

## PENINGKATAN PERFORMA AC MOBIL MELALUI PERCEPATAN PEMBUANGAN KALOR KE DALAM *GAS-FUEL VAPORIZER SYSTEM* DENGAN KENDALI *FLOW-DIVERSION VALVE*

**Sutoyo, Wahyudi**

Teknologi Mesin, Program vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bantul, Indonesia, 55183

Email: [sutoyo@umy.ac.id](mailto:sutoyo@umy.ac.id)

### ABSTRAK

Konsep sistem bahan bakar gas secara umum menggunakan unit penguap (*vaporizer*) yang mengambil kebutuhan kalor melalui aliran air pendingin (*engine-cooling system*). Sistem kerja *vaporizer* yang membutuhkan suplay kalor memiliki potensi untuk membantu pembuangan kalor dalam hal ini sistem AC kendaraan. Sebuah metode dipilih dengan pemasangan penukar kalor antara sistem AC dan *vaporizer*. Untuk optimalisasi kinerjanya digunakan sebuah katup kontrol *flow-diversion valve (FDV)* untuk menyesuaikan kebutuhan kalor pada sistem bahan bakar gas.

Hasil analisa data menunjukkan terjadi perubahan *enthalpy (h)* refrigerant sebelum dan sesudah katup ekspansi/ pipa kapiler yaitu  $h_3$  dan  $h_4$  turun pada 240 kJ/kg. COP sedikit mengalami peningkatan dengan angka efisiensi naik sebesar 0,03. Thermostat sebagai saklar pengontrol suhu kabin mengalami kerja lebih singkat yaitu turun dari 2,5 menit ke 2 menit, hal ini menandakan bahwa kerja kompresor AC lebih singkat. Kerja kompresor yang singkat akan mampu memangkas beban kerja mesin sehingga ada penurunan konsumsi bahan bakar dibanding sebelumnya.

**Kata kunci:** *Gas, vaporizer, COP, FDV*

### A. PENDAHULUAN

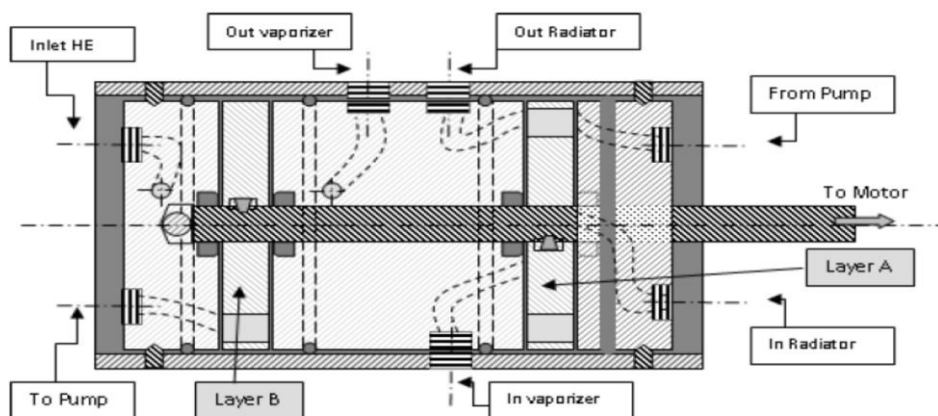
Penelitian terkait performa kendaraan dengan bahan bakar LPG pernah dilakukan Cheviz (2005). Pada praktiknya desain pada perubahan sistem bahan bakar (*fuel system*) dilakukan melalui konsep *single fuel (gas)* maupun *dual fuel (liquid-gas)*. Untuk menerapkannya maka harus ada penyesuaian komponen engine (Bosch, 2010). Konsep sistem bahan bakar gas secara umum menggunakan unit penguap (*vaporizer*) yang mengambil kebutuhan kalor melalui aliran air pendingin (*engine-cooling system*). Sistem

kerja vaporizer yang membutuhkan suplay kalor memiliki potensi untuk membantu pembuangan kalor dalam hal ini sistem AC kendaraan.

