

PENGARUH ALIRAN AIR TERHADAP EFEKTIFITAS RADIATOR TOYOTA KIJANG 5-K

Ruslan Dalimunthe

Fakultas Teknik Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai
ruslan.dalimunthe@gmail.com

Abstract. Water cooling systems are often used in car type vehicles. In this system the water flow will depend on the pump performance. This pump works to pump fluid (water) circulating, while the pump works is driven by the engine through the aid of fan rope, where the engine pulleys as drivers and pumped pulleys as driven. On the machine will be simultaneous with a relatively quick spin pump will produce greater fluid pressure. Analysis model taken is to collect data, then data that is quantitative processed by way of classified and calculated by using formula applied. Results of analysis of test data obtained in the first minute shows that the higher the water flow makes the value of increasing the effectiveness of the radiator (the discharge 0.033 m³ / min, 3000 rpm) so that the flow rates affect the value of the effectiveness of the radiator. The radiator effectivity value for flow rate of 0.033 m³ / min with the effectiveness value of 0.188 is the highest effectiveness value compared with the other effectivity of the discharge. In tests with detention for 30 minutes, the effectiveness value will tend to be stable from the fifth to the 30th minute. On the debit 0.011 m³ / min (1000 rpm), increase in the value of the effectiveness in the fifth minute until the 30th due to engine temperature is still cool to do the cooling, resulting in a decrease in the parameters of Th1, it makes the value of the effectiveness tend to rise higher than the flow rate 0.016 m³ / min (1500 rpm) and 0.024 m³ / min (2000 rpm).

Key words: Radiator Effectiveness, Toyota Kijang 5-K, Water Flow.

Abstrak. Sistem pendingin air sering digunakan pada kendaraan jenis mobil. Pada sistem ini aliran air akan sangat bergantung pada kinerja pompa. Penelitian ini merupakan eksperimen yang dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang pengaruh aliran air terhadap efektifitas radiator pada motor bensin toyota kijang 5-K. Model analisis yang diambil adalah dengan mengumpulkan data, kemudian data yang bersifat kuantitatif diproses dengan cara diklasifikasikan dan dihitung dengan menggunakan rumus terapan. Visualisasi ini bertujuan untuk mempermudah penulisan maupun orang lain untuk memahami penelitian ini. Cara visualisasi dalam analisis data penelitian ini adalah dengan menampilkan data dalam bentuk diagram garis, sehingga dapat menggambarkan fenomena yang terjadi dengan jelas. Hasil analisis didapatkan data pengujian pada menit pertama terlihat bahwa debit air yang semakin tinggi menjadikan nilai efektifitas radiator semakin meningkat (pada debit 0.033 m³/menit, 3000 rpm) sehingga debit aliran air berpengaruh terhadap nilai efektifitas radiator. Nilai efektifitas radiator untuk debit aliran 0.033 m³/menit dengan nilai efektifitas 0.188 merupakan nilai efektifitas tertinggi dibandingkan dengan nilai efektifitas debit yang lain. Pada pengujian dengan penahanan untuk 30 menit, nilai efektifitas akan cenderung stabil dari menit kelima sampai ke-30. Pada debit 0.011 m³/menit (1000 rpm), Kenaikan nilai efektifitas pada menit kelima sampai ke-30 dikarenakan suhu mesin masih dingin untuk dilakukan pendinginan sehingga mengakibatkan penurunan parameter Th1, hal ini menjadikan nilai efektifitas cenderung mengalami kenaikan yang lebih tinggi dibandingkan dengan debit aliran 0.016 m³/menit (1500 rpm) dan 0.024 m³/ menit (2000 rpm).

Kata kunci: Aliran Air, Efektifitas Radiator, Toyota Kijang 5-K.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan bidang teknologi mesin sekarang ini, khususnya otomotif berkembang sangat pesat. Keadaan ini

dipicu oleh adanya tren yang selalu berkembang di masyarakat yang merupakan tuntutan teknologi itu sendiri. Perkembangan bidang inipun memang sesuatu merupakan imbas dari

perkembangan peradaban manusia itu sendiri. Hal ini didapat dari berbagai sudut pandang, salah satunya semakin banyak serta beragamnya teknologi- teknologi baru yang diciptakan.

