



Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Volume 1 No. 1 (2018)

ANALISA PENGARUH KECEPATAN AIR RADIATOR DAN JUMLAH PIPA TERHADAP EFEKTIVITAS PENYERAPAN PANAS PADA MESIN MOTOR BENSIN

M. Adib Misbakhul Islam

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Dusun Ponggok, Desa Banjarsari, Kec. Perak. Kab. Jombang
email: adibsipemimpi@com.

ABSTRAK

Nowadays, motorcycle was the most popular ride, it because motorcycle was easy to use and cheap. The component of motorcycle is frame, electricity, and machine. There was a cooling system in machine is used to cool the machine when heat. Main function was to stabilize the temperature of machine. Because of the problem above, there is an idea to design a radiator with varian of fluid velocity nad pump. This research method is used to analyze the influence of fluid velocity and amount of pipe variation of motorcycle radiator. Each of fluid velocity is $0,000019 \text{ m}^3/\text{min}$, $0,000026 \text{ m}^3/\text{min}$, and $0,000032 \text{ m}^3/\text{min}$. And amount variable of pipe is 12, 15, and 18. The examiner tries to do this observation in each variable for three times on 10 minutes. From the statement above, it can assume that the higher value of fluid velocity and pipes of radiator. The efectiveness of heat absorption is about comparing in-out temperature of fluid and in-out temperature of the air. The higher value was $0.5389 \text{ m}^3/\text{min}$ with the much pipes and the higher of fluid velocity.

Keywords: *Fluid velocity, pipe radiator and efectivness of heat absorption*



PENDAHULUAN

Sepeda motor menjadi kendaraan yang populer beberapa tahun terakhir. Dalam lima hingga tujuh tahun terakhir ada sekitar tiga juta lebih sepeda motor yang terjual dalam setiap tahunnya. Sepeda motor menjadi kendaraan yang banyak diminati karena efektif, efisien, gesit di jalan raya serta murah biaya perawatannya. Hal tersebut dikarenakan komponen yang relatif lebih kecil dan tidak memerlukan teknisi khusus.

Secara struktural sepeda motor terdiri dari 3 komponen besar yakni rangka, kelistrikan dan mesin. Rangka berguna melindungi mesin dan kelistrikan. Kelistrikan berkaitan dengan mesin. Dan mesin sebagai sumber tenaga penggerak sepeda motor. Sistem yang terdapat pada mesin terdiri dari bahan bakar, sistem pelumasan, sistem pembuangan dan sistem pendinginan.

Sistem pendinginan mesin pada motor berada di radiator dimana bahan pendinginnya menggunakan cairan fluida sebagai alat penukar panas. Cara kerja radiator adalah mengubah suhu panas yang dikeluarkan oleh mesin setelah diserap oleh fluida dan mengalir ke radiator melalui pipa-pipa untuk didinginkan kemudian dialirkan kembali ke mesin agar mesin motor tetap dalam kondisi stabil. Hal tersebut menyebabkan suhu cairan fluida pada radiator menurun sedangkan suhu udara di sekitarnya meningkat (Asep, 2008). Konsep utamanya adalah menjaga suhu mesin agar tidak terlalu panas sehingga kerja mesin menjadi maksimal dan mesin lebih awet.

Efektivitas radiator diartikan sebagai seberapa cepat radiator menurunkan suhu mesin dengan membandingkan suhu udara di sekitar radiator, suhu cairan yang masuk ke radiator, dan suhu cairan saat keluar dari radiator (Holman dalam Nazaruddin, 1999). Kestabilan nilai efektifitas radiator tersebut merupakan suatu hal yang wajar untuk diamati, kenaikan suhu ukur terjadi merata pada parameter suhu air yang keluar dari mesin, suhu air yang keluar radiator masuk ke mesin dan suhu udara di belakang radiator, sehingga menyebabkan besaran nilai efektifitas radiator cenderung stabil (Nazaruddin, 1999).

Dan penelitian ini bermaksud untuk untuk “*Menganalisa Pengaruh Kecepatan Air Radiator dan Jumlah Pipa terhadap Efektivitas Penyerapan Panas pada Mesin Motor Bensin*”.

Pengertian Radiator

Radiator merupakan alat penukar panas yang digunakan untuk memindahkan energi panas dari satu medium ke medium lainnya dengan tujuan mendinginkan maupun memanaskan. Radiator pada umumnya digunakan pada kendaraan bermotor. Namun tidak jarang radiator juga digunakan pada mesin yang memerlukan pendinginan ekstra seperti pada mesin produksi atau mesin yang bekerja dalam kondisi berat dan lama. Pada kendaraan baik motor atau mobil, radiator pada umumnya terletak di depan dan berada di dekat mesin atau pada posisi manapun yang menguntungkan bagi sistem pendinginan. Hal ini bertujuan agar mesin mendapatkan pendinginan yang

maksimal sesuai yang dibutuhkan mesin.

