihatkan jumlah produksi, konsumsi, ekspor, dan impor minyak bumi di Indonesia.[1]

Tabel 1.1 Produksi, konsumsi, ekspor, impor minyak bumi per tahun (barrel)



Sumber : Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Pada tahun 2000 produksi minyak bumi sebesar 517.415.696 barel dan angka ini terus menurun hingga pada tahun 2007 produksi minyak bumi sebesar 347.493.172 barel. Sedangkan konsumsi rata-rata per tahun dari tahun 2000 sampai 2007 yaitu sebesar 361.969.842,9 barel [1]. Jika konsumsi minyak bumi tidak mampu ditekan dan kilang dalam negeri tidak mampu memasok seluruh kebutuhan minyak bumi, maka kecenderungan untuk impor minyak bumi pun akan meningkat dan bukan tidak mungkin suatu saat Indonesia mengimpor sepenuhnya kebutuhan minyak bumi.

Dalam situasi seperti ini perlu dipahami pola konsumsi bahan bakar minyak (BBM) hasil penyulingan minyak bumi dalam upaya melakukan penghematan konsumsi bahan bakar minyak dalam negeri. Pola konsumsi bahan bakar minyak terbagi kedalam beberapa sektor, antara lain[1] :

Tabel 1.2 Konsumsi Energi Indonesia

Tahun	Transportasi	Industri	Listrik	Rumah Tangga
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006	7.70 %	53,04 %	38.73 %	0.53 %
2007	55.56 %	24.16 %	3.26 %	17.01 %
2008	99.92 %	0.03 %	-	0.06 %

Sumber : Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Terlihat bahwa sektor transportasi merupakan pemakai BBM terbesar dengan proporsi setiap tahun selalu mengalami kenaikan. Sektor transportasi merupakan sektor yang penting untuk mendukung jalannya pembangunan. Sektor ini cukup pesat perkembangannya dan membutuhkan energi yang cukup besar. Sebagian besar kebutuhan energi di sektor transportasi dipenuhi dari penggunaan bahan bakar minyak (BBM), seperti: bensin dan minyak solar.

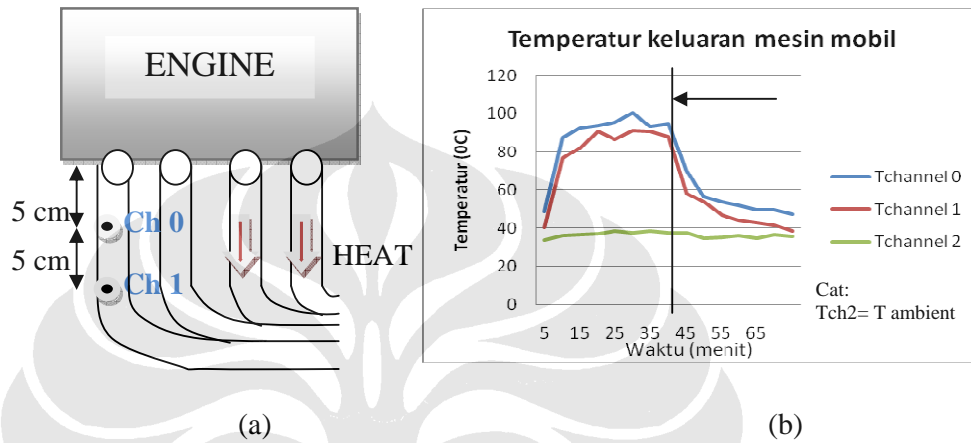
Permasalahan yang terjadi adalah semakin tingginya harga minyak dunia sehingga biaya untuk membeli bahan bakar pun semakin berat. Berdasarkan data yang diperoleh dari Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, harga minyak mentah dunia per tanggal 2 Juni 2008 yaitu 129,20 dollar AS per barrel. Harga ini meningkat 32,92 % dibanding pada pembukaan awal tahun 2 januari 2008 yaitu 97,20 dollar AS per barrel. [1]

Untuk mengurangi dampak kenaikan harga minyak mentah dunia dan menghemat konsumsi bahan bakar minyak, beberapa produsen mobil terkemuka dunia mulai mengembangkan teknologi alternatif untuk mengkombinasikan mesin berbahan bakar minyak dengan mesin elektrik. Kendaraan seperti ini biasa disebut kendaraan hibrid. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak yang semakin hari semakin mahal. Teknologi ini juga bersifat ramah lingkungan karena kendaraan hibrid ini membantu mereduksi pencemaran udara akibat dari pembakaran mesin kendaraan sehingga kelestarian lingkungan tetap terjaga.

