

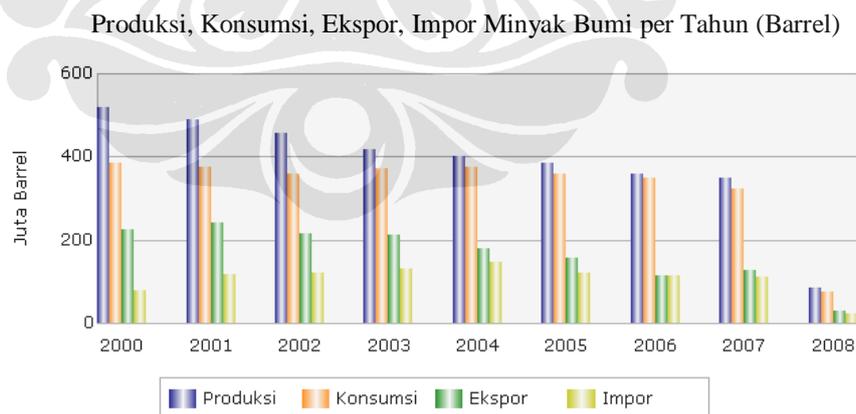
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

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.



Gambar 1.1 Grafik Produksi, Konsumsi, Ekspor, Impor Minyak Bumi per Tahun (Barrel) Indonesia (data terakhir Maret 2008)

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. 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. [1]

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 :

Tabel 1.1 Konsumsi Bahan Bakar Minyak Per Sektor (data terakhir Maret 2008)

Tahun	Transportasi	Industri	Listrik	Rumah Tangga
2003	48.18%	18.53%	12,65%	20.64%
2004	37.84%	11.06%	7.01%	44.09%
2005	59.52%	40.31%	0.001%	0.17%
2006	47.21 %	22.87 %	22.87 %	7.05 %
2007	55.56 %	24.16 %	3.26 %	17.01 %
2008	62.10 %	21.35 %	-	16.55%

Sumber : Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Terlihat bahwa sektor transportasi merupakan pemakai BBM terbesar dengan proporsi hampir 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.

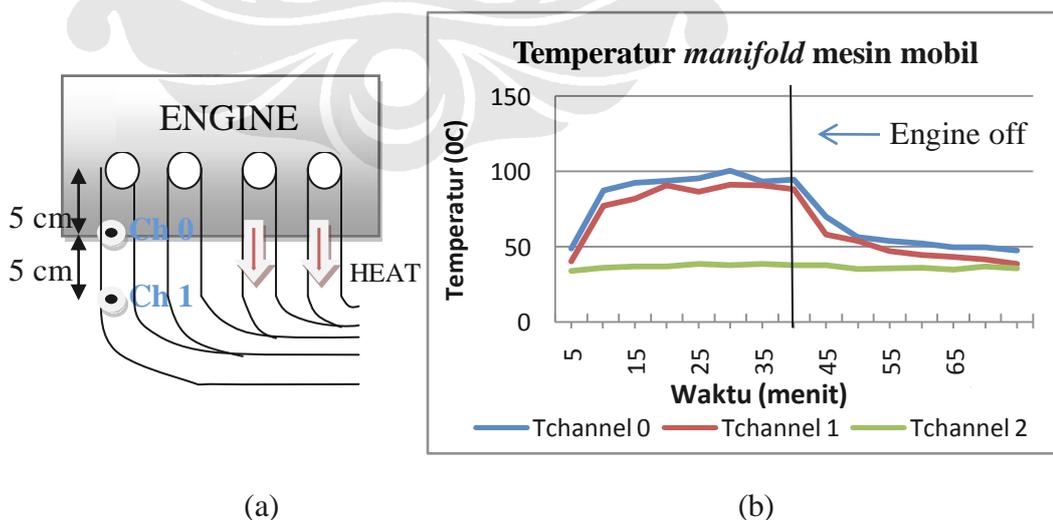
Permasalahan yang terjadi adalah semakin tingginya harga minyak dunia sehingga biaya untuk membeli bahan bakar pun semakin berat. Berdasarkan data yang diperoleh dari Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, harga minyak mentah dunia per tanggal 2 Juni 2008 yaitu 129,20 dollar AS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

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 hybrid ini membantu mereduksi pencemaran udara akibat dari pembakaran mesin kendaraan sehingga kelestarian lingkungan tetap terjaga.

