

PENGARUH VARIASI CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR PADA ENGINE DIESEL

Oleh

Drs. Hasan Maksum, MT, Toto Sugiarto, S.Pd, M.PSi, Nico L. H. Saragih

Abstrak

Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam silinder untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*over heating effect*). Suhu mesin harus dapat distabilkan dengan adanya sistem pendingin dengan cara dibantu oleh cairan pendingin yang melalui radiator sehingga suhu kerja mesin dapat dipertahankan. Ada beberapa macam variasi cairan pendingin (*coolant*) yang disediakan produsen otomotif yang mana setiap *coolant* memiliki spesifikasi yang berbeda satu sama yang lainnya. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 7 Juni 2017 dengan menggunakan mobil Mitsubishi Colt L300 Pick-up tahun 2003. Adapun sampel cairan pendingin (*coolant*) yang digunakan yaitu air, Mitsubishi Long Life Coolant, TOP1 Super Coolant, dan Prestone. Pengujian efektivitas dilakukan pada putaran konstan 1500 rpm dan dalam waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Pengambilan data dilakukan 2 kali untuk setiap penggunaan *coolant*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *coolant* yang memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada titik didih air berpengaruh signifikan terhadap efektivitas radiator *engine* diesel. Nilai efektivitas radiator pada penggunaan Mitsubishi LLC 0,1943 atau lebih tinggi 0,0094 (5,08%). Nilai efektivitas radiator pada penggunaan TOP1 SC 0,1965 atau lebih tinggi 0,0116 (6,27%). Sedangkan nilai efektivitas radiator pada penggunaan Prestone 0,2001 atau lebih tinggi 0,0152 (8,22%) dibandingkan dengan efektivitas radiator pada penggunaan air sebagai *coolant*.

Kata kunci: Cairan Pendingin, Efektivitas Radiator.

Abstract

The engine heat is generated from the combustion of fuel in the cylinder to generate power, but if left will cause excessive heat (over heating effect). The engine temperature shall be stabilized in the presence of a cooling system in a manner assisted by a cooling fluid through the radiator so that the working temperature of the machine can be maintained. There are several variations of coolant liquid (coolant) provided by automotive manufacturers where each coolant has different specifications from each other. The research was conducted on June 7, 2017 by using the Mitsubishi Colt L300 Pick-up in 2003. The coolant sample used is water, Mitsubishi Long Life Coolant, TOP1 Super Coolant, and Prestone. The effectiveness test is performed at a constant rotation of 1500 rpm and within 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes. Data retrieval is done twice for each use of coolant. The results showed that the use of coolant that has a boiling point higher than the boiling point of water has a significant effect on the radiator effectiveness of the diesel engine. The radiator effectiveness value on the use of Mitsubishi LLC 0.1943 or higher is 0.0094 (5.08%). The value of radiator effectiveness on TOP1 SC 0.1965 or 0.0116 (6.27%). While the value of radiator effectiveness on the use of Prestone 0.2001 or higher 0.0152 (8.22%) compared with the radiator effectiveness on the use of water as a coolant.

Keywords: Coolant Liquid, Radiator Effectiveness.

Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

Email: hasan_maksum@yahoo.co.id

totosugiarto5526@yahoo.co.id

nicosaragih8@gmail.com

PENDAHULUAN

Pada saat ini kehidupan sehari-hari manusia sangat sulit dilepaskan dengan transportasi khususnya kendaraan bermotor atau mesin. Penggunaan kendaraan bermotor selalu disertai dengan penggunaan bahan bakar dan dari proses pembakaran selalu saja disertai dengan pembebasan panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam silinder untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*over heating effect*).

Apabila keadaan ini tidak mendapatkan pendinginan yang baik, maka suhu pembakaran ini akan mempengaruhi suhu kerja mesin secara keseluruhan. Suhu mesin harus dapat distabilkan dengan adanya sistem pendingin dengan cara dibantu oleh cairan pendingin yang melalui radiator sehingga suhu kerja mesin dapat dipertahankan. Cairan pendingin atau biasa disebut juga *coolant* disini berfungsi untuk menyerap panas. Cairan pendingin pada radiator mempunyai peran yang sangat penting dalam mentransformasikan panas mesin ke lingkungan, agar mesin dapat tetap bekerja pada suhu yang optimal yang berdampak pada penghematan bahan bakar.

