

## **PENGARUH DEBIT ALIRAN AIR TERHADAP EFEKTIFITAS RADIATOR PADA MOTOR BAKAR BENSIN 4 LANGKAH DENGAN KAPASITAS SILINDER 1329 CC**

**Enzo W. B. Siahaan<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Prodi Teknik Mesin, Universitas Darma Agung, Jl. DR. T.D. Pardede No. 21  
Medan

**E-mail : [enzo.battra84@gmail.com](mailto:enzo.battra84@gmail.com)**

### **Abstrak**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas radiator pada mobil Daihatsu Xenia Type 1.3. Pendinginan merupakan sistem pendukung suatu mesin yang bekerja dan beroperasi. Keberadaan sistem pendingin akan begitu dirasakan terutama pada mesin mesin yang berkapasitas besar. Dan dapat disimpulkan analisa ini hanya meneliti pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas radiator. Pemasalahan yang terdapat dalam analisa ini adalah pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas radiator. Tujuan analisa ini adalah untuk meneliti pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas radiator. Objek analisa ini adalah seperangkat alat radiator tester yang terdiri dari beberapa komponen dan alat ukur yang terintegrasi. Alat ini digunakan untuk pengambilan data dengan menggunakan mesin Daihatsu Xenia Type 1,3 16 Valve. Desain analisa yang digunakan adalah eksperimen, dengan cara memanipulasi suatu variabel untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut. Variabel bebas adalah aliran debit air (0.011, 0.016, 0.024, 0.028, 0.033 m<sup>3</sup>/menit) dengan berdasarkan pada putaran mesin (1500, 2000, 2500, 3000, 3500 rpm). Variabel terikat adalah efektifitas radiator. Setiap penelitian diambil data sebanyak tiga kali. Pengambilan data analisis pada menit pertama terlihat bahwa debit air yang semakin tinggi menjadikan nilai efektifitas radiator semakin meningkat (pada debit 0,028 m<sup>3</sup>/menit, 2500 rpm) sehingga dengan kata lain debit aliran air berpengaruh terhadap nilai efektifitas radiator.

**Kata kunci : Debit Aliran Air, Putaran Mesin, Efektifitas, Radiator**

### **Abstract**

*This research was conducted to determine the effect of water flow discharge on the effectiveness of radiators on Daihatsu Xenia Type 1.3 cars. Cooling is a support system for a machine that works and operates. The existence of a cooling system will be felt especially in large-capacity engine engines. And it can be concluded that this analysis only examines the effect of water flow discharge on the effectiveness of the radiator. The problem found in this analysis is the effect of water flow discharge on the effectiveness of the radiator. The purpose of this analysis is to examine the effect of water flow discharge on the effectiveness of radiators. The object of this analysis is a set of radiator tester devices consisting of several components and integrated measuring instruments. This tool is used for data retrieval using the Daihatsu Xenia Type 1.3 16 Valve engine. The analysis design used is experiments, by manipulating a variable to see the effect of the action. The independent variables are the flow rate of water (0.011, 0.016, 0.024,*

0.028, 0.033 m<sup>3</sup> / min) based on the engine speed (1500, 2000, 2500, 3000, 3500 rpm). The dependent variable is the effectiveness of the radiator. Each study took data three times. Retrieval of data analysis in the first minute shows that the higher water discharge makes the value of radiator effectiveness increase (at a discharge of 0.028 m<sup>3</sup> / minute, 2500 rpm) so that in other words the water flow discharge affects the value of radiator effectiveness.

**Keywords:** *Water Flow Discharge, Machine Turn, Effectiveness, Radiator*

---

## **Pendahuluan**

Sistem pendinginan pada kerja mesin berfungsi sebagai pelindung mesin dengan cara menyerap panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Panas tersebut merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*overhaeting effect*). Panas yang berlebih merupakan penyebab berubahnya sifat- sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin. Apabila komponen mesin telah berubah meyebabkan kinerja mesin terganggu dan mengurangi usia mesin.

Sistem pendinginan air sering digunakan pada kendaraan jenis mobil. Pada sistem ini aliran air akan sangat bergantung pada kinerja pompa. Pompa ini berfungsi untuk memompakan fluida (air) bersirkulasi, sedangkan pompa akan sangat bergantung dari kerja dan putaran mesin (*engine*). Sistem penggerak pompa digerakkan oleh mesin melalui bantuan dari tali kipas (*fan belt*) dimana puli mesin sebagai *driver* dan puli pompa sebagai *driven*.