(<https://id.wikipedia.org/wiki/Radiator> diakses pada tanggal 06 Juni 2017).

Fungsi radiator pada sepeda motor adalah sebagai komponen pendingin agar performa kuda besi tetap tinggi sekaligus efisien. Oleh karena itu radiator motor sering disebut dengan *cooling system*. Panas dihasilkan mesin diserap oleh cairan atau *radiator coolant* yang bersirkulasi pada *water jacket* di silinder dan kepala silinder. Lalu, cairan panas ini akan didorong/disedot menuju radiator. Di komponen yang terbuat dari banyak pipa kecil ini, cairan akan tersebar. Karena banyak sirip yang dilalui angin, maka suhu otomatis turun. Kemudian, cairan yang sudah didinginkan akan berputar kembali ke dalam mesin.

Radiator terdiri dari *upper tank*, *lower water tank* dan *radiator core* pada. Jika cairan sudah bersirkulasi namun suhu tetap tinggi, maka kinerja radiator akan dibantu *extra fan* atau kipas tambahan. Fungsinya, tentu untuk menyedot udara dari depan radiator, sehingga pendinginan bisa berlangsung dengan

maksimal(<https://id.wikipedia.org/wiki/Radiator> diakses pada tanggal 02 Juli 2017). Komponen-komponen radiator dijelaskan lebih banyak yakni:

1. Tutup Radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air lebih tinggi dari tekanan udara luar. Selain fungsi tersebut, komponen ini juga berfungsi untuk mempertahankan air pendingin di dalam sistem agar tetap penuh walaupun mesin dalam keadaan panas atau dingin. Agar fungsi tersebut terjaga maka tutup radiator
2. *Thermostat*. Komponen ini memiliki fungsi untuk mempercepat terjadinya suhu kerja pada mesin saat mesin masih dingin dan juga berfungsi untuk mempertahankan mesin selalu pada suhu kerjanya. *Thermostat* yang ada pada radiator motor biasanya dipasang antara radiator dan sirkuit pendingin (*silinder block* dan *silinder head*). Komponen ini bekerja seperti katup otomatis yang bekerja berdasarkan panas, dimana pada waktu dingin katup akan menutup dan pada waktu panas katup akan terbuka.
3. Kipas Pendingin Pada Radiator Motor. Radiator pada motor didinginkan oleh aliran udara luar yang mengalir melewati sirip-siripnya. Pada saat kendaraan berhenti aliran udara tidak akan cukup untuk mendinginkan radiator. Hal yang harus diperhatikan untuk mengatasi masalah ini maka dibelakang radiator dipasang kipas pendingin untuk membantu agar aliran udara selalu cukup untuk mendinginkan radiator.
4. Tangki Cadangan disebut juga dengan *reservoir* yang dihubungkan ke radiator melalui selang *overflow*. Komponen ini memiliki fungsi untuk menjaga agar volume air pendingin yang ada pada radiator tetap dalam keadaan stabil.

5. Pompa Air atau *water pump* merupakan komponen dengan fungsi mensirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran hisap dengan saluran tekanan yang terdapat pada pompa. Pompa yang umumnya digunakan pada radiator motor adalah tipe sentrifugal.
6. Selang Radiator memiliki fungsi sebagai penghubung antara radiator dan blok mesin. Selang radiator ada 2 yaitu *upper hose* berfungsi mengalirkan air panas dari mesin ke radiator, dan yang kedua ada *lower hose* berfungsi untuk menyalurkan air yang sudah didinginkan kembali ke mesin.
7. *Water Jacket* merupakan komponen terakhir yang ada pada radiator yang memiliki fungsi sebagai saluran-saluran tempat air mengalir di blok mesin.

Prinsip Kerja Radiator Sebagai Pembuangan Panas Mesin

Panas mesin terpusat pada ruang bakar/silinder yang merupakan hasil dari proses pembakaran udara dan bahan bakar. Panas di ruang mesin ini dipindahkan dari sisi dalam silinder ke *water jacket* secara konduksi. Kemudian panas pada *water jacket* diteruskan ke fluida pendingin (air) secara konveksi, akibatnya air menjadi panas. Air pendingin yang telah panas ini disirkulasikan (dipompakan) ke radiator untuk didinginkan lagi agar mampu menyerap panas kembali.