Selain air putih atau air ledeng yang dahulu umum digunakan, kini kita dapat menemui berbagai jenis cairan pendingin radiator (*coolant*) di pasaran, baik yang dapat langsung digunakan seluruhnya atau yang harus dicampur terlebih dahulu dengan air sesuai perbandingan pada label petunjuk. Tentunya semua memiliki karakteristik yang berbeda. Hal ini dapat diketahui dari data yang peneliti dapatkan melalui observasi di beberapa bengkel di sekitar kota Padang.

Tabel 1. Macam-macam cairan pendingin

No	Nama Bengkel	Merek Radiator Coolant
1	PT. Andalas Berlian Motors	Mitsubishi Long Life Coolant
2	BS Motor	Megacool dan Master
3	Datu Motor	Jumbo
4	Jeffri Motor	IZI Coolant
5	Surya Motor	Megacool, Prestone, dan TOP 1
6	Utama Servise	TOP 1 dan Toyota
7	Bima Motor	Megacool, TOP 1 dan Toyota

Sumber : Hasil Observasi

Berdasarkan data di atas dan pengamatan yang peneliti lakukan ternyata ada beberapa macam variasi cairan pendingin (*coolant*) yang disediakan oleh bengkel yang ada di sekitar kota Padang. Hal ini tentu saja dapat membantu pemilik kendaraan bermotor terutama mobil dalam memilih cairan pendingin (*coolant*) mana yang akan digunakan pada kendaraannya. Namun demikian, mereka belum mengetahui secara jelas cairan pendingin (*coolant*) mana yang memberikan dampak yang lebih baik terhadap efektivitas radiator. Penelitian ini dilakukan terhadap beberapa jenis cairan pendingin (*coolant*) yang tersedia di pasaran sehingga dapat diketahui jenis mana yang memiliki pengaruh terbesar terhadap nilai efektivitas radiator.

Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui perbedaan yang ditimbulkan oleh variasi cairan pendingin (*coolant*) terhadap efektivitas radiator pada *engine* diesel.

KAJIAN TEORI

Sistem Pendingin

Dalam sistem pendingin cairan (*liquid cooled*) dinding silinder dan kepala silinder dikelilingi mantel air (*water jacket*) dimana cairan pendingin akan bersirkulasi untuk menyerap panas. Panas yang diserap oleh air pendingin pada mantel-mantel air selanjutnya akan menyebabkan naiknya temperatur air pendingin tersebut. Jika air pendingin itu

tetap berada pada *water jacket* maka air itu cenderung akan mendidih dan menguap. Hal tersebut sangat merugikan, oleh karena itu untuk menghindarinya air tersebut disirkulasikan. Dengan demikian, air pendingin menyerap panas dari silinder dan membuangnya ke udara melalui radiator.

Alat Penukar Kalor (*Heat Exchanger*)

Alat penukar kalor merupakan media pertukaran panas dari suatu fluida ke fluida lainnya yang dapat berbentuk sebuah dinding datar sederhana sampai menggunakan banyak fase, sirip-sirip seperti yang terdapat pada radiator. Radiator pada sistem pendingin termasuk alat penukar kalor bertipe *cross-flow* (aliran lintang).

Efektivitas Radiator

Efektivitas penukar kalor (*Heat Exchanger Effectiveness*) berdefinisi perbandingan laju perpindahan panas yang sebenarnya dalam penukar panas tertentu terhadap laju pertukaran panas maksimum yang mungkin. Keefektifan tersebut adalah :

$$\epsilon = \frac{\text{perpindahan kalor aktual}}{\text{perpindahan kalor maksimum}}$$

Untuk perpindahan kalor yang sebenarnya (aktual) dapat dihitung dari energi yang dilepaskan oleh fluida panas atau energi yang diterima oleh fluida dingin.

$$q = m_h c_h (T_{h1} - T_{h2}) = m_c c_c (T_{c2} - T_{c1})$$

Untuk menentukan perpindahan kalor maksimum bagi penukar kalor itu, harus dipahami bahwa nilai maksimum akan didapat bila salah satu fluida mengalami perubahan suhu sebesar beda suhu maksimum yang terdapat dalam penukar kalor itu, yaitu selisih suhu masuk fluida panas dan fluida dingin. Fluida yang mungkin mengalami beda suhu maksimum ini ialah yang nilai laju aliran fluida dinginnya minimum, karena syarat keseimbangan energi bahwa energi yang diterima oleh fluida yang satu mesti sama dengan energi yang dilepas oleh fluida yang lain. Jadi perpindahan kalor yang mungkin dinyatakan sebagai :

$$q_{maks} = (mc)_{min} (T_{h\text{ masuk}} - T_{c\text{ masuk}})$$

Secara umum efektifitas dapat dinyatakan secara umum sebagai:

$$\epsilon = \frac{\Delta T (\text{fluida minimum})}{\text{Beda suhu maksimum}}$$