Putaran mesin ini akan simultan dengan putaran pompa. Putaran pompa yang relatif cepat akan menghasilkan tekanan fluida semakin besar. Fluida yang berfungsi

sebagai media pendingin akan bergerak semakin cepat sehingga banyak menghasilkan fluida yang dipindahkan atau dipompakan. Apabila fluida yang dipindahkan diasumsikan sebagai debit (jumlah aliran air yang mengalir tiap satuan waktu) maka penulis bermaksud mengadakan penelitian mengenai debit aliran air ini terhadap efektifitas pendinginan radiator.

Batasan masalah yang diambil dari beberapa perumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Simulator yang digunakan adalah engine mobil Daihatsu Xenia tipe 1.3.
2. Penelitian dilakukan dengan variasi putaran 1000, 1500, 2000, 2500 rpm dengan pengambilan data menit pertama dan penahanan waktu 30 menit.
3. Penelitian ini tidak menghitung laju perpindahan panas yang terjadi.

Penelitian yang dilakukan dalam hal ini memiliki tujuan antara lain :

1. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan radiator jika ditinjau dari debit, aliran, waktu, dan putaran.
2. Untuk mengetahui efektifitas dari aliran air pada penggunaan radiator mobil Daihatsu Xenia Type 1.3.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menjadi bahan masukan bagi dunia otomotif.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lebih lanjut.

## **Landasan Teoritis**

### **1. Sistem Pendinginan Mesin**

Motor bakar dalam operasionalnya menghasilkan panas yang berasal dari pembakaran bahan bakar didalam silinder. Panas yang dihasilkan tadi tidak dibuang, akibatnya komponen mesin yang berhubungan dengan panas dari pembakaran akan mengalami temperatur yang berlebihan, dan merubah sifat- sifat serta bentuk dari komponen dari mesin tersebut. Sistem pendinginan diperlukan untuk mencegah terjadinya perubahan tersebut. Sistem pendinginan yang digunakan pada motor bakar ada dua macam yaitu:

1. Sistem pendinginan udara (*air coolong system*)
2. Sistem pendinginan air (*water coolong system*)

### **2. Komponen Komponen Sistem Pendingin**

Sistem pendinginan air memiliki bagian – bagian yang bekerja secara integrasi satu dengan yang lainnya, komponen – komponen tersebut akan bekerja untuk mendukung kerja sistem pendinginan air antara lain: radiator, pompa air, Kipas (*fan*), katup *thermostat*, mantel pendingin (*water jacket*), dan cairan pendingin.

### **3. Perpindahan Panas**

Perpindahan panas ialah proses berpindahnya energi dari suatu

tempat ke tempat lain karena adanya perbedaan suhu ditempat tempat tersebut.

Perpindahan panas terdapat tiga jenis yaitu: konduksi, konveksi dan radiasi.

## **Metode Penelitian**

### **1. Waktu Dan Tempat Analisa**

Pelaksanaan tempat analisa dilakukan di bengkel PT. CAPELLA MEDAN Jl. Gatot subroto KM 6,2 No. 158/180 Medan pada tanggal 06 Agustus 2018 s/d 22 September 2018.

### **2. Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian adalah metode yang digunakan untuk mendekati permasalahan yang diteliti sehingga dapat menjelaskan dan membahas permasalahan secara tepat. Penelitian ini menggunakan metode analisa jenis eksperimen. Eksperimen adalah percobaan dengan memanipulasi suatu variabel yang sengaja dilakukan oleh peneliti untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut. Eksperimen yang dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas pendinginan radiator.

Pola yang diambil adalah dengan *one shot model* dimana pendekatan hanya menggunakan satu kali pengumpulan data. Data tersebut diambil dari proses analisa terhadap mesin DAIHATSU XENIA TYPE 1.3. Sehingga dengan kata lain pengambilan data dilakukan pada satu waktu tertentu dengan satu objek analisa.

### **3. Variabel Penelitian**

#### **a. Variabel Terikat**

Variabel terikat pada analisa ini adalah : efektifitas radiator

**b. Variabel Bebas**

Variabel bebas pada analisa ini adalah:

- 1) Debit aliran air : (0.011, 0.016, 0.024, 0.028) m<sup>3</sup>/menit
- 2) Suhu air sebelum masuk ke mesin

**c. Variabel Kontrol**

Variabel kontrol pada analisa ini adalah kecepatan aliran udara pendingin radiator.