Kemajuan bidang otomotif secara prinsip merupakan implikasi dari adanya tuntunan penggunaan otomotif itu sendiri. Tuntunan ini tentunya memerlukan pemenuhan baik dari segi kuantitas dan kualitas. Penggunaan otomotif secara umum menginginkan teknologi mesin yang dapat dipergunakan pada segala variasi jenis medan tempuh, ramah lingkungan, terbuat dari bahan yang dapat didaur ulang (*recycle*), serta mempunyai umur (*tool life*) yang relatif lebih lama. Produsen otomotif berkewajiban untuk memenuhi tuntunan tersebut dengan selalu memerlukan perkembangan produk-produk mereka (Daryanto, 2013) terintegrasi. Suatu mesin di dalamnya terdapat beberapa sistem pendukung yang bekerja sekaligus. Sistem-sistem tersebut antara lain:

1. Sistem Kelistrikan
2. Sistem Bahan Bakar
3. Sistem Pelumasan
4. Sistem Pendingin.

Sistem di atas tersebut melakukan kerja secara bersamaan sehingga menghasilkan kerja mesin yang merupakan output dari mesin itu sendiri. Sistem pelumasan dan pendingin merupakan sistem pendukung dari kerja mesin. Kedua sistem itu bukanlah sistem utama yang menjadi dasar mesin (*engine*) untuk melakukan kerja dan usaha, namun demikian kedua sistem ini mempunyai fungsi yang sangat vital. Pelumasan dan pendingin secara garis besar sebagai pelindung kerja mesin, sehingga kinerjanya dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang relatif lebih lama.

Sistem pelumasan merupakan sistem yang berfungsi sebagai media pelumas bagian-bagian mesin (*engine*) yang bergerak sebagai pendukung kerja. Mesin

akan dapat bekerja apabila komponen-komponen pendukung didalamnya bergerak (*moving part*). Gerakan-gerakan komponen tersebut menghasilkan gerakan yang pada akhirnya menimbulkan keausan pada komponen-komponen mesin. Keausan tersebut pada akhirnya mengurangi kinerja mesin.

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

Sistem pendingin 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 kerja pompa digerakkan oleh *engine* melalui bantuan tali kipas (*van belt*), di mana puli mesin sebagai *driver* dan puli pompa sebagai *driven*. Pada mesin akan simultan dengan putaran pompa yang relatif cepat akan menghasilkan tekanan fluida semakin besar.

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

Radiator tester merupakan alat bantu pengukuran yang terintegrasi, yang

didalamnya terdapat beberapa alat *instrumen* pengukur. Alat ini dibuat untuk melakukan pengukuran sebagai langkah dalam proses penelitian ini. Alat ini dapat mudah dipasangkan pada setiap mesin, baik itu mesin *engine stand* maupun pada mesin mobil yang sesungguhnya. Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian “Pengaruh Aliran Air Terhadap Efektifitas Radiator Pada Mobil Bensin Toyota Kijang 5-K”.

II. KAJIAN TEORI

Sistem Pendinginan

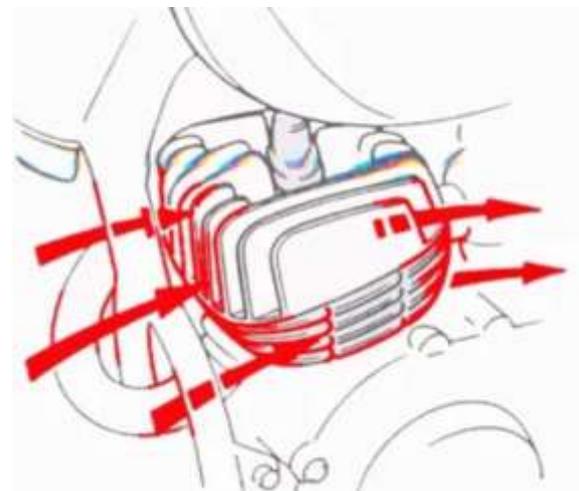
Sistem pendinginan dalam mesin kendaraan adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi yang ideal. Mesin pembakaran dalam (maupun luar) melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan dengan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak. Mesin bukan instrumen dengan efisiensi sempurna, panas hasil pembakaran tidak semuanya terkonversi menjadi energi, sebagian terbuang melalui saluran pembuangan dan sebagian terserap oleh material disekitar ruang bakar.