Permasalahan saat ini secara umum sistem AC merupakan beban berat bagi mesin kendaraan sehingga konsumsi bahan bakar akan melonjak selama penggunaannya. Sebuah pemikiran inovatif melihat bahwa ada potensi pendinginan (*potential cooling effect*) pada unit vaporizer yang memerlukan kalor dalam kerjanya. Setiyo, M (2016) dalam penelitian berjudul “*A simulation for predicting potential cooling effect on LPG-fuelled vehicles*” menunjukkan bahwa mesin 2000 cc dengan bahan bakar LPG, pada 3000 rpm terdapat *potential cooling effect* lebih dari 1.3 kW, sedangkan pada putaran rendah kisaran 1000 rpm hanya terukur kisaran 0.5 kW. Jika potensi pendinginan tersebut dimanfaatkan untuk membantu pembuangan kalor dari system AC, diprediksi akan meningkatkan *coefficient of performance (COP)* dari AC mobil. Dampak positifnya adalah pemangkasan konsumsi bahan bakar dan reduksi konsentrasi emisi di udara.

## B. METODOLOGI

Tahapan awal dalam upaya peningkatan performa AC mobil ini adalah dengan membuat desain model katup kontrol FDV dengan dua layer/ lapisan katup (Gb. 1)



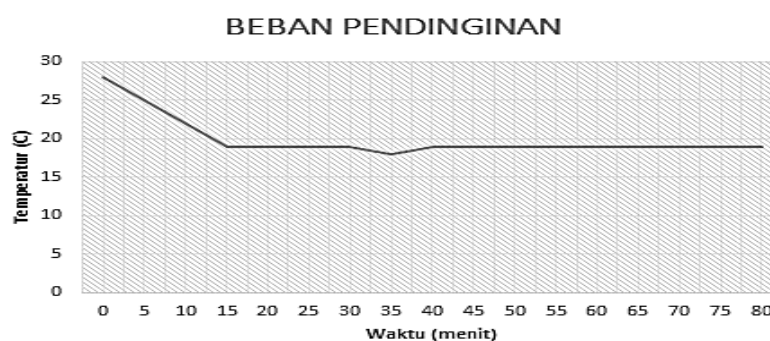
Gambar 1. Konstruksi katup FDV

Pada sistem *Air Conditioner* mobil sebelum penambahan *Heat Exchanger (HE)*, perlu diukur temperatur refrigerant sebelum *compressor* ( $T_{R-in-komp}$ ), masuk kondensor ( $T_{R-in}$ ) dan keluar kondensor ( $T_{R-out}$ ). Pengukuran ini dengan syarat mobil pada putaran mesin

1500 RPM dengan jumlah penumpang terisi minimal 50% dari kapasitasnya. Mengukur tekanan refrigerant sebelum dan sesudah *compressor* ( $P_{high}$  dan  $P_{low}$ ), Temperatur kerja evaporator ( $T_{evap}$ ) dan temperature kerja kondensor ( $T_{cond}$ ). Dalam penghitunagn COP diubah dalam satuan Kelvin. *Enthalpy* refrigerant masuk kompresor ( $h_1$ ), keluar kompresor ( $h_2$ ), masuk katup ekspansi ( $h_3$ ), dan keluar katup ekspansi ( $h_4$ ). Melakukan perhitungan untuk mengetahui perpindahan kalor ( $Q'_{a-in}$ ) dari refrigerant ke udara melalui kondensor (nilainya dapat diasumsikan sama dengan ( $Q'_{R-out}$ ). Berdasarkan angka perpindahan kalor yang terjadi melalui kondensor maka selanjutnya mempertimbangkan angka  $T_{R-in}$  untuk pemilihan *heat exchanger*. Mencatat data waktu pemutusan saklar idle-up dan Menghitung kerja kompresor ( $W_{in}$ ) . Menghitung COP dan efisiensi yang diperoleh. Memasang penukar kalor (HE) dalam konsep *Counter Flow*. Pemasangan desain FDV yang dibuat pada kendaraan uji, selanjutnya diambil data akhir dan perhitungan mengenai peningkatan COPR dan efisiensinya. Data yang digunakan adalah  $h_1, h_2, h_3, h_4, T_{evap}, T_{cond}, W_{in}, Q_{out}, COP_{actual}, COP_{ideal}$ , efisiensi, dan waktu kerja *idle up*.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengambilan data awal suhu ruang kabin yang dijaga konstan pada 18-19°C, dengan cara pengaturan pada saklar thermostat. Gambar 2 menunjukkan bahwa butuh waktu kisaran 15 menit dari mulai kompresor bekerja hingga tercapai suhu kerja 19°C.