Teknologi hibrid menggabungkan dua atau lebih sumber tenaga yaitu antara mesin berbahan bakar bensin dengan mesin bertenaga listrik. Cara kerja mesin listrik pada mobil *hybrid* yaitu dengan prinsip *regenerative (recharging)* saat kendaraan sedang beroperasi dimana mesin listriknya bisa mengisi ulang ke aki dengan memanfaatkan energi kinetik saat melakukan pengereman (*regenerative brakeing*). Bahkan sebagian energi mesin dari mesin bensin saat berjalan listriknya bisa disalurkan untuk mengisi aki. Pada kendaraan *hybrid* mesin pembakaran internal membutuhkan konsumsi bahan bakar lebih sedikit untuk mencapai jarak yang sama dan memiliki efisiensi yang lebih baik jika dibandingkan dengan mobil konvensional. Kendaraan *hybrid* ini juga mampu menghemat penggunaan BBM sekitar 10%-20%. [2]

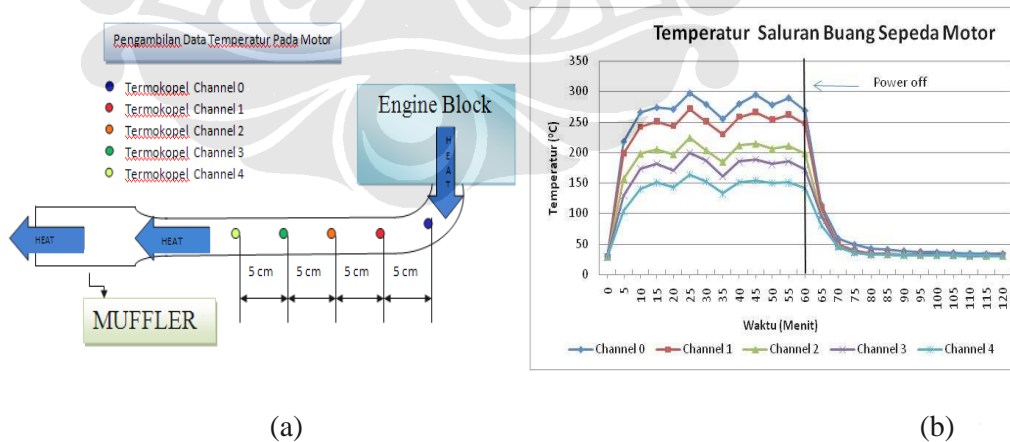
Pada kendaraan bermotor terdapat energi panas yang terbuang hasil pembakaran pada motor bakar. Jika panas ini tidak dimanfaatkan maka akan terbuang ke atmosfer dan akan menjadi polusi termal. Panas yang tidak terpakai dapat diklasifikasikan menjadi tiga tingkat yaitu tingkat tinggi, menengah, dan rendah.

Untuk kisaran tinggi yaitu antara temperatur 590 °C dan 1650 °C. Tingkat menengah antara 200 °C sampai 590 °C. Dan untuk kisaran paling rendah antara 25 °C sampai 200 °C[3]. Pada kendaraan bermotor khususnya panas buang dari *manifold* memiliki kisaran temperatur rendah hingga menengah (Gambar 1.1 dan Gambar 1.2).



Sumber : Pengujian di Departemen Teknik Mesin FTUI

Gambar 1.1 (a) Skema *manifold* mesin mobil Toyota Avanza 1.3 Tahun 2006
(b) Temperatur *manifold* pada beberapa titik



Sumber : Pengujian di Departemen Teknik Mesin FTUI

Gambar 1.2 (a) Skema manifold sepeda motor Vega-R 110CC tahun 2006
(b) Temperatur *manifold* pada beberapa titik

Untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan hybrid, energi panas yang terbuang pada kendaraan bermotor dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Konsep yang digunakan adalah konsep Seebeck. Apabila terdapat dua sumber temperatur yang berbeda pada dua material semi konduktor maka akan mengalir arus listrik pada material tersebut. Konsep ini lebih dikenal dengan pembangkit termoelektrik. Sumber temperatur tinggi adalah gas buang kendaraan bermotor yang berkisar antara 100-300°C, sementara sumber temperatur rendahnya adalah lingkungan yang berkisar 30-35°C. Energi yang dibangkitkan kemudian akan disimpan di dalam baterai atau langsung digunakan untuk menggerakkan motor listrik pada kendaraan *hybrid*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar minyak untuk kendaraan bermotor dan juga mengurangi emisi gas buang ke lingkungan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pada penelitian ini, dikembangkan suatu teknologi *thermoelectric generator* yang akan diaplikasikan pada kendaraan *hybrid*. Prinsip yang digunakan adalah kebalikan dari *peltier effect* yaitu dengan *seebeck effect*. *Seebeck effect* inilah yang digunakan sebagai prinsip dasar pembangkit listrik dari *thermoelectric generator*. Karena pertimbangan bentuk dan jumlah elemen *peltier* yang digunakan, media penghantar panas dari gas buang dengan elemen *peltier* memiliki bentuk balok aluminium berdimensi 50 x 50 x160 mm dengan material aluminium. Material ini dipilih dengan pertimbangan memiliki karakteristik penghantar yang baik dengan konduktivitas termal sebesar 202 W/m.⁰C atau 237 W/m.K. [4, 5].