Mesin dengan efisiensi tinggi memiliki kemampuan untuk konversi panas hasil pembakaran menjadi energi yang diubah menjadi gerakan mekanis, dengan hanya sebagian kecil panas yang terbuang. Mesin selalu dikembangkan untuk mencapai efisiensi tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan faktor ekonomis, daya tahan, keselamatan serta ramah lingkungan.

Proses pembakaran yang berlangsung terus menerus dalam mesin mengakibatkan mesin dalam kondisi temperatur yang sangat tinggi. Temperatur sangat tinggi akan mengakibatkan desain mesin menjadi tidak ekonomis, sebageian besar mesin juga berada di lingkungan yang tidak terlalu jauh dengan manusia sehingga, menurunkan

faktor kewanan. Temperatur yang sangat rendah juga tidak terlalu menguntungkan dalam proses kerja mesin. Sistem pendinginan digunakan agar temperatur mesin terjaga pada batas temperatur kerja yang ideal.

Prinsip pendinginan adalah melepaskan panas mesin ke udara, tipe langsung dilepaskan ke udara disebut pendingin udara (*air cooling*), tipe menggunakan fluida sebagai perantara disebut pendinginan air (*water cooling*).



Gambar 1. Sistem Pendinginan Udara (Air Cooling Sistem)

Untuk menciptakan aliran udara, ada dua cara yang dapat ditempuh yaitu menggerakkan udara atau siripnya. Apabila sirip pendinginnya yang digerakkan berarti mesinnya harus bergerak seperti mesin yang dipakai pada sepeda motor. Untuk mesin-mesin stasioner dan mesin-mesin yang penempatannya sedemikian rupa sehingga sulit untuk mendapatkan aliran udara, maka diperlukan blower yang fungsinya untuk menghembuskan udara. Penempatan blower yang poros engkol memungkinkan aliran udara yang sebanding dengan putaran mesin sehingga proses pendinginan dapat berlangsung sempurna.

Komponen-komponen Sistem Pendingin Air

Sistem pendingin air memiliki bagian-bagian yang bekerja secara integrasi satu dengan lainnya, komponen-komponen tersebut akan bekerja untuk mendukung kerja sistem pendinginan air, antara lain:

1. Radiator

Radiator adalah alat yang berfungsi sebagai alai untuk mendinginkan air yang telah menyerap panas dari mesin dengan cara membuang panas atau air tersebut melalui sirip-sirip pendinginnya (Daryanto, 2013). Konstruksi radiator terdiri dari:

- Tangki atas
- Inti radiator (Radiator Core)
- Tangki Bawah
- Tutup Radiator.

2. Pompa Air

Alat ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat peerbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan yang terdapat pada pompa. Jenis pompa air yang digunakan oleh mesin melalui sebuah tali kipas pompa ini dapat berputar karena digerakkan oleh mesin sebuah tali kipas (V-Belt) (Daryanto, 2013).

3. Kipas (*Fun*)

Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dirambatkan dengan mudah ke udara. Aliran udara pada mesin-mesin kendaraan selalu paralel dengan gerakan kendaraan, tetapi arahnya berlawanan. Pemasangan kipas biasanya dibagi depan dari poros pompa air sehingga putaran dari kipas sama dengan putara pompa air yang selanjutnya menyebabkan aliran udara sesuai dengan putaran mesin. Untuk

menyesuaikan antara kecepatan putar dari mesin dengan kecepatan pengaliran udara yang dapat menyerap panas dari radiator, maka besar dan jumlah daun kipas dibuat sesuai dengan kebutuhan mesin (Daryanto, 2013).