Gambar 2. Beban pendinginan

Hasil pengukuran awal parameter yang dibutuhkan sebagai bahan perbandingan dalam penelitian ini dilakukan selama 6 kali pencatatan, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data pengukuran awal.

No	P low (Psi)	P high (Psi)	TR in-komp (C)	TR out (C)	Waktu thermostat (menit)
1	16	133	26	35	2
2	16	133	25.6	34	2
3	16	133	25.6	34	2
4	16	133	25.6	34	3
5	16	133	26	34	3
6	16	133	26	34	3

Dari data tabel 1, maka nilai tekanan refrigerant dapat dikonversikan dalam satuan bar menjadi  $P_{low}$  2,12 bar dan  $P_{high}$  10,18 bar. Selanjutnya dengan menggunakan tabel properti Refrigerant P-h R134a dapat diketahui data enthalpy. Dengan menggunakan beberapa persamaan dapat dihitung beberapa parameter seperti ditunjukkan tabel 2 berikut :

Tabel 2. Data parameter awal perbandingan.

h1 (kJ/kg)	h2 (kJ/kg)	h3 (kJ/kg)	h4 (kJ/kg)	T evap °K	T cond °K
422	460	250	250	263	313
W in (kJ/kg)	Q out (kJ/kg)	COP act	COP ideal	efisiensi	idle up (menit)
38	210	4.53	5.26	0.86	2.5

Berdasar tabel 2 tersebut diketahui bahwa kondisi performa AC mobil sebelum penambahan sistem FDV pada mobil dengan sistem BBG memiliki efisiensi sebesar 0,86.

Data akhir (setelah pemasangan HE dan FDV) kemudian diperoleh data pengukuran seperti ditunjukkan tabel 3.

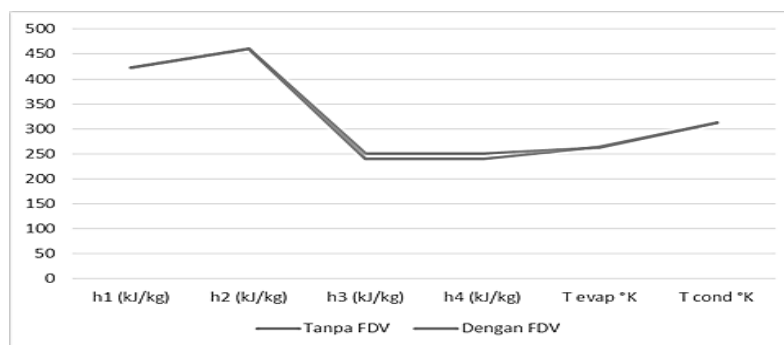
Tabel 3. Data parameter akhir

No	P low (Psi)	P high (Psi)	TR in-komp (C)	TR out (C)	Waktu thermostat (menit)
1	16	132	22	28	1.8
2	16	133	22	28	1.8
3	16	132	22	29	2
4	16	134	22	29	2
5	16	133	22	29	2
6	16	132	22	30	2