**4. Prosedur Penelitian**

**4.1 Simulator Penelitian**

Simulator penelitian ini adalah *radiator tester*, merupakan alat bantu pengukuran terintegrasi, yang didalamnya terdapat beberapa alat instrumen pengukur. Alat ini dibuat untuk melakukan pengukuran sebagai langkah dalam proses analisa ini. Alat ini dapat mudah dipasangkan pada setiap mesin, baik pada mesin stand maupun pada mesin sesungguhnya. Alat ini nantinya akan digunakan oleh penulis untuk melakukan pengambilan data analisa.

**4.2 Persiapan Penelitian**

Sebelum melakukan pelaksanaan penelitian, peralatan serta komponen tadi harus di kalibrasi ulang agar dapat digunakan dengan baik. Hal- hal yang perlu diperhatikan sesuai dengan spesifikasi.

1. Set mesin penelitian sesuai dengan spesifikasi
  - a. Tekanan kompresi
  - b. Celah busi
  - c. Pengapian
2. Set instrumen pada radiator tester
  - a. Periksa air pada radiator

- b. Periksa motor penggerak kipas
- c. Periksa komponen *anemometer*
- d. Periksa komponen pengukur *flowmeter*

**4.3 Pelaksanaan Penelitian**

**1. Pengambilan data awal**

- a. Hidupkan mesin
- b. Ambil data pengukuran debit untuk putaran mesin 1000, 1500, 2000, 2500 rpm. Data yang didapat merupakan data yang akan diujicobakan pada mesin sebagai variabel bebas

**2. Pengambilan data penelitian**

- a. Hidupkan mesin
- b. Naikkan putaran mesin..... rpm
- c. Debit aliran air sampai ..... m<sup>3</sup>
- d. Set kecepatan aliran udara..... m/s
- e. Ukur temperatur/ suhu air pendingin  
Th<sub>1</sub>=.....Th<sub>2</sub>=.....°C
- f. Ukur temperatur / suhu aliran udara yang menumbuk radiator  
Tc<sub>1</sub>=.....Tc<sub>2</sub>=.....°C
- g. Semua data yang diambil dimasukkan kedalam tabel data
- h. Matikan mesin
- i. Lakukan langkah a-h untuk tiap kali pengambilan data tiap perbedaan debit aliran air

**4.4 Rancangan Percobaan**

Analisa ini akan mencari hubungan antara debit aliran air terhadap efektifitas pendingin radiator pada radiator tester. Analisa ini menggunakan empat tingkat debit aliran air : (0.011, 0.016, 0.024, 0.028) m<sup>3</sup>/menit.

**Data Hasil**

Data hasil analisa ini didapatkan dari hasil eksperimen yang dilakukan di PT. CAPELLA MEDAN selama 4 (Empat) minggu. Mesin yang digunakan untuk pengambilan data analisa ini ialah mesin *Daihatsu Xenia* dengan spesifikasi terlampir. Pengambilan data eksperimen ini dilakukan dengan cara mengukur suhu yang bekerja pada instrumen *radiator tester*.

Percobaan efektifitas terdiri dari 4 kali percobaan dan masing masing berbeda putaran mesin. Data eksperimennya adalah:

- a. Debit aliran air 0,011 m<sup>3</sup>/menit pada 1000, 1500, 2000, 2500 rpm
- b. Debit aliran air 0,016 m<sup>3</sup>/menit pada 1000, 1500, 2000, 2500 rpm
- c. Debit aliran air 0,024 m<sup>3</sup>/menit pada 1000, 1500, 2000, 2500 rpm
- d. Debit aliran air 0,028 m<sup>3</sup>/menit pada 1000, 1500, 2000, 2500 rpm

**1. Data analisa efektifitas radiator untuk pengambilan suhu ukur pada menit pertama.**

**a) Debit aliran air 0,011 m<sup>3</sup>/menit**

Putaran	Debit aliran m <sup>3</sup> /me nit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)	E
1000	0,011	4.2	70,0	64,0	30,1	31,2	0.035
1500	0,011	4.6	71,0	66,0	30,2	31,2	0.024
2000	0,011	5.0	73,0	65,0	30,2	31,4	0.028
2500	0,011	5.4	75,0	66,7	30,2	30,9	0.015

Perhitungan E (efektifitas) putaran 1000 rpm debit aliran 0.011 m<sup>3</sup>/menit adalah : 0.035.

