

Perancangan dan Pengujian Radiator Tester Skala Laboratorium yang Terintegrasi Pengatur Putaran Mesin dan Hembusan Angin (Regulator Wind Blower)

Ahmad Su'udi, A Yudi Eka Risano, Mahasin Zamnur
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung
Jalan Prof. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Gedung H Fakultas Teknik, Bandar Lampung 35145
Telp : (0721) 3555519, Fax : (0721) 734947
Email : suudipolda2@gmail.com

Abstract

Cooling system in the engine functions as the protector of the machine by absorbing the heat. Heat engine is produced by fuel in the cylinder. The heat is deliberately created to generate energy, but it will cause excessive heat if it is left unchecked (over heating effect). In order to prevent overheating and keep the machine temperature, then it uses radiator. How effective radiator is used can be seen by using a tool called a radiator tester. Therefore, this research was Designed a Trial Radiator (Radiator Tester) Laboratory Scale Which is Completed by Round Handler's Machine and Regulator Wind Blower on Diesel Engine L 300.

This research was done by testing the car L 300 diesel in the field then noted rpm and air speed that blew into the radiator. The process of designing a radiator tester L300 diesel engine laboratory scale were making the framework platform machine, making radiator tester cooling system machine to set up a thermometer in the radiator hose in and out, making a mechanism round handlers machine, making a regulatory mechanism wind blower and installing a trial radiator with round handlers machine and wind blower. The rpm test result and air speed on the field was applied to the radiator tester laboratory scale.

From the results of the tests, it showed that there was an increase in value of the effectiveness of the radiator without external airflow to engine speed 1000 rpm and the average value was 0.483. Whereas, there was a decrease on the effectiveness of the radiator when given outside air flow 2.3 m / s at 1500 rpm engine speed, which was 0.63.

Keywords: Effectiveness, Radiators, Temperature, Air Flow

PENDAHULUAN

Transportasi adalah sarana bagi manusia untuk memindahkan sesuatu, baik manusia atau benda dari satu tempat ke tempat lain, dengan ataupun tanpa mempergunakan alat bantu. Alat bantu tersebut dapat berupa tenaga manusia, binatang, alam ataupun benda lain dengan mempergunakan mesin ataupun tidak bermesin (Salim, 2006). Salah satunya adalah mobil yang saat ini berkembang sesuai kemajuan teknologi. Tahun 1885, Karl Benz membangun *Motorwagen*, sebuah mobil bermesin empat langkah dengan bahan bakar bensin. Cara kerja mesin bensin pada mobil sangat sederhana, yaitu bahan bakar masuk melalui *intake manifold* kemudian dikompresikan, pada akhir langkah kompresi busi memercikkan bunga api, lalu terjadi langkah usaha dan sisa pembakaran terbuang melalui *outake manifold*. Untuk meneruskan putaran torak dipasanglah transmisi lalu diteruskan oleh roda dan mobil akan bergerak

Hasil suatu proses pembakaran selalu saja disertai dengan pembebasan panas. Tidak semua panas

dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi yang diperlukan tetapi terbuang ke lingkungan, karena panas yang berlebihan justru akan mengganggu kinerja mesin. Apabila keadaan ini tidak mendapatkan pendinginan yang baik, maka suhu pembakaran ini akan mempengaruhi suhu kerja mesin secara keseluruhan. Suhu mesin harus distabilkan dengan cara dibantu oleh air pendingin yang melalui radiator sehingga suhu kerja mesin dapat dipertahankan. (Maleev, 1982 : 374).

Perangkat radiator terdiri dari saluran cairan pendingin masuk dan keluar mesin, kipas pendingin yang dipasang didepan atau dibelakang sirip pendingin, tangki cadangan cairan pendingin radiator dan cairan pendingin radiator. Cairan pendingin pada radiator ini mempunyai peran yang sangat penting dalam metransformasikan panas mesin ke lingkungan, agar mesin dapat tetap bekerja pada suhu yang optimal yang berdampak pada penghematan bahan bakar. Namun keuntungan-keuntungan tersebut terjadi jika sistem pendinginan pada mesin mobil bekerja secara maksimal dalam mendinginkan mesin. Sebaliknya terkadang radiator tidak berfungsi secara optimal. Banyak faktor yang mempengaruhinya seperti kipas

yang tidak berputar, sirkulasi air yang tidak lancar dan sebagainya. Kondisi ini berakibat radiator berfungsi tidak efektif. Tinjauan efektifitas banyak dipakai untuk menganalisa perbandingan berbagai jenis penukar kalor dalam memilih jenis yang terbaik untuk melaksanakan pemindahan kalor tertentu. Holman (1997) menguraikan secara sistematis mulai dari efektifitas penukar kalor yang didefinisikan sesuai dengan persamaan (1) sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\text{perpindahan kalor maksimum yang mungkin}}{\text{perpindahan kalor nyata}} = \dots \dots \dots (1)$$