Alat *thermoelectric generator* ini juga ditambahkan *fin/heat sink* untuk memperluas perpindahan kalor. Pada penelitian ini menggunakan *heater* sebagai sumber panas pengganti panas buang yang dapat diatur *power supply*-nya untuk mencapai temperatur yang mendekati dengan kondisi sebenarnya yaitu sekitar 50-200 °C. Sedangkan elemen *peltier* ditempatkan disisi *body* aluminium dengan jumlah 3 buah pada tiap sisinya. Pada penelitian terdapat 4 tahapan yakni

karakteristik distribusi temperatur gas buang, karakteristik termoelektrik, rancangan bangun pembangkit termoelektrik dan uji unjuk kerja *prototype* yang dihasilkan. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pengujian alat untuk mengetahui potensi energi listrik yang dilakukan oleh saudara Bayu Trianto.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah merancang dan membuat sebuah pembangkit termoelektrik kemudian melakukan pengujian dari *prototype* yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari karakteristik alat secara realita serta melihat kelebihan dan kekurangan alat. Sebelum pengujian dilakukan pengambilan data temperatur saluran buang pada sepeda motor dan mobil dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik temperatur gas buangnya. Pengujian dikonsentrasikan pada pencapaian daya optimal dari peltier dengan susunan tertentu, misalnya seri, paralel ataupun seri-paralel. Hasil pengujian tentunya bervariasi berdasarkan beda temperatur peltier, desain alat uji, sumber daya yang diberikan pada *heater* dan susunan peltier. Tujuan akhirnya ialah supaya didapat komposisi tepat yang dapat membuat *thermoelectric generator* bekerja secara optimal dan efisien.

1.4 PEMBATASAN MASALAH

Pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Merancang dan membangun alat *thermoelectric generator* dengan menggunakan elemen peltier, *body* alumunium sebagai media penghantar panas dan *heat sink* pada sisi dingin peltier sebagai area perpindahan panas ke lingkungan.
2. Penggunaan *heater* sebagai sumber panas.
3. Penggunaan pengatur tanganan AC (*Voltage Regulator VAC*) sebagai input daya *heater*.

4. Penggunaan Amperemeter dan Voltmeter digital sebagai pengukur arus dan tegangan yang dihasilkan alat *thermoelectric generator*.
5. Dilakukan pengujian terhadap kinerja elemen peltier untuk mengetahui karakter dari alat *thermoelectric generator*.
6. Elemen peltier yang digunakan sebanyak 12 buah. Dengan pertimbangan desain bodi dan daya yang akan dibangkitkan.

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pembelajaran bahan-bahan yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal dan situs-situs internet.

2. Perancangan *Thermoelectric generator*

Perancangan alat *Thermoelectric generator* dilakukan dengan pertimbangan seperti sifat material, kemudahan dalam mencari komponen-komponen yang dibutuhkan dipasaran, kelayakan dalam proses produksi, serta pertimbangan dalam aspek desain dan berat alat.

3. Pembuatan Prototipe

Pembuatan prototipe dibuat dengan tujuan untuk mengetahui kinerja *Thermoelectric generator* yang telah dirancang.

4. Pengujian *Thermoelectric generator*

Unjuk kerja alat dilakukan melalui proses kalibrasi termokopel, pengambilan data arus dan tegangan yang dihasilkan, pengambilan data temperatur pada alat dan pengolahan data pengujian.

5. Analisa dan Kesimpulan Hasil Pengujian

Setelah data diolah maka dilakukan proses analisa terhadap hasil yang diperoleh. Dari analisa tersebut akan diperoleh kesimpulan terhadap proses pengujian, mengetahui unjuk kerja dari alat *Thermoelectric generator* yang

telah dibuat dan memberikan saran terhadap pengembangan desain *Thermoelectric generator* selanjutnya.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini dilakukan menurut urutan bab - bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi latar belakang masalah yang melandasi penulisan skripsi; perumusan masalah; tujuan penelitian; pembatasan masalah; metodologi penelitian; dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendasari penelitian ini dan perkembangan teknologi termoelektrik yang kemungkinan bisa diterapkan untuk *thermoelectric generator*. Dasar teori ini diambil dari beberapa buku, jurnal dan situs-situs internet.

BAB III PERANCANGAN DAN MANUFAKTUR ALAT THERMOELECTRIC GENERATOR

Bagian ini berisi penjelasan tentang perancangan alat *Thermoelectric Generator*, instalasi, langkah – langkah, dan proses pembuatannya.

BAB IV METODE PENGUJIAN ALAT THERMOELECTRIC GENERATOR

Bagian ini menjelaskan prosedur dan metode pengujian untuk mengetahui kinerja alat serta komponen yang digunakan pada pengujian.

BAB V HASIL DAN ANALISA

Bagian ini menjelaskan analisa dari proses perancangan dan pembuatan *Thermoelectric Generator*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini merupakan kesimpulan dari seluruh kegiatan penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran untuk pengembangan alat selanjutnya.