**b) Debit aliran air 0,016 m<sup>3</sup>/menit**

Putaran	Debit aliran m <sup>3</sup> /me nit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)	E
1000	0,016	4.2	70,0	66,0	30,2	32,7	0,062
1500	0,016	4.6	71,0	67,0	29,9	32,2	0,055
2000	0,016	5.0	73,0	69,0	30,4	36,9	0,152
2500	0,016	5.4	75,0	72,3	30,6	38,97	0,188

Perhitungan E (efektifitas) putaran 1000 rpm untuk debit aliran 0.016 m<sup>3</sup>/menit adalah 0.062.

**c) Debit aliran air 0,024 m<sup>3</sup>/menit**

Putaran	Debit aliran m <sup>3</sup> /me nit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)	E
1000	0,024	4.2	70,0	65,0	30,2	31,4	0,030
1500	0,024	4.6	70,0	67,0	30,2	33,8	0,090
2000	0,024	5.0	73,0	69,0	30,4	36,9	0,152
2500	0,024	5.4	75,0	72,0	30,7	39,0	0,187

Perhitungan E (efektifitas) putaran 1000 rpm untuk debit aliran 0.024 m<sup>3</sup>/menit adalah : 0.030.

**d) Debit aliran air 0,028 m<sup>3</sup>/menit**

Putaran	Debit aliran m <sup>3</sup> /me nit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)	E
1000	0,028	4.2	70,0	66,0	30,2	31,2	0,025
1500	0,028	4.6	70,2	67,0	30,2	32,4	0,055
2000	0,028	5.0	73,0	67,0	30,2	33,8	0,084
2500	0,028	5.4	75,5	69,0	30,4	36,9	0,144

Perhitungan E (efektifitas) putaran 1000 rpm untuk debit aliran 0.028 m<sup>3</sup>/menit adalah : 0.025.

Pengambilan data keseluruhan (1000, 1500, 2000, 2500) rpm atau untuk variasi debit aliran air (0.011, 0.016, 0.024, 0.028) m<sup>3</sup>/ menit hanya pada satu menit pertama. Pertimbangan ini dilakukan untuk

keamanan simulator *radiator tester* yang digunakan.

Waktu untuk melakukan penahanan pada analisa ini selama 30 menit dengan rincian pembagian (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30) menit. Untuk putaran (1000, 1500, 2000, 2500) rpm pada debit aliran air (0.011, 0.016, 0.024) m<sup>3</sup>/menit. Sedangkan untuk pengambilan data (2500) rpm untuk variasi debit aliran air (0.028) m<sup>3</sup>/menit tidak dilakukan analisa. Pertimbangan ini dilakukan untuk keamanan simulator radiator tester yang digunakan.

**2. Data analisa efektifitas radiator untuk pengambilan suhu ukur dengan penahanan selama 30 menit.**

**a. Pada debit 0.011 m<sup>3</sup>/menit (1000 rpm)**

1. Eksperimen Debit aliran air 0,011 m<sup>3</sup>/menit pada 1000 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
1000	1	0.011	4.2	70,0	64,0	30,1	31,2
1000	10	0.011	4.2	72,0	64,0	30,6	53,5
1000	20	0.011	4.2	68,0	61,0	30,2	53,9
1000	30	0.011	4.2	67,0	59,0	30,8	53,7

2. Eksperimen Debit aliran air 0,011 m<sup>3</sup>/menit pada 1500 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
1500	1	0.011	4.6	70,0	66,0	30,2	31,2
1500	10	0.011	4.6	71,0	63,0	30,2	53,5
1500	20	0.011	4.6	68,0	61,0	30,4	53,4
1500	30	0.011	4.6	68,0	60,0	31,0	53,3

3. Eksperimen Debit aliran air 0,011 m<sup>3</sup>/menit pada 2000 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
2000	1	0.011	5.0	70,0	66,0	30,2	32,7
2000	10	0.011	5.0	78,0	71,0	30,2	56,8
2000	20	0.011	5.0	81,0	73,0	30,0	61,5
2000	30	0.011	5.0	83,0	75,0	30,7	62,6