Jika fluida panas adalah fluida minimum, maka:

$$\epsilon = \frac{(T_{h1} - T_{h2})}{(T_{h1} - T_{c1})}$$

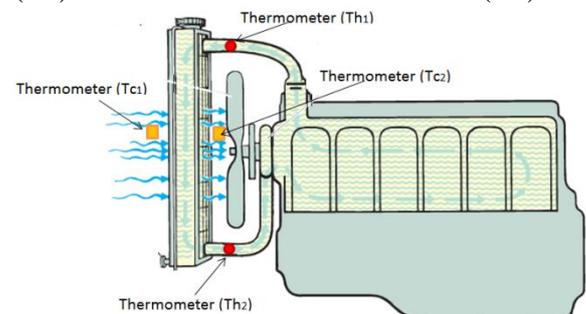
Penyederhanaan rumus di atas dilakukan dengan alasan bahwa penelitian ini hanya mengambil data berdasarkan suhu yang bekerja tanpa memperhitungkan nilai *m* (laju aliran massa) dan *c* (kalor spesifik).

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian jenis eksperimen. Caranya adalah dengan membandingkan satu atau lebih atau kelompok eksperimen yang diberi perlakuan dengan satu atau lebih kelompok pembanding yang tidak menerima perlakuan." Penelitian ini menggunakan model eksperimen *Posttest Only Control Group Design*.

Eksperimen yang dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang pengaruh variasi cairan pendingin (*Radiator Coolant*) terhadap efektivitas radiator pada putaran engine konstan. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu air masuk ke radiator (T_{h1}), suhu keluar radiator (T_{h2}), suhu aliran udara masuk (T_{c1}) dan suhu aliran udara keluar (T_{c2}).



Gambar 1. Pengukuran Suhu Fluida Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium/Workshop Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang. Pada tanggal 7 Juni 2017.

Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian adalah:

- 1). Satu unit Mitsubishi Colt L300 pick up,
- 2). Thermometer/thermocople,
- 3). RPM tester,
- 4). *Stop Watch*

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian adalah dengan pengukuran langsung pada sistem pendingin *engine* yang sedang diuji. Setelah pengukuran suhu selesai maka dihitung nilai efektivitas radiator.

Teknik Analisa Data

Untuk menganalisis keseluruhan data yang diperoleh dan mengetahui hasil pengukuran efektivitas radiator serta untuk mengungkapkan pengaruh penggunaan variasi coolant terhadap efektivitas radiator maka dilakukan analisis sebagai berikut :

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_x-1)sx^2 + (n_y-1)sy^2}{n_x + n_y - 2} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}}$$

Keterangan :

- sx = simpangan baku pada sampel ke-1
- sy = simpangan baku pada sampel ke-2
- \bar{x} = harga rata-rata sampel pertama
- \bar{y} = harga rata-rata sampel kedua
- $(\mu_1 - \mu_2)$ = perbedaan rata-rata x_1 dan x_2 yang mana bernilai 0
- df = derajat kebebasan (dk) = $n_x + n_y - 2$

Hasil t_{hitung} akan dibandingkan dengan t_{tabel} pada taraf signifikan 5%. Apabila diperoleh harga t_{hitung} lebih besar dari pada t_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara kedua data yang dibandingkan adalah signifikan. Sebaliknya jika harga t_{hitung} lebih kecil dari pada t_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan yang ada tidak signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Adapun data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan di

Laboratorium/Workshop adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Rata-rata Data Hasil Pengukuran Suhu saat Menggunakan Air (*aqua*)

Putaran Mesin (rpm)	Waktu (menit)	Tc1 (°C)	Tc2 (°C)	Th1 (°C)	Th2 (°C)
1500	5	35.80	47.35	54.00	50.65
	10	36.35	47.85	54.60	51.30
	15	37.10	48.50	55.25	51.80