Kipas pada kontruksi yang lain adakalnya digerakkan menggunakan motor listrik, hal ini untuk mencegah terjadinya over cooling. Kerja dari motor listrik ini tergantung dari temperatur air pendingin yang mengatur aliran arus listrik dari baterai ke motor. Cara kerja dari sistem ini ialah apabila temperatur air pendingin naik mencapai maka arus listrik akan mengalir yang mengakibatkan kipas akan berputar, dalam proses kerjanya sistem ini dilengkapi dengan relay dan water temperatur switvh sebagai kontrol pengendalinya (Suprpto, 1999).

4. Katup *Thermostat*

Secara ideal air pendingin apabila suhu ideal mesin telah dicapai, dengan kata lain apabila air pendingin dibuat bersirkulasi pada suhu masih remdah maka suhu air pendingin sukar mencapai idealnya. Sistem pendingin dilengkapi dengan katup thermostat yang berfungsi sebagai penahan air pendingin pada suhu rendah dan membuka saluran air pendingin dari mesin ke radiator dan ke mesin pada saat mesin telah mencapai suhu idealnya.

Pemasangan katup ini biasanya pada saluran air keluar dari mesin ke radiator yang dimasukkan agar lebih mudah untuk melakukan proses kerjanya. Cara kerja dari katup thermostat ini ialah pada saat air pendingin suhunya masih rendah katup akan tetap pada posisi tertutup jika temperatur air pendingin mulai naik sekitar

sampai dengan lilin di dalam katup thermostat akan memuai dan menekan karet, keadaan ini akan mengubah bentuk dan menekan poros katup sehingga akan membuat posisi katup menjadi terbuka. Untuk mengatasi tekanan air yang berlebihan pada saat katup *thermostat* masih tertutup, maka dibuatkan saluran pintas ke saluran pompa air (Daryanto, 2013).

5. Mantel Pendingin (*Water Jacket*)

Mantel pendingin dapat digunakan secara sederhana sebagai sebuah ruangan yang berada di sekeliling silinder mesin dan kepala silinder mesin. Keberadaan bagian ini berfungsi untuk mendinginkan silinder dan kepala silinder mesin. Proses pertukaran panas berlangsung pada bagian ini, di mana panas yang berada pada silinder dan kepala silinder mesin akan diserap air yang bersirkulasi melewati bagian mantel air ini. Mantel pendingin ini secara konstruksi berhubungan dengan tangki radiator (Maleev, 1982).

6. Cairan Pendingin

Fluida atau cairan pendingin yang biasa dipakai ialah air. Fluida ini dalam proses pendingin akan bergerak atau disirkulasikan untuk mengambil panas yang berasal dari pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin yang kemudian akan didinginkan pada radiator.

Konveksi Paksa di Dalam Pipa

Pemanasan serta pendinginan fluida yang mengalir di dalam saluran merupakan satu diantara perpindahan panas yang terpenting dalam perindustrian. Bila koefisien perpindahan panas untuk geometri tertentu serta kondisi aliran yang telah ditetapkan diketahui (Kreith, 1991).

Penjelasan kualitatif mengenai perilaku fluida dapat diberikan dengan mengamati medan fluida yang ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.

Pada saluran aliran fluida sepenuhnya turbulen kecuali dalam suatu lapisan yang tipis yang berbatasan dengan dinding. Tanda panah berbentuk lingkaran adalah aliran turbulen yang menyapu tepi lapisan laminar. Pusaran itu mencampur fluida yang lebih panas dan yang lebih dingin lebih efektif, sehingga panas berpindah secara cepat antara tepi lapisan batas laminar dan fluida yang turbulen. Tahanan thermal lapisan laminar mengendalikan laju perpindahan panas, sebaliknya medan aliran turbulensi memberikan tahanan yang kecil terhadap aliran panas.

Cara efektif yang dapat ditempuh ialah dengan menaikkan koefisien perpindahan panas dan mengurangi tahanan thermal lapisan batas laminar. Hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan turbulensi di dalam aliran utama sehingga pusaran turbulen dapat menembus jauh ke dalam lapisan laminar.