4. Eksperimen Debit aliran air 0,011 m<sup>3</sup>/menit pada 2500 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
2500	1	0.011	5.2	70,0	68,0	30,4	34,0
2500	10	0.011	5.2	86,0	79,0	30,6	65,1
2500	20	0.011	5.2	90,0	83,0	30,6	69,7
2500	30	0.011	5.2	90,0	87,0	30,6	68,7

**b. Pada debit 0,016 m<sup>3</sup>/menit (1000, 1500, 2000, 2500 rpm)**

1. Eksperimen Debit aliran air 0,016 m<sup>3</sup>/menit pada 1000 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
1000	1	0.016	4.2	70,0	66,0	30,2	32,7
1000	10	0.016	4.2	78,0	71,0	30,2	56,8
1000	20	0.016	4.2	81,0	73,0	30,3	61,5
1000	30	0.016	4.2	83,0	75,0	30,2	62,6

2. Eksperimen Debit aliran air 0,016 m<sup>3</sup>/menit pada 1500 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
1500	1	0.016	4.6	70,0	67,0	29,9	32,3
1500	10	0.016	4.6	79,0	73,0	30,4	57,8
1500	20	0.016	4.6	84,0	74,0	31,2	62,0
1500	30	0.016	4.6	85,0	75,0	31,3	62,8

3. Eksperimen Debit aliran air 0,016 m<sup>3</sup>/menit pada 2000 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
2000	1	0.016	5.0	70,0	67,0	30,2	32,4
2000	10	0.016	5.0	80,0	71,0	31,0	59,8
2000	20	0.016	5.0	84,0	74,0	31,0	61,7
2000	30	0.016	5.0	87,0	76,0	31,3	64,6

4. Eksperimen Debit aliran air 0,016 m<sup>3</sup>/menit pada 2500

rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
2500	1	0.016	5.2	70,0	66,7	30,1	32,4
2500	10	0.016	5.2	79,0	71,7	30,5	58,2
2500	20	0.016	5.2	83,0	73,7	30,8	61,8
2500	30	0.016	5.2	85,0	76,0	30,9	62,7

**c. Pada debit 0,024 m<sup>3</sup>/menit ( 1000,1500, 2000, 2500 rpm)**

1. Eksperimen Debit aliran air 0,024 m<sup>3</sup>/menit pada 1000 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
1000	1	0.024	4.2	70,0	68,0	30,4	34,0
1000	10	0.024	4.2	86,0	79,0	30,6	65,1
1000	20	0.024	4.2	90,0	83,0	30,6	69,7
1000	30	0.024	4.2	91,0	87,0	30,6	68,7

2. Eksperimen Debit aliran air 0,024 m<sup>3</sup>/menit pada 1500 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
1500	1	0.024	4.6	70,0	68,0	30,4	34,0
1500	10	0.024	4.6	87,0	80,0	30,4	66,1
1500	20	0.024	4.6	914,0	85,0	30,4	69,0
1500	30	0.024	4.6	90,3	89,0	30,8	70,2

3. Eksperimen Debit aliran air 0,024 m<sup>3</sup>/menit pada 2000 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
2000	1	0.024	5.0	70,0	67,0	30,2	33,8
2000	10	0.024	5.0	80,0	86,0	30,2	66,6
2000	20	0.024	5.0	90,0	85,0	31,0	69,2
2000	30	0.024	5.0	90,0	88,0	31,2	68,9

4. Eksperimen Debit aliran air 0,024 m<sup>3</sup>/menit pada 2500 rpm dengan penahanan waktu 1, 10, 20, 30 menit.

Putaran	Waktu menit	Debit aliran m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /menit	Kec. aliran udara m/s	Th <sub>1</sub> (°C)	Th <sub>2</sub> (°C)	Tc <sub>1</sub> (°C)	Tc <sub>2</sub> (°C)
2500	1	0.024	5.2	70,0	67,0	30,3	34,0
2500	10	0.024	5.2	87,0	79,7	30,4	65,9
2500	20	0.024	5.2	90,3	83,3	30,7	68,3
2500	30	0.024	5.2	90,7	88,0	30,9	69,6

Pengambilan data (2500) rpm untuk debit aliran air (0.028) m<sup>3</sup>/menit tidak dilakukan penahanan waktu selama 30 menit. Pertimbangan ini dilakukan untuk keamanan alat simulator.