Perpindahan kalor yang sebenarnya (*actual*) dapat dihitung dari energi yang dilepaskan oleh fluida panas/energi yang diterima oleh fluida dingin untuk penukar kalor aliran lawan arah (pers.2).

$$q = m_h \cdot C_h (T_{h1} - T_{h2}) = m_c \cdot C_c (T_{c2} - T_{c1}) \dots \dots \dots (2)$$

Pengembangan lebih lanjut dari persamaan diatas menghasilkan :

$$\varepsilon = \frac{T_{h2} - T_{h1}}{T_{c2} - T_{c1}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : q = laju perpindahan panas

- m_h = massa heat
- m_c = massa cool
- C_h = kalor spesifik fluida Panas
- C_c = kalor spesifik fluida dingin
- T_{h1} = suhu masuk fluida panas
- T_{h2} = suhu keluar fluida panas
- T_{c1} = suhu masuk fluida dingin
- T_{c2} = suhu keluar fluida dingin

Untuk menentukan perpindahan kalor maksimum, 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 mc-nya minimum, syarat keseimbangan energi bahwa energi yang diterima oleh fluida yang satu mesti sama dengan energi yang dilepas oleh fluida yang lain. Jika fluida yang mengalami nilai mc yang lebih besar yang dibuat mengalami beda suhu yang lebih besar dari maksimum, dan ini tidak dimungkinkan. Jadi perpindahan kalor yang mungkin dinyatakan (pers.4) :

$$q_{\text{mak}} = (m_c) m_{\text{in}} (T_h \text{ masuk} - T_c \text{ masuk}) \dots \dots \dots (4)$$

Sehingga persamaan yang dipakai untuk menghitung efektifitas radiator menjadi (pers. 5):

$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}} \dots \dots \dots (5)$$

Fluida minimum boleh yang panas dan boleh pula yang dingin, bergantung dari laju aliran masa dan kalor spesifik, dalam radiator terjadi pelepasan panas ke udara sekitar dengan demikian terjadi *heating effect*. (Holman, 1997)

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan efektifitas kerja radiator. Subroto (2004) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh coolant terhadap pelepasan kalor pada pendinginan mesin. Adam (2006) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh kecepatan aliran udara terhadap efektifitas radiator. Murti (2008) melakukan penelitian mengenai laju pembuangan panas pada radiator dengan fluida campuran 80% air dan 20% EC pada rpm konstan. Permana, dkk. (2010) menggunakan nanofluida untuk meningkatkan performans dari radiator dan salah satu kesimpulannya berupa nanofluida sebagai peluang fluida baru yang dapat digunakan pada aplikasi penukar kalor.

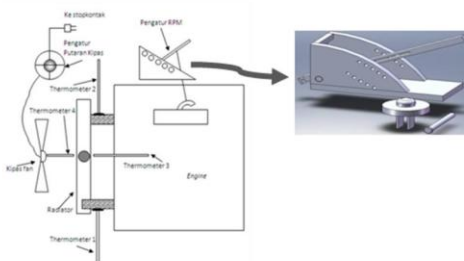
Dari uraian-uraian tersebut di atas, untuk lebih mengetahui fenomena-fenomena yang terjadi pada proses pendinginan mesin mobil, maka penulis tertarik membuat suatu alat uji radiator (radiator tester) skala laboratorium yang dilengkapi dengan alat pengatur putaran mesin dan hembusan angin radiator yang terintegrasi. .