Air panas masuk radiator ke *upper tank* melalui *upper hose*, selanjutnya ke *lower tank* melalui *tube*

(pipa kapiler) pada *radiator core* dan keluar dari *lower tank* melalui *lower hose* sudah berupa air dingin. Air yang telah didinginkan tersebut kembali disirkulasikan ke sepanjang *water jacket* dan melakukan penyerapan panas seperti diuraikan di atas.

Proses pembuangan panas air radiator terjadi pada *radiator core*. Air panas yang mengalir pada *tube* memindahkan panas dari air (fluida pendingin) ke permukaan dalam *tube* secara konveksi. Panas selanjutnya dipindahkan dari permukaan dalam ke permukaan luar *tube* secara konduksi, dan diteruskan lagi dari permukaan luar *tube* ke *fin* (kisi-kisi radiator) secara konduksi juga. Panas dari *fin* radiator dipindahkan ke udara luar secara konveksi (Made Ricki Murti, 2008).

Proses Pembuangan Panas pada Radiator

Besar pembuangan panas radiator adalah suatu nilai yang menunjukkan besarnya panas pada air radiator yang dapat dibuang ke udara luar. Persamaan yang digunakan untuk menghitung adalah (Made Ricki Murti, 2008):

$$q = m \cdot C_p (T_{h, in} - T_{h, out})$$

Keterangan:

q	=Laju perpindahan panas (W)
m	=Laju aliran massa air (kg/s)
C _p	=Kalor spesifik fluida air (kJ/kg °C)
T _{h, in}	=Temperatur air saat masuk radiator (K)
T _{h, out}	=Temperatur air saat keluar radiator (K)

Perpindahan panas yang terjadi pada mesin radiator merupakan perpindahan energi dari suatu daerah lainnya sebagai akibat dari perbedaan temperatur antar daerah tersebut. Pada mesin radiator, perpindahan panas terjadi melalui 2 cara yaitu:

1. Konduksi. Perpindahan panas konduksi merupakan perpindahan energi yang terjadi pada media padat atau fluida yang diam sebagai akibat dari perbedaan temperatur. Hal ini merupakan perpindahan energi dari partikel yang lebih energik ke partikel yang kurang energik pada benda akibat interaksi antar partikel partikel. Energi ini di hubungkan dengan pergerakan translasi, sembarang, rotasi dan getaran dari molekul molekul. Temperatur lebih tinggi berarti molukul lebih berenergi memindahkan energi ke temperatur lebih rendah (kurang energi). Untuk konduksi panas, persamaan aliran dikenal dengan hukum *Fourier* (Made, 2008).

Jika kondisi pada dinding datar laju perpindahan panas satu dimensi adalah sebagai berikut:

$$Q_{kond} = -K.A \frac{dT}{dx}$$

Keterangan:

Q_{kond} = Besar laju perpindahan konduksi (W)

K = Konduktivitas thermal bahan (W/m.K)

A = Luas permukaan perindahan panas (m²)

$\frac{dT}{dx}$ = Temperatur Gradient

(-) = Perpindahan panas dari temperatur tinggi ke temperaturerendah

2. Konveksi. Perpindahan panas konveksi adalah suatu perpindahan panas yang terjadi antara suatu permukaan padat dan fluida yang bergerak atau mengalir akibat adanya temperatur. Secara umum konveksi dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

a. Konveksi bebas (*free convection*) atau natural

konveksi, yaitu konveksi dimana aliran fluida terjadi bukan karena dipaksa oleh suatu alat, tetapi disebabkan karena gaya apung (*bouyancy force*).

b. Konveksi paksa (*force convection*) yaitu konveksi yang terjadi dimana aliran fluida disebabkan oleh peralatan bantu *fan*, *blower* dan lain-lain.

c. Konveksi dengan perubahan fase, yaitu sama seperti pendidihan (*boiling*) dan pengembunan (kondensasi).

Persamaan laju perpindahan panas konveksi (Made Ricki Murti, 2008)

$$T_s > T_\infty \text{ adalah : } Q_{konv} = hA (T_s - T_\infty)$$

Keterangan:

Q_{konv} = Besar laju perpindahan konveksi (W)

h = Koefisien konveksi (W/m²K)

A = Luas permukaan perpindahan panas (m²)

$(T_s - T_\infty)$ = Perbedaan Temperatur (K)

Persamaan diatas disebut dengan hukum *Newton* pendinginan atau *Newton`s Law of Cooling*.

Sistem pendinginan Air (*Water Cooling System*)

Sistem pendinginan air panas yang berasal dari pembakaran gas dalam ruang bakar dan silinder sebagian diserap oleh air pendingin yang bersirkulasi melalui dinding silinder dan ruang bakar. Keadaan ini dapat terjadi karena adanya mantel air pendingin (*water jacket*). Panas yang diserap oleh air pendingin pada mantel-mantel air selanjutnya akan menaikkan 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. Air yang memiliki temperatur yang masih dingin dialirkan mengganti air yang memiliki temperatur lebih panas dengan kata lain air yang lebih panas dialirkan keluar (Maleev,1982).