Cara yang efektif yang dapat ditempuh ialah dengan menaikkan koefisien perpindahan panas dan mengurangi tahanan thermal lapisan batas laminar. Hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan turbulensi di dalam aliran utama sehingga pusaran turbulen dapat menembus jauh ke dalam lapisan laminar. Kenaikan turbulensi disatu sisi juga mengakibatkan kerugian energi yang besar dalam peningkatan tekanan gesek fluida dalam saluran, sehingga dibutuhkan kecepatan aliran fluida relatif tinggi yang akan menghasilkan koefisien perpindahan panas yang tinggi pula.

Penukar Panas

Penukar ialah suatu alat yang menghasilkan perpindahan panas dari suatu

fluida ke fluida yang lainnya. Jenis dari penukar panas secara umum ialah :

1. Penukar panas yang menggunakan pencampuran fluida secara langsung
 - Pemanas air pengisi ketel terbuka (*Open Feed-water heater*)
 - Pemanas lanjut (*de-super heater*)
 - Kondensor jet (*Jet condensor*)
2. Penukar panas di mana suatu fluida terpisah dengan fluida yang lainnya melalui suatu dinding atau sekat biasa disebut dengan *recuperator*
 - Kondensor (*condenser*)
 - Alat penguapan (*Evaporator*)

Penukar panas jenis ini juga termasuk didalamnya terdapat suatu medan luas penukar panas cangkang dan pipa (*shell and tube*) biasa. Tipe penukar panas yang paling sederhana ialah terdiri dari sebuah pipa konsentrik didalam pipa lainnya yang merupakan cangkang untuk susunan ini, salah satu fluida mengalir melalui pipa dalamnya sedangkan fluida yang lainnya mengalir melalui cincin yang berbentuk diantara pipa dalam dan pipa luar.

Kedua aliran fluida ketika melintasi penukar panas hanya sekali sehingga disebut susunan penukar panas satu lintas (*single pas*). Penukar jenis ini mempunyai berbagai variasi aliran yaitu :

- Penukar panas aliran searah (*parallel flow*)
- Penukar panas aliran berlawanan (*counter flow*)
- Penukar panas aliran lintang/saling tegak lurus (*cross flow*)

Untuk penukar panas jenis *cross flow* terdapat jenis penukar panas di mana fluida yang bekerja di dalamnya tidak bercampur (*unmixed*) sewaktu melintasi penukar panas tersebut yang mengakibatkan suhu fluida yang meninggalkan penampang pemanas tidak seragam, pada satu sisi lebih panas dari sisi yang lainnya. Pemanas bertipe

pelat datar merupakan jenis penukar panas seperti yang telah diuraikan di atas. Tipe penukar panas ini banyak digunakan pada mekanisme *heat changer* radiator kendaraan.

III. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian dalam penelitian ini adalah eksperimen. Jenis penelitian eksperimen adalah dengan memanipulasi suatu variabel yang sengaja dilakukan peneliti untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut (Arikunto, 2013). Eksperimen yang dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang pengaruh aliran air terhadap efektifitas radiator pada motor bensin toyota kijang 5-K.

Pola pendekatan yang diambil dalam penelitian ini ialah dengan *One Shot Model* dimana pendekatan hanya menggunakan satu kali pengumpulan data. Data tersebut diambil dari proses penelitian terhadap Mesin Toyota Kijang 5-K. Sehingga dengan kata lain pengambilan data dilakukan pada waktu tertentu dengan satu obyek penelitian.

Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan Penelitian dilakukan pada bulan 25 April- 25 Agustus 2017. Tempat penelitian dilakukan di Bengkel Hidup Baru Pringsewu.

Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Simulator Penelitian
2. Persiapan Pengujian
3. Pelaksanaan Pengujian
4. Rancangan Percobaan.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini bersifat eksploratif yang bertujuan untuk melihat fenomena atau keadaan tertentu. Model analisis yang diambil adalah dengan mengumpulkan data, kemudian data yang bersifat kuantitatif diproses dengan cara diklasifikasikan dan dihitung dengan menggunakan rumus terapan. Data tersebut selanjutnya diproses lebih lanjut untuk kepentingan visualisasi datanya. Visualisasi ini bertujuan untuk mempermudah penulisan maupun orang lain untuk memahami penelitian ini. Cara visualisasi dalam analisis data penelitian ini adalah dengan menampilkan data dalam bentuk diagram garis, sehingga dapat menggambarkan fenomena yang terjadi dengan jelas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian ini didapatkan dari data hasil eksperimen yang dilakukan di Bengkel Hidup Baru Pringsewu. Mesin yang digunakan untuk pengambilan data penelitian ini adalah mesin mobil bensin Toyota Kijang 5-k tahun 1998 dengan spesifikasi terlampir. Pengambilan data eksperimen ini dilakukan dengan cara mengukur suhu yang bekerja pada instrumen *radiator tester*. Suhu tersebut adalah sebagai berikut:

Th1 : keluar dari mesin masuk radiator

Th2 : keluar radiator masuk ke mesin

Ukur temperatur aliran udara

Tc1 : di depan radiator (udara yang menumbuk radiator)

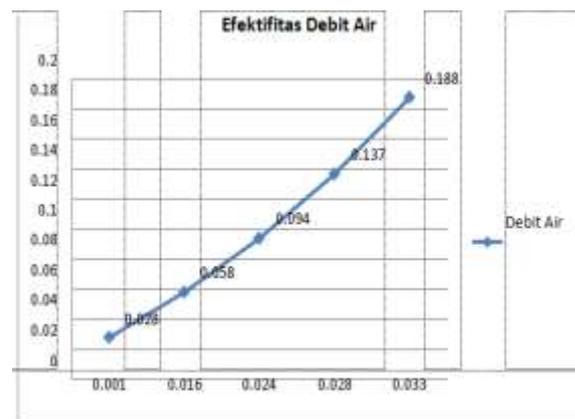
Tc2 : di belakang radiator (udara yang keluar dari radiator)

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *thermometer* raksa, *thermometer* digital *anemometer*. Data dari suhu yang bekerja digunakan untuk

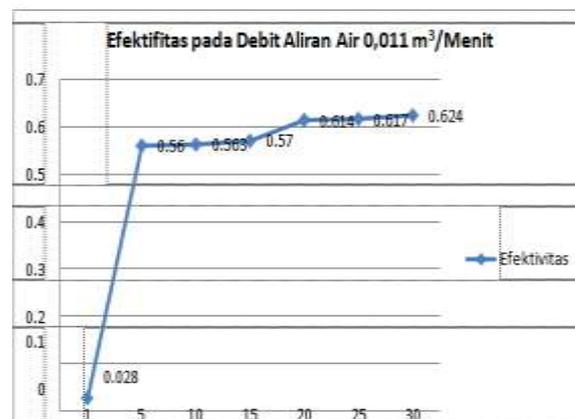
menghitung efektifitas radiator dengan rumus:

$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}}$$

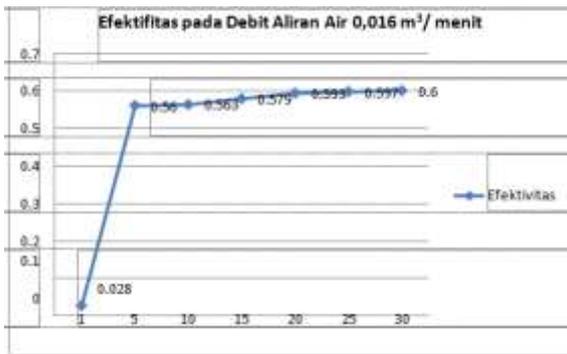
Waktu untuk melakukan penahanan (*holding time*) pada penelitian ini selama 30 menit dengan rincian pembagian (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30) menit. Untuk putaran mesin (1000, 1500, 2000) rpm atau untuk debit aliran air (0.011, 0.016, 0.024) m³ / menit. Pengambilan data secara keseluruhan (1000, 1500, 2000, 2500, 3000) rpm atau untuk variasi debit aliran air (0.011, 0.016, 0.024, 0.028, 0.033) m³/menit hanya pada satu menit pertama. Pertimbangan ini dilakukan untuk keamanan (*safety*) simulator *radiator tester* yang digunakan.