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan dari bulan Desember 2012 - April 2013 di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Lampung. Sebelum membuat alat uji radiator, terlebih dahulu dilakukan pengambilan data di lapangan dengan cara uji berjalan menggunakan mobil L300 Diesel. Data yang diambil yaitu data rpm mesin mobil yang terlihat pada dashboard mobil, kecepatan hembusan angin menggunakan anemometer. Data-data ini kemudian dijadikan patokan untuk pengujian di laboratorium. Alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan radiator tester adalah radiator mobil L300 diesel, kipas/fan sebagai sumber angin simulasi, regulator tegangan listrik yang dipakai untuk mengatur tegangan listrik yang masuk ke kipas, klem untuk menjepit selang radiator, lem untuk merekatkan termometer pada selang radiator, termometer untuk mengukur suhu

cairan yang masuk dan keluar radiator, tachometer untuk mengukur rpm mesin dan satu set alat pengatur putaran mesin.

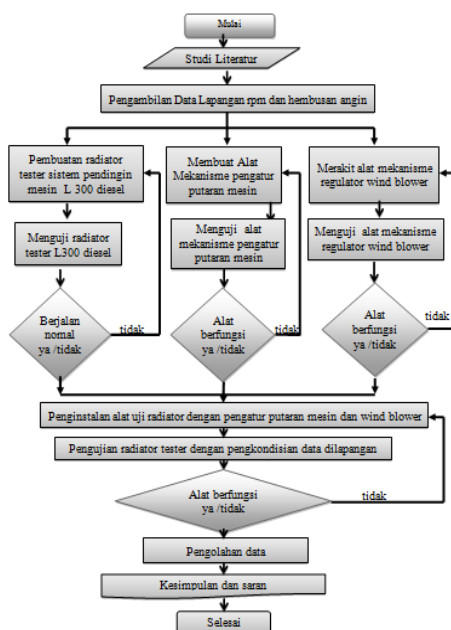
Skema alat uji radiator yang dibuat ditunjukkan oleh Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Rangkaian alat uji radiator tester

Tahapan penelitiannya dapat dilihat pada Gambar 2. Secara garis besar tahapan yang dilakukan adalah membuat alat uji radiator, membuat alat pengatur putaran mesin, dan membuat rangkaian alat pengatur hembusan angin kipas. Kemudian merangkai ketiga item alat tersebut sehingga menjadi alat uji radiator yang telah terintegrasi dengan pengatur putaran mesin dan hembusan angin kipas seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Data yang diambil pada saat pengujian yaitu kecepatan hembusan angin kipas (v), temperatur air yang masuk ke radiator (Th_1), temperatur air yang keluar radiator (Th_2), temperatur angin di depan radiator (Tc_1), temperatur angin yang melewati radiator (Tc_2), dan putaran mesin (rpm).



Gambar 2. Diagram alir penelitian yang dilakukan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data-data hasil pengujian di laboratorium dipakai sebagai data masukan untuk dilakukan perhitungan nilai efektifitas radiator dengan 3 variasi pengaturan rpm dan hembusan udara. Data hasil perhitungannya antara lain sebagai berikut:

Menghitung efektifitas radiator setiap 2 menit pada pengujian radiator engine stand pada putaran mesin 1000 rpm, tanpa hembusan udara dengan persamaan 5:

Pengujian 1 nilai efektifitas radiator diperoleh:

$$\varepsilon = \frac{38 - 29}{42 - 29} = 0,69$$

Hal yang sama dilakukan perhitungan nilai efektifitas radiator tester engine stand percobaan ke-2 sampai 30.

Menghitung efektifitas radiator setiap 2 menit pada pengujian radiator engine stand pada putaran mesin 1000 rpm, kondisi mesin dalam keadaan berjalan normal dengan hembusan udara 1,5 m/s .

Pengujian 1 nilai efektifitas radiator diperoleh:

$$\varepsilon = \frac{31 - 27}{42 - 27} = 0,26$$

Hal yang sama dilakukan perhitungan nilai efektifitas radiator tester engine stand percobaan ke-2 sampai 30.