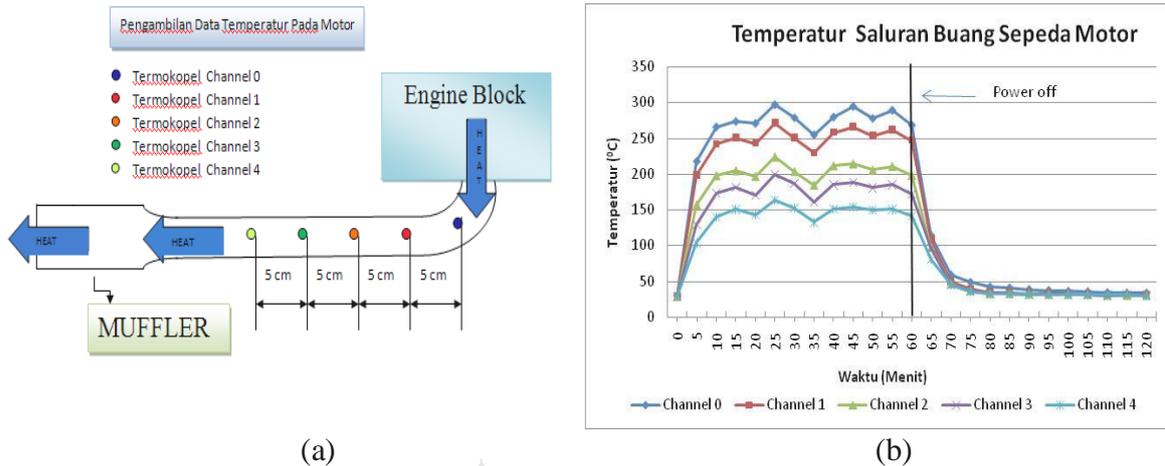
Teknologi *hybrid* menggabungkan dua atau lebih sumber tenaga yaitu antara mesin berbakar bakar bensin dengan mesin bertenaga listrik. Cara kerja mesin listrik pada mobil *hybrid* yaitu dengan prinsip *regenerative (recharging* saat kendaraan sedang beroperasi) dimana mesin listriknya bisa mengisi ulang 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%. [3]

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. Pada kendaraan bermotor khususnya panas buang dari *manifold* memiliki kisaran temperatur rendah hingga menengah. [4]



Gambar 1.2 (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 1.3 (a) Skema manifold sepeda motor Vega-R 110CC tahun 2006 (b)

Temperatur manifold pada beberapa titik

Sumber : Pengujian di Departemen Teknik Mesin FTUI

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 *thermoelectric generator* atau pembangkit termoelektrik. Sumber temperatur tinggi adalah gas buang kendaraan bermotor yang berkisar antara 100-250°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 modul *thermoelectric* atau biasa disebut elemen *peltier* yang digunakan, media penghantar panas dari gas buang dengan elemen *peltier* memiliki bentuk balok

aluminium berdimensi 50 x 50 x160mm dengan material aluminium. Material ini dipilih dengan pertimbangan memiliki karakteristik penghantar yang baik dengan konduktivitas thermal sebesar 137-237 w/m.K.[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 30-250 °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 modul *thermoelectric*, rancangan bangun *thermoelectric generator* dan uji unjuk kerja prototipe yang dihasilkan.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah merancang dan membuat sebuah *thermoelectric generator* kemudian melakukan pengujian dari prototype yang dihasilkan. Pengujian dilakukan untuk mempelajari karakteristik alat secara aktual serta melihat kelebihan dan kekurangan alat. Tahap pertama dari penelitian ini adalah melakukan pengambilan data temperatur *manifold* atau 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 pada sisi panas dan sisi dingin *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* aluminium 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 tegangan AC (*Voltage Regulator VAC*) sebagai input daya *heater*.
4. Penggunaan Amperemeter dan Voltmeter digital sebagai alat ukur arus dan tegangan *output* 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 *body* dan daya yang akan dibangkitkan.

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan 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 grafik 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 yang melandasi penulisan skripsi, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III. PENGUJIAN ALAT *THERMOELECTRIC GENERATOR*

Bab ini berisi penjelasan secara lengkap tentang peralatan–peralatan, instalasi, langkah–langkah, serta jenis pengujian yang dilakukan.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Data-data hasil pengujian akan diolah menjadi data berupa grafik dan penjelasan mengenai analisa terhadap kinerja alat serta membandingkan dengan literatur yang ada.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan diambil beberapa kesimpulan dari seluruh kegiatan penelitian yang telah dilakukan dengan disertai saran terhadap pengembangan desain selanjutnya.