**Pembahasan Hasil Analisa**

Proses pengambilan data secara keseluruhan pada (1500, 2000, 2500) rpm atau untuk variasi debit aliran air (0,011, 0,016, 0,024, 0,028) m<sup>3</sup>/menit menggunakan suhu acuan 60°C untuk suhu mulai menghidupkan mesin, jadi mesin mulai dihidupkan apabila indikator Th<sub>1</sub> menunjukkan 60°C dan pengambilan data suhu dilakukan sesaat Th<sub>1</sub> menunjukkan angka 70°C . Proses pengambilan data untuk debit (0,011, 0,016, 0,024) m<sup>3</sup>/menit atau pada putaran mesin (1000,1500, 2000, 2500) rpm mungkin untuk dilakukan dengan mekanisme pengambilan data seperti diatas, karena panas yang merambat dengan perlahan, namun untuk debit aliran air (0,028) m<sup>3</sup>/menit atau pada putaran mesin (2500) rpm, suhu merambat dengan cepat sehingga dipakai suhu acuan Th<sub>1</sub> menunjukkan angka 75°C.

Penyerapan kalor yang sesungguhnya akan terjadi pada radiator dimana air akan didinginkan oleh udara yang dihembuskan oleh *extra fan* sehingga akan terjadi selisih panas yang cukup besar antara Tc<sub>2</sub> dan Tc<sub>1</sub>. Besaran suhu Tc<sub>1</sub> cenderung tidak mengalami perubahan yang cukup besar, karena parameter suhu Tc<sub>1</sub> merupakan suhu luar yang dihembuskan sehingga apabila dimasukkan kedalam

persamaan rumus diatas akan menghasilkan nilai efektifitas yang lebih tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk pengambilan data pada menit pertama semakin tinggi putaran mesin akan menyebabkan semakin tingginya debit aliran air dan panas yang dihasilkan dalam silinder yang akan menjadikan efektifitas radiator semakin tinggi pula.

Pengambilan data dengan penahanan selama 30 menit didasari adanya keinginan untuk melihat adanya perubahan pendinginan apabila dilakukan penahanan dalam waktu 30 menit. Keadaan ini merupakan percobaan lebih lanjut dari pengambilan data menit pertama. Pengambilan data pada percobaan ini diamati tiap kelipatan 10 menit.

Berdasarkan uraian data eksperimen didapatkan kenyataan bahwa nilai efektifitas akan meningkat cukup tinggi antara menit pertama sampai pada menit kelima. Hal ini dimungkinkan pada saat pengambilan data untuk besarnya suhu  $T_{c2}$  akan meningkat sebanding dengan lamanya waktu penahanan selama sepuluh menit. Hal ini tidak akan terdeteksi atau tidak terpantau pada saat pengambilan data dengan pengambilan waktu pada menit pertama, karena memang pengambilan data suhu dilakukan sesaat dan secara bersamaan pada saat  $T_{h1}$  menunjukkan pada suhu acuan.

Peningkatan suhu ukur  $T_{c2}$  akan mengakibatkan nilai efektifitas meningkat dengan tajam, hal ini didasarkan pada parameter suhu  $T_{c2}$  merupakan pembilang sehingga apabila besaran  $T_{c2}$  meningkat akan

menyebabkan hasil yang berupa nilai efektifitas radiator akan meningkat pula. Keadaan ini berlaku untuk ketiga variasi debit aliran air (0.011, 0.016, 0.024)  $m^3$ /menit.

Pengambilan data eksperimen untuk penahanan pada menit kesepuluh sampai pada menit ke 30 menunjukkan adanya kestabilan nilai efektifitas. Kestabilan nilai efektifitas ini merupakan suatu hal yang wajar karena bila diamati kenaikan suhu ukur terjadi merata pada parameter suhu  $T_{h1}$ ,  $T_{h2}$ , dan  $T_{c2}$ , sehingga akan menyebabkan besaran nilai efektifitas radiator akan cenderung stabil.