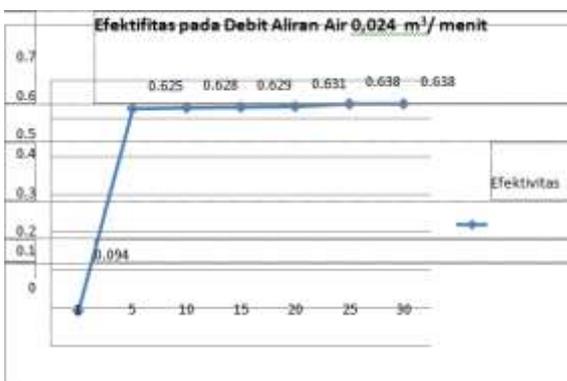
Gambar 2. Grafik Efektifitas pada Debit Aliran



Gambar 3. Grafik Efektifitas pada Debit Aliran Air 0,011 m³/Menit



Gambar 4. Grafik Efektifitas pada Debit Aliran Air 0,016 m³/ menit



Gambar 5. Grafik Efektifitas pada Debit Aliran Air 0,024 m³/menit

Proses pengambilan data secara keseluruhan pada (1000, 1500, 2000, 2500, 3000) rpm atau untuk variasi debit aliran air (0.011, 0.016, 0.024, 0.028, 0.033)m³/menit menggunakan suhu acuan 60°C untuk suhu mulai menghidupkan mesin, jadi mesin mulai dihidupkan bila indikator Th1 menunjukkan angka 60°C dan pengambilan data suhu dilakukan sesaat pada suhu Th1 menunjukkan angka 70°C.

Proses pengambilan data untuk debit (0.011, 0.016, 0.024) m³/menit atau pada putaran *engine* (1000, 1500, 2000) rpm mungkin untuk dilakukan dengan mekanisme pengambilan data seperti di atas karena panas merambat dengan perlahan, namun untuk debit aliran air (0.028, 0.033) m³/menit atau pada putaran *engine* (2500, 3000) rpm, suhu merambat dengan cepat sehingga dipakai suhu acuan Th1 menunjukkan angka 75° C.

Berdasarkan uraian hasil eksperimen grafik 1 untuk debit secara keseluruhan terlihat bahwa semakin tinggi putaran mesin semakin tinggi pula panas yang dihasilkan oleh pembakaran gas di dalam silinder dan ruang bakar. Panas ini nantinya akan diserap oleh aliran air yang bersirkulasi (dipompakan), dengan analogi bahwa semakin tinggi putaran mesin semakin tinggi pula putaran pompa yang mengakibatkan semakin banyaknya fluida yang dialirkan untuk menyerap panas, sehingga semakin banyak pula panas yang diserap oleh air (*cooling effect*).

Proses mengalirnya fluida dalam pipa sebagian besar adalah turbulen, kecuali pada daerah tepi lapisan aliran cenderung laminar. Pusaran turbulensi ini mempercepat perpindahan panas yang terjadi antara tepi lapisan batas laminar dengan aliran fluida yang turbulen (pusaran) (Kreith, 1991).

Tahanan *thermal* lapisan laminar mempunyai tahanan yang besar terhadap perpindahan panas, sebaliknya aliran turbulen memiliki tahanan yang kecil terhadap perpindahan panas. Sehingga cara yang efektif untuk menaikkan koefisien perpindahan panas ialah dengan mengurangi tahanan *thermal* lapisan batas laminar. Keadaan ini dapat diciptakan dengan cara meningkatkan turbulensi aliran di dalam pipa. Kenaikan turbulensi meningkatkan pula kerugian gesek aliran fluida di dalam pipa, sehingga menyebabkan penurunan tekanan fluida di dalam pipa. Dengan melihat fenomena tersebut maka untuk mengurangi kerugian gesek dan untuk meningkatkan koefisien perpindahan panas diperlukan kenaikan kecepatan aliran fluida di dalam pipa (Kreith, 1991).

Berdasar uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan aliran berpengaruh terhadap proses perpindahan panas dari dinding ke fluida yang bersirkulasi sehingga semakin banyak pula

kalor yang dapat diserap Penyerapan kalor yang sesungguhnya akan terjadi pada radiator dimana air akan didinginkan oleh udara yang dihembuskan oleh *blower* (*heating effect*), sehingga dengan demikian akan terjadi selisih panas yang cukup besar antara T_c dengan T_{c1} .