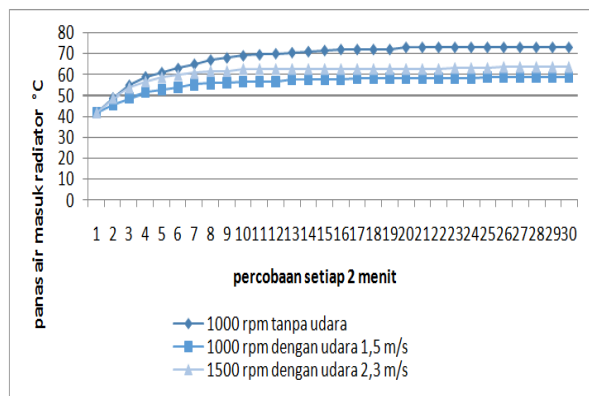
Menghitung efektifitas radiator setiap 2 menit pada pengujian radiator engine stand pada putaran mesin 1500 rpm, kondisi mesin dalam keadaan berjalan normal dengan hembusan udara 2,3 m/s.

Pengujian 1 nilai efektifitas radiator diperoleh:

$$\varepsilon = \frac{37 - 26}{42 - 26} = 0,68$$

Hal yang sama dilakukan perhitungan nilai efektifitas radiator tester engine stand percobaan ke-2 sampai 30.

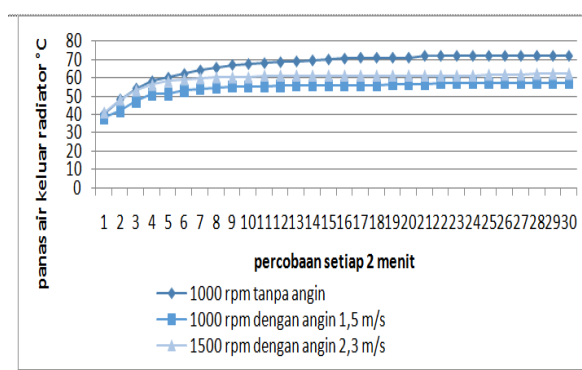
Analisa panas fluida air masuk ke radiator tester engine stand L300 diesel pada ±1000 rpm tanpa hembusan angin, dan ±1000 rpm, ±1500 rpm dengan hembusan angin.



Gambar 3. Grafik perbandingan air panas yang masuk radiator

Pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa pada kondisi 1000 rpm pada kondisi diam tidak berjalan dan tidak ada hembusan udara, panas air yang masuk ke radiator dari mesin L300 dengan suhu awal yaitu 42°C sampai 1 jam dan pengambilan datanya setiap 2 menit sekali, terlihat suhu tertinggi pada putaran mesin 1000 rpm tanpa adanya angin yang berhembus radiator, dengan kenaikan suhu air yang masuk ke radiator sangat cepat dari 42°C sampai 73°C dalam waktu 1 jam. Pada pengujian 1000 rpm dengan kecepatan udara 1,5 m/s yang berhembus radiator, hasil pengujian data air yang masuk ke radiator dari suhu awal 42°C sampai 59°C, mengalami kenaikan suhu air yang tidak terlalu cepat dibandingkan pada suhu air 1000 rpm tanpa hembusan udara. Tetapi pada 1500 rpm dengan kecepatan udara 2,3 m/s yang berhembus ke radiator berada pada kondisi sedang untuk kenaikan suhu fluida air yang masuk ke radiator 42°C sampai 64°C.

Analisa panas fluida air keluar dari radiator tester engine stand L300 diesel pada 1000 rpm tanpa hembusan udara, dan 1000 rpm, 1500 rpm dengan hembusan udara.

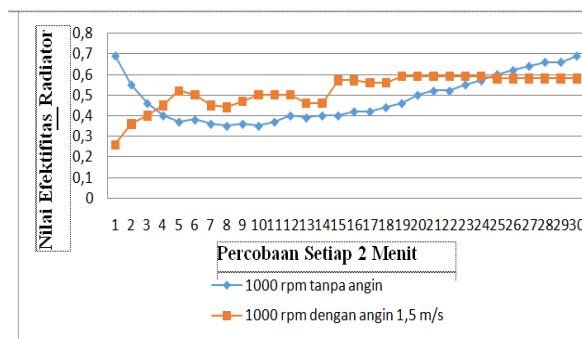


Gambar 4. Grafik perbandingan air panas yang keluar dari radiator

Pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa pada kondisi 1000 rpm tanpa hembusan udara yang menumbuk radiator, suhu awal air yang keluar dari radiator 40°C sampai 72°C dalam waktu 1 jam, dengan mengambil datanya setiap 2 menit, mengalami penurunan suhu 1°C lebih kecil dibandingkan pada pengujian 1000 rpm, 1500 rpm dengan variasi hembusan udara yang menumbuk ke radiator dengan mengalami penurunan suhu 2°C. Pada pengujian 1000 rpm, suhu air keluar radiator lebih rendah dibandingkan suhu keluar air radiator pada pengujian 1000 rpm tanpa hembusan udara yang menumbuk radiator.