#### **Keterbatasan Analisa**

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas radiator dengan menggunakan engine stand *DAIHATSU XENIA TYPE 1.3* dengan penahanan selama 30 menit sehingga dengan sendirinya analisa ini mempunyai banyak keterbatasan:

1. Hasil analisa ini hanya berlaku pada mesin *DAIHATSU XENIA TYPE 1.3* dengan penelitian tanpa beban dan penahanan waktu hanya 30 menit
2. Peralatan pengukur simulator mempunyai keterbatasan/rentan terhadap suhu yang tinggi sehingga hanya dibatasi hanya sampai suhu kerja pengambilan data maksimal  $90^{\circ}C - 93^{\circ}C$ .
3. Analisa ini hanya melibatkan parameter  $T_{h1}$ ,  $T_{h2}$ ,  $T_{c1}$ ,  $T_{c2}$ . Parameter  $m$  (laju aliran massa),  $c$  (kalor spesifik),  $u$  (koefisien perpindahan kalor menyeluruh) dan  $A$  (luas perpindahan penukar kalor) diabaikan. Keadaan ini dikarenakan terbatasnya alat

pengukur dalam simulator dan kurang referensi pendukung tentang penukar kalor (radiator) yang digunakan.

Keterbatasan analisa ini dengan sendirinya akan menyebabkan data-data hasil analisa ini hanya berlaku untuk ketentuan yang telah diuraikan diatas.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil percobaan, penelitian dan analisa data serta pembahasan maka dari uraian yang telah disampaikan didepan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengambilan data analisis pada menit pertama terlihat bahwa debit air yang semakin tinggi menjadikan nilai efektifitas radiator semakin meningkat (pada debit 0,028 m<sup>3</sup>/menit, 2500 rpm) sehingga dengan kata lain debit aliran air berpengaruh terhadap nilai efektifitas radiator. Debit yang semakin tinggi dikarenakan putaran mesin yang semakin tinggi pula sehingga menjadikan penyerapan kalor menjadi semakin maksimal. Hal ini ditandai dengan peningkatan suhu T<sub>c2</sub>, peningkatan tersebut menjadikan nilai efektifitas semakin tinggi.
- b. Pengambilan data pada menit pertama juga terlihat bahwa nilai efektifitas radiator untuk debit aliran 0,016 m<sup>3</sup>/menit dengan nilai efektifitas 0,581 merupakan nilai efektifitas tertinggi dibandingkan dengan nilai efektifitas debit yang lain. Pada debit 0,011 m<sup>3</sup>/menit nilai efektifitasnya 0,459 m<sup>3</sup>/menit.

- c. Pengambilan data penelitian dengan penahanan waktu 30 menit, terjadi peningkatan nilai efektifitas yang cukup signifikan pada menit pertama dan kesepuluh. Keadaan ini dikarenakan suhu-suhu kerja diambil pada menit pertama sedangkan pada kenyataannya suhu kerja terus meningkat sampai pada menit kesepuluh.
- d. Pengambilan data dengan penahanan untuk 30 menit, nilai efektifitas akan cenderung stabil dari menit kelima sampai pada menit ke 30. Kenaikan nilai efektifitas akan terjadi namun tidak terlalu signifikan.
- e. Pengambilan data debit 0,011 m<sup>3</sup>/menit (1000 rpm). Kenaikan nilai efektifitas pada menit kelima sampai ke 30 dikarenakan suhu mesin masih dingin untuk dilakukan pendinginan sehingga mengakibatkan penurunan parameter Th<sub>1</sub>. Hal ini menjadikan nilai efektifitas cenderung mengalami kenaikan yang lebih tinggi dibandingkan dengan debit aliran 0,016 m<sup>3</sup>/menit (2500 rpm)

### **Saran**

Simulator yang digunakan dalam analisa ini (*radiator tester*) masih banyak kekurangan, sehingga dibutuhkan juga banyak penyempurnaan. Penyempurnaan yang diharapkan ialah pada bagian yang memerlukan ketahanan panas yang lebih tinggi, mengingat alat ini dioperasikan untuk fluida dengan suhu relatif lebih tinggi.

Analisa ini dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan mengganti jenis radiator, mesin yang diuji atau jenis mesin

(*stand engine* dan *real engine*). Simulator *radiator tester* memerlukan perawatan dalam penggunaannya perawatan itu baik untuk peralatan ukur (*measurement equipment*) maupun peralatan pendukung lainnya.

#### **Daftar Pustaka**

- Holman JP. 1999. Perpindahan Kalor. Erlangga : Jakarta
- Drs. Daryanto. 2002. Perawatan Dan Pemeliharaan Kendaraan. Erlangga : Jakarta
- BPM. Arends. H. Brenschot. 1994. Motor Bakar. Erlangga. Jakarta
- PT. ASTRA DAIHATSU MOTOR.2008. D-STEP. Jakarta.
- <https://id.m.wikipedia.org/perpindahan.panas>