Sirkulasi pendingin air secara garis besar ada 2 macam, yaitu:

1. Sirkulasi Alam (*Natural Circulation*).

Sistem pendinginan pada sirkulasi jenis ini, terjadi dengan sendirinya yang diakibatkan oleh perbedaan berat jenis air panas dengan yang masih dingin, dimana air yang telah panas berat jenisnya lebih rendah daripada air yang masih dingin. Contohnya motor diesel selinder tunggal-horisontal berpendingin air. Pada saat air dalam tangki dipanaskan, maka air yang telah panas akan menempati bagian atas dari tangki dan mendesak air yang berada di atasnya segera mengalir ke pipa, air yang mengalir memasuki bagian bawah dari tangki dimana setelah dipanaskan air akan mengalir ke atas (Maleev, 1982).

Air yang berada di dalam tangki pada mesin disamakan dengan air yang berada pada mantel-mantel air. Panas diambil dari panas hasil pembakaran di dalam silinder. Radiator dipakai untuk mengubah temperatur air pendingin yang panas menjadi lebih dingin, maka sebagai pembuang panas air yang berada di dalam mantel-mantel air

dipanaskan oleh hasil pembakaran di dalam ruang bakar dan silinder sehingga air tadi akan menyerap panas dan temperturnya akan naik mengakibatkan turunnya berat jenis sehingga air tadi akan didesak ke atas oleh air yang masih dingin dari radiator. Air yang panas akan mengalir dengan sendirinya ke bagian atas radiator dimana selanjutnya temperturnya akan turun karena telah dibuang sebagian oleh radiator. Pada saat yang bersamaan dengan turunnya air pada radiator juga terjadi pembuangan panas yang besar sehingga mempercepat turunnya air pada radiator. Turunnya air akan mendesak air yang telah panas dari mesin keradiator bagian atas.

2. Sirkulasi dengan tekanan.

Sirkulasi jenis ini hampir sama dengan sirkulasi jenis aliran hanya saja pada sirkulasi ini ditambahkan tekanan untuk mempercepat terjadinya sirkulasi air pendingin, pada sistem ini ditambahkan pompa air. Pompa air ini ada yang ditempatkan pada saluran antara radiator dengan mesin dimana air yang mengalir ke mesin ditekan oleh pompa, ada juga yang ditempatkan pada saluran antara mesin dengan radiator.

Sirkulasi jenis ini banyak digunakan pada mesin-mesin motor karena dapat berlangsung dengan sempurna dan air yang berada di dalam mantel-mantel air tetap dalam keadaan penuh tanpa ada gelembung udara.

Pada sirkulasi jenis ini kecenderungan air untuk mendidih sangatlah kecil sekali karena tekanannya melebihi tekanan atmosfer yang berarti titik didihnya akan berada jauh di atas 100°C (Maleev, 1982).

Cairan Pendingin pada Radiator

Cairan pendingin atau fluida yang digunakan pada radiator adalah air. Fluida ini dalam proses pendinginan akan bergerak atau disebut oksidasi untuk mengambil panas yang berasal dari pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin dan kemudian akan didinginkan pada radiator. Namun sebagai media penyerap panas, radiator memiliki efek yang merugikan juga yang diantaranya (<http://www.ilmuteknikmesin.com/2016/11/sistem-pendinginan-pada-mesin.html?m=1>, tanggal 11 Mei 2017):

1. Air nantinya akan menimbulkan endapan kotoran pada saluran pendingin dan water jacket, kerusakan itu berbentuk korosi atau karat yang dalam jangka waktu lama akan menimbulkan kerusakan.
2. Air mempunyai sifat akan membeku pada temperatur yang rendah keadaan ini tentunya akan menyebabkan sirkulasi mengalami masalah atau gangguan
3. Air juga berpotensi mengandung zat kapur yang dapat menyebabkan endapan pada pipa-pipa radiator, keadaan ini tentunya akan mengakibatkan penyumbatan pipa-pipa tersebut

Pengertian Kecepatan Air Radiator

Cairan pendingin atau air radiator berfungsi sebagai penyerap panas. Kalor yang berasal dari pembakaran bahan bakar di mesin diserap oleh air radiator dan dibawa menuju radiator untuk diturunkan suhunya. Setelah air radiator mengalami penurunan suhu, dibawa kembali ke mesin untuk menyerap kalor kembali dan begitu seterusnya. Sebenarnya kalor sangatlah dibutuhkan oleh mesin terutama dalam hal efisiensi bahan bakar. Logikanya pada saat suhu mesin dingin, bensin tidak sepenuhnya masuk dalam ruang bakar melainkan mengembun pada dinding *intake manifold*. Namun ketika suhu meningkat, bensin lebih mudah tercampur. Di lain sisi, panas tersebut justru mengakibatkan masalah pada mesin yakni menimbulkan *engine locking* atau kunci pada mesin (<https://www.autoexpose.org/2017/05/cara-kerja-sistem-pendingin-radiator.html> diakses pada tanggal 02 Januari 2018).