Analisa nilai efektifitas radiator tester engine stand L300 diesel pada 1000 rpm tanpa hembusan udara, dan 1000 rpm dengan hembusan udara.

Grafik perbandingan nilai efektifitas radiator, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai efektifitas radiator

Pada Gambar 5, dapat dilihat nilai efektifitas 1000 rpm tanpa hembusan udara, percobaan setiap 2 menitnya mengalami penurunan dari 0,69 sampai 0,35, tetapi percobaan ke-8 mengalami kenaikan dalam setiap menitnya sampai percobaan ke-30. Kenaikan nilai efektifitas radiator tersebut sangat berpengaruh pada suhu kerja mesin, mesin akan cepat panas dan udara disekitar mesin akan cepat naik. Nilai efektifitas 1000 rpm dengan hembusan udara 1,5 m/s lebih tinggi dari pada nilai efektifitas 1000 rpm tanpa hembusan udara, pada percobaan ke-1 adalah 0,26 sampai percobaan ke-5 adalah 0,52, tetapi pada percobaan ke-5 sampai ke-15 adalah 0,57 mengalami kenaikan yang tidak stabil, pada percobaan ke-16 sampai ke-30 kenaikan tidak terlalu signifikan (stabil).

Semakin besar udara yang berhembus ke radiator maka kalor yang diserap semakin besar pula dan nilai efektifitas semakin besar. Dengan demikian bertambahnya nilai efektifitas radiator akan meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan aliran udara. Berdasarkan uraian hasil penelitian pada Gambar 5, untuk kecepatan aliran udar secara keseluruhan terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara maka nilai efektifitas radiator semakin tinggi, hal ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan aliran udara yang menumbuk radiator maka semakin banyak pula kalor fluida pendingin yang bersirkulasi dipindahkan dari sistem udara sekitar. Begitu pula sebaliknya semakin rendah kecepatan aliran udara semakin rendah pula nilai efektifitas radiator.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut: Pembuatan alat uji radiator skala laboratorium dapat berfungsi dengan baik, hal ini ditandai dengan kestabilan data nilai efektifitas radiator. Penempatan alat penghembusan udara, dipasang berada di depan radiator dengan jarak 30 cm, menggunakan motor listrik type JY IB-2, 2880 rpm 1/2hp dengan jumlah daun kipas 3 buah. Pada alat mekanisme putaran mesin setiap kenaikan dari 0-1°, yaitu 100 rpm. Alat pengatur tegangan listrik menggunakan regulator manual dengan daya input 110/220 volt, output 0-240 volt dan 50-60 Hz buatan jepang, merk matsunaga. Pembuatan alat uji radiator skala laboratorium menggunakan mesin L300 diesel, dengan hasil pengujian nilai efektifitas radiator terendah pada putaran mesin 1000

rpm tanpa hembusan udara luar dengan nilai rata-rata yaitu 0,483 dan nilai tertinggi pada putaran mesin 1500 rpm dengan hembusan udara luar 2,3 m/s dengan nilai rata-rata yaitu 0,63.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maleev NL. 1982. *Internal Combustion Engine*. Mc Graw Hill
- [2] J.P. Holman, *Perpindahan Kalor*, Diterjemahkan oleh E. Jasjfi, Penerbit Erlanga, Jakarta, 1997
- [3] Subroto., Sartono Putro., *Pengaruh Coolant Terhadap Pelepasan Kalor pada Pendinginan Mesin*, Jurnal Teknik Gelagar Vol. 15 No. 2, Oktober 2004.
- [4] Adam, Lukman Bani., *Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Terhadap Efektifitas Radiator*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, 2006.
- [5] Murti, Made Ricki., *Laju Pembuangan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Air Dan 20% RC Pada Rpm Konstan*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. 2 No. 1, Juni 2008.
- [6] Permana, Angga., Ahmad Fauzan., Christiand., 2010, *Aplikasi Nano Fluida pada Radiator*, Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia, Depok.