Tabel 3. Rata-rata Data Hasil Pengukuran Suhu saat Menggunakan Mitsubishi LLC

Putaran Mesin (rpm)	Waktu (menit)	Tc1 (°C)	Tc2 (°C)	Th1 (°C)	Th2 (°C)
1500	5	38.55	49.45	57.60	53.95
	10	39.30	50.45	58.30	54.60
	15	40.55	51.65	59.25	55.55

Tabel 4. Rata-rata Data Hasil Pengukuran Suhu saat Menggunakan TOP1 SC

Putaran Mesin (rpm)	Waktu (menit)	Tc1 (°C)	Tc2 (°C)	Th1 (°C)	Th2 (°C)
1500	5	38.00	49.90	56.65	53.15
	10	40.40	52.45	56.75	53.40
	15	40.80	52.95	57.00	53.85

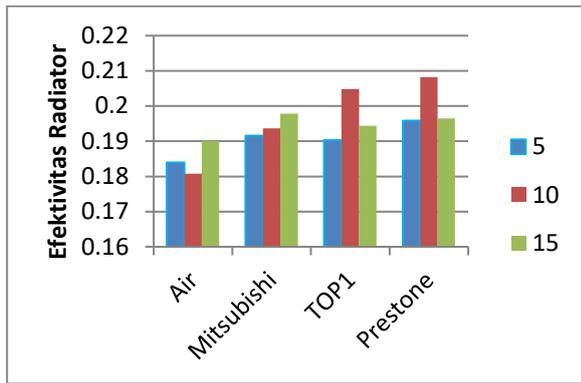
Tabel 5. Rata-rata Data Hasil Pengukuran Suhu saat Menggunakan Prestone

Putaran Mesin (rpm)	Waktu (menit)	Tc1 (°C)	Tc2 (°C)	Th1 (°C)	Th2 (°C)
1500	5	38.25	51.45	59.70	55.50
	10	39.50	53.25	60.15	55.85
	15	40.90	54.95	61.25	57.25

Berdasarkan rumus efektivitas $\epsilon = \frac{Th_1 - Th_2}{Th_1 - Tc_1}$, maka didapat nilai efektivitas penggunaan *coolant* sebagai berikut

Tabel 6. Data hasil pengukuran Efektivitas Radiator

Waktu (menit)	Efektivitas (ϵ)			
	Air	Mitsubishi	TOP1	Prestone
5	0,1840	0,1916	0,1903	0,1958
10	0,1808	0,1937	0,2048	0,2082
15	0,1901	0,1978	0,1944	0,1965
Jumlah	0,5549	0,5831	0,5895	0,6005
Rata-rata	0,1849	0,1943	0,1965	0,2001



Gambar 2. Perbandingan efektivitas radiator dengan variasi coolant

Berdasarkan grafik di atas dapat menunjukkan efektivitas radiator tertinggi terjadi pada 10 menit waktu pengukuran untuk setiap variasi coolant yang digunakan dan efektivitas radiator tertinggi pada penggunaan Prestone yang diukur pada menit ke-15 yaitu 0,2082. Pada penggunaan TOP 1 dan prestone, efektivitas radiator tertinggi pada 10 menit waktu pengukuran. Sedangkan

Tabel 7. Analisis data perbandingan efektivitas radiator

Coolant	\bar{x}	\bar{y}	sx	sy	t_{hitung}	t_{tabel}	Signifikansi
Mitsubishi	0,1943	0,1849	0,00315	0,00472	2,848	2,132	Signifikan
TOP 1	0,1959	0,1849	0,00747	0,00472	2,704	2,132	Signifikan
Prestone	0,2001	0,1849	0,00696	0,00472	3,134	2,132	Signifikan

efektivitas radiator terendah terjadi pada 10 menit waktu pengukuran pada penggunaan air sebagai coolant yaitu 0,1808.

Analisis Data

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bahwa variasi coolant berpengaruh terhadap efektivitas radiator pada engine diesel.

Kegunaan pengujian hipotesis yaitu untuk mengetahui dan memberikan keyakinan apakah data berada pada sekitar atau mendekati garis normal atau tidak, dengan menetapkan taraf signifikan 5% atau $\alpha = 0,05$. Hipotesis pada penelitian ini adalah :

Ha : terdapat pengaruh yang signifikan pada variasi coolant terhadap

efektivitas radiator pada engine diesel.

Ho : tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada variasi coolant terhadap efektivitas radiator pada engine diesel.