Jumlah Pipa Radiator

Inti radiator terdiri dari pipa-pipa yang berguna untuk mengalirkan air dari upper tank ke lower tank dan sirip-sirip pendingin untuk membuang panas air dalam pipa-pipa air. Udara juga dialirkan pada sirip-sirip pendingin agar pembuangan panas secepat mungkin. Besar kecilnya inti radiator tergantung pada kapasitas mesin dan jumlah pipa (SMK: 2004).

Pipa berfungsi sebagai media pengurai kalor air radiator. Bentuk pipa memanjang dengan agak pipih dan memiliki lubang kecil. Tujuan desain tersebut agar aliran air radiator yang mengalir dari *upper tank* ke *lower tank* bisa berlangsung lama karena semakin

lama air berada di inti radiator semakin lama juga waktu yang digunakan untuk memindahkan panas dari mesin ke radiator.

Efektivitas Penyerapan Panas

Efektivitas bila dilihat dari pengertian istilah berarti pencapaian target output yang diukur dengan cara membandingkan output anggaran atau seharusnya (OA) dengan output realisasi atau sesungguhnya (OS), jika (OA) > (OS) disebut efektif (*Schemerhon John R. Jr., 1986*). Kemudian pengertian efektifitas menurut Prasetyo Budi Saksono (1984) adalah efektifitas adalah seberapa besar tingkat kelekatan output yang dicapai dengan output yang diharapkan dari sejumlah input.

Berdasarkan hal tersebut maka untuk mencari tingkat efektifitas dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efektivitas} = \text{Output Aktual} / \text{Output Target} \geq 1$$

- Jika output aktual berbanding output yang ditargetkan lebih besar atau sama dengan 1 (satu), maka akan tercapai efektifitas.
- Jika output aktual berbanding output yang ditargetkan kurang daripada 1 (satu), maka efektifitas tidak tercapai
(<https://dansite.wordpress.com/2009/03/28/pengertian-efektifitas/>)

Metode perhitungan pada penelitian ini menggunakan rumus metode efektifitas pendinginan. Metode efektifitas mempunyai beberapa keuntungan untuk menganalisa perbandingan berbagai jenis penukar kalor dalam memilih jenis yang terbaik untuk melaksanakan pemindahan kalor tertentu. Efektivitas penukar kalor (Heat

Exchange Effectiveness) didefinisikan dengan mesin radiator dilihat dari kemampuannya dalam menyerap panas mesin (Holman,1999 :498 dalam Nazaruddin). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\text{Perpindahan kalor maksimum yang mungkin}}{\text{Perpindahan kalor nyata}}$$

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:

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

Keterangan:

- q = perpindahan panas (watt)
- m = laju aliran massa (m³/s)
- ch = kalor spesifik fluida Panas (J/kg°C)
- cc = kalor spesifik fluida dingin (J/kg°C)
- Th1 = suhu masuk fluida panas (°C)
- Th2 = suhu keluar fluida panas (°C)
- Tc2 = suhu masuk fluida dingin (°C)
- Tc2 = suhu keluar fluida dingin (°C)

Perpindahan kalor dinyatakan:

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

Perhitungan efektifitas dengan fluida yang menunjukkan nilai mc yang minimum untuk penukar kalor lawan arah maka:

$$\varepsilon_h = \frac{m_h c_h (T_{h1} - T_{h2})}{m_h c_h (T_{h1} - T_{c2})} = \frac{T_{h1} - T_{h2}}{T_{h1} - T_{c2}}$$

$$\varepsilon_c = \frac{m_h c_h (T_{h1} - T_{h2})}{m_h c_h (T_{h1} - T_{c2})} = \frac{T_{h1} - T_{h2}}{T_{h1} - T_{c2}}$$

Secara umum efektifitas dapat dinyatakan sebagai:

$$\varepsilon = \frac{\Delta T(\text{fluida minimum})}{\text{beda suhu maksimum di dalam penukar kalor}}$$

Jika fluida dingin ialah fluida minimum, maka:

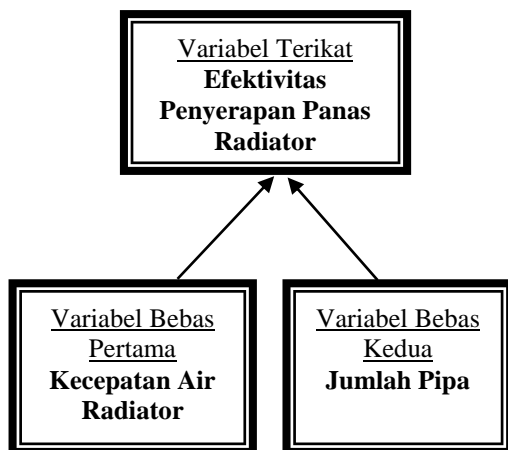
$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}}$$

Keterangan:

- ε = efektivitas penyerapan panas
- T_{h1} = suhu masuk fluida panas (°C)
- T_{h2} = suhu keluar fluida panas (°C)
- T_{c2} = suhu masuk fluida dingin (°C)
- T_{c2} = suhu keluar fluida dingin (°C)

PERSIAPAN UJI COBA

Dalam penelitian ini, variabel yang diukur terdiri dari tiga variabel yakni variabel efektivitas penyerapan panas pada radiator mesin motor berbahan bakar bensin (Y) sebagai variabel terikat. Sedangkan variabel bebas terdiri dari dua variabel yakni variabel kecepatan air radiator sebagai variabel bebas pertama (X1) dan jumlah pipa sebagai variabel bebas kedua (X2). Bila digambarkan, ke tiga variabel tersebut memiliki alur sebagai berikut:



Bagan 1

Alur Hubungan antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Variasi dari Variabel Penelitian

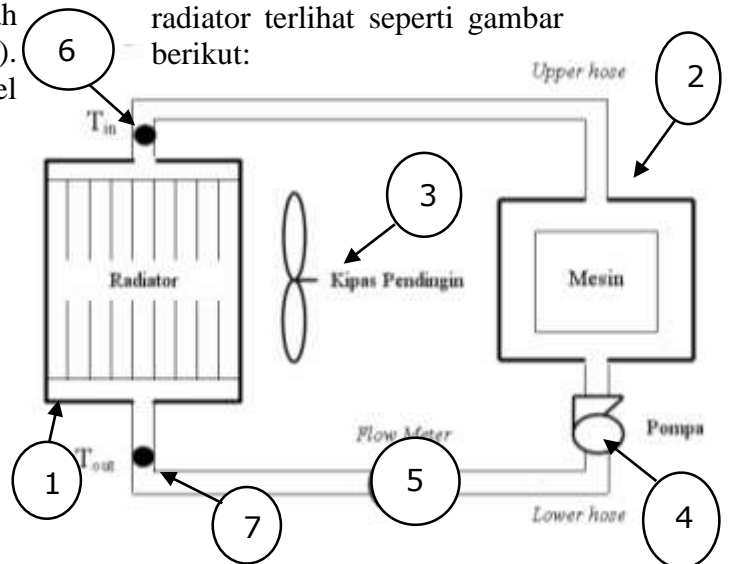
Variabel yang digunakan untuk mendukung bahan penelitian tugas ini yaitu kecepatan air radiator yang

digunakan dan variasi jumlah pipa radiator. Kecepatan air radiator divariasikan dengan 0.000019 m³/min, 0.000026 m³/min, dan 0.000032 m³/min. Sedangkan pipa dengan variasi jumlah 12, 15, dan 18 buah.

Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan langkah-langkah yang ditempuh secara bertahap dan disusun secara sistematis dalam sebuah penelitian dengan tujuan agar penelitian memiliki arah. Diantaranya adalah:

1. Start
2. Studi Literatur
3. Studi Lapangan
4. Penentuan Masalah.
5. Persiapan Alat dan Bahan.
6. Skema alat uji dan bahan pada radiator terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 1. Skema alat uji radiator (Made, 2008)

Keterangan :

1. Radiator
2. Mesin
3. Kipas radiator
4. Pompa radiator
5. Flow meter
6. Thermometer in (T_{h1})
7. Thermometer out (T_{h2})

Pengujian Variasi Radiator pada Motor Bensin.

Setelah alat dan bahan telah disiapkan dan disetting kemudian dilakukan proses pengambilan data dengan menyesuaikan kecepatan air. Mencatat temperatur fluida pendingin pada sisi masuk dan keluar radiator, volume aliran fluida (Q) yang kemudian dilakukan pengolahan data untuk menentukan laju aliran massa (\dot{m}), panas spesifik fluida (C_p), laju pembungan radiator (q), dan selanjutnya pengolahan data secara grafik.