Tabel 4. Data akhir peningkatan performa AC

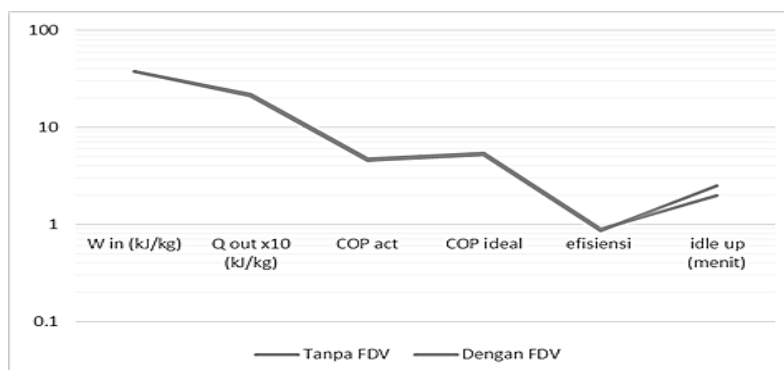
h1 (kJ/kg)	h2 (kJ/kg)	h3 (kJ/kg)	h4 (kJ/kg)	T evap °K	T cond °K
422	460	240	240	264	313
W in (kJ/kg)	Q out (kJ/kg)	COP act	COP ideal	efisiensi	idle up (menit)
38	220	4.79	5.39	0.89	2

Berdasar tabel 4 tersebut diketahui bahwa kondisi performa AC mobil meningkat performanya dengan COPactual 4,79 dari sebelumnya 4,53,dan memiliki efisiensi sebesar 0,89. Gambar 2 memperlihatkan perbandingan sifat property refrigerant sebelum dan sesudah eksperimen.



Gambar 2. Perubahan properti Refrigerant

Perubahan performa AC (Gb.3) melalui perbandingan nilai efisiensi 0.86 menjadi 0,89 meningkat 0,03. Nilai kalor ( $Q_{out}$ ) yang dilepaskan kondensor naik semakin tinggi dari 210 kJ/kg menjadi 220 kJ/kg.



Gambar 3. Perubahan performa AC

Pemutusan sistem idle-up semakin cepat 0,5 menit menandakan bahwa temperatur kabin cepat tercapai. Dalam hal ini dapat diartikan bahwa beban kompresor tereduksi selama sistem AC digunakan, sehingga beban mesin berkurang berdampak pengurangan konsumsi bahan bakar.

#### **D. KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulannya secara umum adalah bahwa sistem yang dibangun ini mampu meningkatkan performa AC mobil dan memberikan dampak penghematan bahan bakar, sekaligus diprediksi mereduksi jumlah emisi pembakaran.

Untuk penelitian berikutnya dapat diupayakan perbaikan pada desain dan dilakukan pengukuran konsumsi bahan bakar spesifik.

#### **E. REFERENSI**

- Bosch. (2010). *LPG Spark Plugs*. Road Claiton Vic: Robert Bosch (Australia) Pty Ltd.
- Cengel, YA., Boles, MA., (2005), *Thermodynamics, an engineering approach*, Mc Graw-Hill.
- Ceviz, M A., Yüksel, F. (2005). Cyclic variations on LPG and gasoline-fuelled lean burn SI engine, *Renewable Energi* 31 (2006) 1950–1960.
- Datta, S P., Das, P K., Mukhopadhyay, S. (2014). "Effect of Refrigerant Charge, Compressor Speed and Air Flow Through the Evaporator on the Performance of an Automotive Air Conditioning System". *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*. Paper 1470.
- Pottker, G., Hrnjak, PS. (2012). "Effect of Condenser Subcooling of the Performance of Vapor Compression Systems: Experimental and Numerical Investigation". *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*. Paper 1328.
- Setiyo, M (2016) "A simulation for predicting potential cooling effect on LPG-fuelled vehicles" *AIP Conference Proceedings* 1717, 030002