Apabila t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} maka hipotesis nol (Ho) ditolak artinya terdapat pengaruh yang signifikan pada variasi coolant terhadap efektivitas radiator pada engine diesel, sebaliknya bila t_{hitung} lebih kecil atau sama dengan t_{tabel} maka hipotesis nol (Ho) diterima artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada variasi coolant terhadap efektivitas radiator pada engine diesel.

Proses pelaksanaan uji t hasil penelitian ini, maka dilakukan pencarian harga t_{hitung} , setelah itu dibandingkan dengan t_{tabel} pada taraf signifikansi 5% dan derajat kebebasan (dk) 4. Berikut adalah tabel hasil analisis uji t.

Berdasarkan hasil analisis tabel di atas didapat hasil perhitungan menggunakan t_{hitung} kemudian dibandingkan dengan t_{tabel} (2,132) didapatkan t_{hitung} efektivitas radiator menggunakan Mitsubishi SLLC yaitu 2,848 (signifikan), didapatkan t_{hitung} efektivitas radiator menggunakan TOP1 yaitu 2,704 (signifikan), dan didapatkan t_{hitung} efektivitas radiator menggunakan Prestone yaitu 3,134 (signifikan).

Pembahasan

Dari hasil analisis yang dilakukan maka dapat dijelaskan bahwa hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yang berbunyi bahwa "terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan variasi cairan pendingin (coolant) terhadap

efektivitas pendinginan radiator” dapat diterima pada taraf signifikansi 5%.

Penggunaan *coolant* yang memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada titik didih air berpengaruh pada efektivitas radiator. Semakin rendah titik beku dan semakin tinggi titik didih *coolant* yang digunakan maka nilai efektivitas radiator semakin tinggi juga. Pada penelitian relevan Agung Nugroho menyatakan “*radiator coolant* memiliki kemampuan penyerapan dan perpindahan panas mesin yang lebih tinggi daripada air. Hal ini sejalan dengan teori yang dinyatakan oleh V. L. Maleev (1991) mengatakan “dengan memperbolehkan suhu air meningkat di atas suhu didih yaitu sekitar 220°F sampai 250°F (105°C sampai 121°C), akan memberikan keuntungan yang sangat penting dan sangat mendekati yaitu meningkatkan perbedaan suhu antara air pendingin dan udara sebagai tempat pembuangan panas, kalau yang digunakan radiator, dapat dilakukan oleh radiator yang permukaannya jauh lebih kecil dan kipas angin yang lebih kecil, sehingga bahan bakar dapat dihemat”.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan *coolant* pada Mitsubishi Colt L300 setelah dianalisis dapat meningkatkan efektivitas radiator. Efektivitas radiator pada penggunaan Mitsubishi LLC lebih tinggi 0,0094 (5,08%) dibandingkan dengan penggunaan air sebagai *coolant*. Efektivitas radiator pada penggunaan TOP1 lebih tinggi 0,0116 (6,27%) dibandingkan dengan efektivitas radiator pada penggunaan air sebagai *coolant*. Sedangkan efektivitas radiator pada penggunaan Prestone lebih tinggi 0,0152 (8,22%) dibandingkan dengan

efektivitas radiator pada penggunaan air sebagai *coolant*.

2. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan *uji t* pada taraf signifikansi 5% berbagai coolant, maka diketahui bahwa hipotesis (H_a) yang penulis ajukan positif, yaitu penggunaan variasi *coolant* pada *engine* diesel memberikan dampak yang signifikan terhadap efektivitas radiator.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Penelitian ini masih terbatas hanya pada putaran konstan yang mewakili, sehingga pada penelitian lanjutan agar bisa dilakukan pada putaran yang berbeda.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan mengatur kecepatan udara yang mengalir melalui radiator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H.N. Gupta. 2009. *Fundamentals of Internal Combustion Engines*. New Delhi
PHI Learning Private Limited.
- [2] Holman JP. 1991. *Perpindahan Kalor*. Jakarta : Erlangga.
- [3] Kreith, Frank & Prijono, Arko. 1991. *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*. Jakarta : Erlangga.
- [4] Maleev VL. (1991). *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. Jakarta : Erlangga.
- [5] Arikunto, Suharsimi . 2010. *Prosedur Penelitian*. Rineka Cipta. Yogyakarta.
- [6] Wahyu Hidayat. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [7] Wiranto Arismunandar. (1988). *Motor Bakar*. Bandung.