Besaran suhu T_c besar, karena parameter suhu T_{c1} cenderung tidak mengalami perubahan yang cukup 1 merupakan suhu udara luar yang dihembuskan sehingga apabila dimasukkan ke persamaan atau rumus di atas 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 kemudian akan menjadikan efektifitas radiator semakin tinggi pula.

Pengambilan data dengan menggunakan penahanan (*holding time*) selama 30 menit didasari adanya keinginan untuk melihat adanya tren pendinginan apabila dilakukan penahanan dalam waktu yang cukup lama (30 menit). Keadaan ini merupakan pengembangan percobaan lebih lanjut dari pengambilan data pada menit pertama. Pengambilan data pada percobaan ini diamati pada tiap kelipatan lima menit.

Berdasarkan uraian hasil data eksperimen didapatkan kenyataan bahwa nilai efektifitas akan meningkat cukup tinggi antara menit pertama sampai menit kelima. Hal ini dimungkinkan pada saat pengambilan data untuk besarnya suhu T_{c2} akan meningkat sebanding dengan lamanya waktu penahanan selama lima menit. Hal inilah yang tidak 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 rumus bahwa parameter suhu T_{c2} merupakan pembilang sehingga apabila besaran T_{c2} 50 meningkat akan menyebabkan hasil yang berupa nilai efektifitas radiator akan meningkat pula. Keadaan ini berlaku untuk ketiga variasi debit aliran (0.011, 0.016, 0.024) m³/menit.

Pengambilan data eksperimen untuk penahanan (*holding time*) pada menit kelima sampai menit ke 30 menunjukkan adanya kestabilan nilai efektifitas radiator. Kestabilan nilai efektifitas ini merupakan suatu hal yang wajar karena bila diamati kenaikan suhu ukur terjadi merata pada parameter suhu T_h T_c , sehingga akan menyebabkan besaran nilai efektifitas radiator akan cenderung stabil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan, pengujian dan analisis data serta pembahasan maka dari uraian yang telah disampaikan di depan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengambilan data pengujian pada menit pertama terlihat bahwa debit air yang semakin tinggi menjadikan nilai efektifitas radiator semakin meningkat (pada debit 0.033 m³/menit, 3000 rpm) sehingga dengan kata lain debit aliran air berpengaruh terhadap nilai efektifitas radiator.
2. Pengambilan data pada menit pertama juga terlihat bahwa nilai efektifitas radiator untuk debit aliran 0.033 m³/menit dengan nilai efektifitas 0.188 merupakan nilai efektifitas tertinggi dibandingkan dengan nilai efektifitas debit yang lain.

3. Pengambilan data debit 0.011 m³/menit (1000 rpm), hal ini menjadikan nilai efektifitas cenderung mengalami kenaikan yang lebih tinggi dibandingkan dengan debit aliran 0.016 m³/menit (1500 rpm) dan 0.024 m³/menit (2000 rpm).

Saran

Ada beberapa saran yang dapat disampaikan diantaranya sebagai berikut :

1. Simulator yang digunakan dalam penelitian 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 yang relatif lebih tinggi.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan mengganti jenis radiator, mesin yang diuji ataupun jenis mesin (stand engine atau real engine).
3. Simulator radiator tester memerlukan perawatan dalam penggunaannya. Perawatan itu baik untuk peralatan ukur (measurement equipment) maupun peralatan pendukung lainnya.

Toyota Kijang Tipe 5K. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*. 4(2).

Holman. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering* 3ed. New Jersey: Prentice Hall.

Kreith, Frank. 1991. *Prinsip Prinsip Perpindahan Panas, Edisi ketiga*. Penerjemah Hendragani Mega. Jakarta: Erlangga.

Maleev NL. 1982. *Internal Combustion Engine*. Mc Graw Hill.

Suprpto. 1999. *Motor Bakar*. Bandung: Angkasa.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Daryanto. 2013. *Reparasi Sistem Pendinginan Mesin Mobil*. Jakarta: Bumi Aksari.

Simamora, David Fraim. 2014. Analisis Efektifitas Radiator Pada Mesin