Mesin dihidupkan dan dipertahankan dalam keadaan steady (rpm 1700 ± 100). Mencatat data dengan waktu uji 10 menit pada tiap variarinya (Hadi, April 2014).

Pengujian diawali dengan proses penyusunan peralatan, serta diperiksa dan disetting agar dapat dioperasikan dengan baik. Pelaksanaan pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hidupkan mesin
2. Setting putaran mesin (rpm) dan dipertahankan dalam keadaan konstan (rpm 1500) dengan kecepatan aliran $0.000019 \text{ m}^3/\text{min}$ dan putaran mesin untuk variasi dengan rpm 1800 atau dengan kecepatan aliran $0.000026 \text{ m}^3/\text{min}$ dan setting putaran mesin ke rpm 2000 atau dengan kecepatan $0.000032 \text{ m}^3/\text{min}$
3. Catat kecepatan aliran fluida/air (m^3/min)
4. Ukur temperature fluida pendingin
 T_{h1} : Suhu fluida keluar dari mesin masuk radiator ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{h2} : Suhu fluida keluar radiator masuk ke mesin ($^{\circ}\text{C}$)
5. Ukur temperature aliran udara

T_{c1} : Suhu udara di depan radiator ($^{\circ}\text{C}$)

T_{c2} : Suhu udara di belakang radiator ($^{\circ}\text{C}$)

6. Mencatat data pada menit ke 10
7. Semua data yang diambil dimasukkan ke dalam tabel data
8. Matikan mesin/ dinginkan mesin
9. Lakukan langkah 1 sampai dengan 8 untuk tiap pengambilan data pada setiap variasi percobaan

Setelah data didapat, selanjutnya dimasukkan dalam tabel untuk menentukan mana yang memiliki nilai efektifitas penyerapan panas paling tinggi dari variabel variabel yang digunakan.

Analisa Data

Setelah dari tabel penyajian data hasil pengujian modifikasi radiator pada motor bensin maka akan dilakukan analisis data yaitu melakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil yang dihasilkan yang sesuai dengan tujuan dari penelitian dengan memberikan data dan rumus-rumus perhitungan yang digunakan diatas sebelumnya.

Penelitian ini bersifat eksperimen yang bertujuan untuk melihat fenomena atau keadaan tertentu. Model analisis yang diambil ialah dengan mengumpulkan data, kemudian data yang bersifat kuantitatif diproses dengan cara diklasifikasikan dan dihitung dengan menggunakan suatu rumus terapan.

Analisa data pada tabel efektivitas penyerapan panas pada radiator mesin motor bensin dengan

variasi kecepatan air radiator dan jumlah pipa menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

- ϵ = efektivitas penyerapan panas
- T_{h1} = suhu masuk fluida panas (°C)
- T_{h2} = suhu keluar fluida panas (°C)
- T_{c1} = suhu masuk fluida dingin (°C)
- T_{c2} = suhu keluar fluida dingin (°C)

Data tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk visualisasi. Visualisasi ini bertujuan untuk mempermudah penulis maupun orang lain untuk memahami penelitian ini. Cara visualisasi dalam analisis data penelitian ini ialah dengan menampilkan data dalam bentuk grafik, sehingga dapat menggambarkan fenomena yang terjadi dengan jelas (Nazaruddin, 1999).

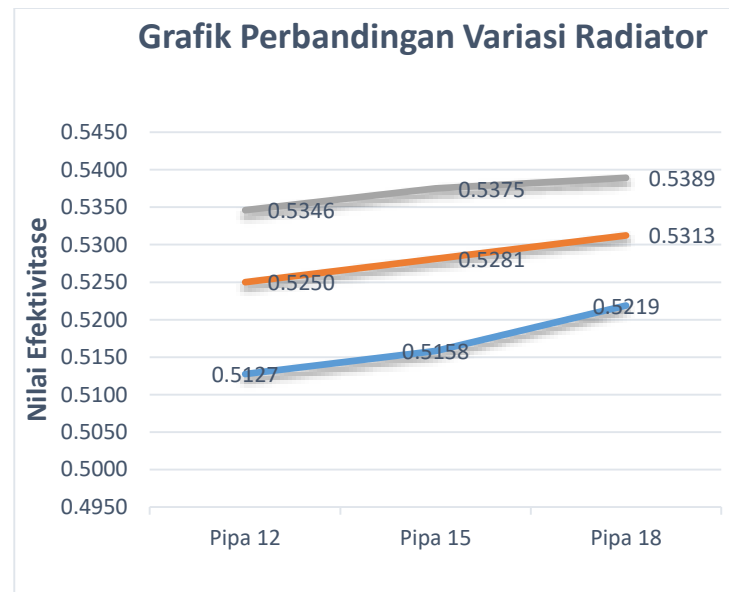
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian akan dimasukkan dalam tabel seperti di bawah ini:

Q (m ³ /min)	Jumlah Pipa	Waktu	T _{h1} (°C)	T _{h2} (°C)	T _{c1} (°C)	T _{c2} (°C)	Vudara (m/min)	ε
0,000019	12	10	61.7	50.2	30.3	46.4	7.5	0.5127
	15	10	62.4	50.8	30.8	47.1	7.5	0.5158
	18	10	63.2	50.6	31.2	47.9	7.5	0.5219
0,000026	12	10	63.6	50.9	31.6	48.4	7.5	0.5250
	15	10	63.9	50.9	31.9	48.8	7.5	0.5281
	18	10	64.1	51	32.1	49.1	7.5	0.5313
0,000032	12	10	64.3	51.2	32.5	49.5	7.5	0.5346
	15	10	64.5	51.2	32.5	49.7	7.5	0.5375
	18	10	64.7	51.5	32.6	49.9	7.5	0.5389

Tabel 1. Hasil Pengujian Variasi Radiator

Bila divisualisasikan maka tampak pada grafik berikut:



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Coba

Grafik di atas merupakan hasil gabungan dari variasi kecepatan air radiator dan jumlah pipa terhadap efektivitas penyerapan panas pada radiator motor bensin. Dilihat dari variasi kecepatan aliran 0.000019 m³/min memiliki nilai efektivitas 0.5127 pada jumlah pipa 12 dan 0.5158 pada jumlah pipa 15 yang berarti mengalami kenaikan nilai efektivitas sebesar 0.9 %. Sedangkan pada jumlah pipa 12 nilai efektivitas 0.5219 dan kenaikan lagi sebesar 0.9 %.

Sedangkan pada variasi kecepatan 0.000026 m³/min dengan jumlah pipa 12 buah, 15 buah dan 18 buah memiliki nilai efektivitas secara berturut-turut yakni sebesar 0.5250, 0.5281, dan 0.5313 dimana kenaikan terjadi adalah sebesar 0,9 % dan 0,9 %.

Kemudian variasi kecepatan aliran yang terakhir yakni 0,000032 m³/min, nilai efektivitasnya adalah 0.5346, 0.5375 dan 0.5389 dengan presentase penurunan sebesar 0,9 % dan 0,9 %.

Dilihat dari variasi jumlah pipa mengalami perubahan grafik sebaliknya yakni adanya peningkatan. Dengan jumlah pipa 12 buah pada kecepatan aliran $0,000019 \text{ m}^3/\text{min}$ memiliki nilai efektivitas sebesar 0,5127 dan pada kecepatan $0,000026 \text{ m}^3/\text{min}$ memiliki nilai efektivitas sebesar 0,5250 sehingga mengalami peningkatan sebesar 0,97 % kemudian pada kecepatan aliran $0,000032 \text{ m}^3/\text{min}$ memiliki nilai efektivitas 0,5346 dengan presentase sebesar 0,98 %

Variasi pipa 15 buah dengan variasi kecepatan aliran $0,000019$, $0,000026$, dan $0,000032 \text{ m}^3/\text{min}$ mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 0,97 % dan 0,98 %.

Kemudian untuk variasi jumlah terakhir yakni 18 buah dengan perubahan kecepatan yang sama didapat nilai efektivitas dengan presentase peningkatan sebesar 0,98 % dan 0,98% secara berturut-turut.

Pembahasan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dan data yang didapat, diketahui bahwa:

1. Efektivitas tertinggi adalah 0,5389 dengan kecepatan air paling besar yakni $0,000032 \text{ m}^3/\text{min}$ dan jumlah pipa variasi yakni 18 buah.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin cepat aliran air radiator maka nilai efektivitas semakin tinggi. Hal tersebut juga terlihat dari variasi jumlah pipa, nilai efektivitas naik seiring dengan pertambahan jumlah pipa. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai efektivitas semakin naik bersamaan dengan semakin bertambah kecepatan air radiator dan banyaknya jumlah

pipa pada radiator mesin motor berbahan bakar bensin.

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah dilakukan uji coba dan didapatkan hasil analisa data serta pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah nilai efektivitas pada radiator mesin motor bensin dipengaruhi oleh bertambahnya kecepatan aliran air dan jumlah pipa. Nilai efektivitas tertinggi adalah 0,5389 dengan kecepatan air radiator tertinggi yakni $0,000032 \text{ m}^3/\text{min}$ dan jumlah pipa terbanyak yakni 18 buah. Semakin cepat aliran air radiator, maka nilai efektivitas semakin baik atau meningkat sehingga korelasi yang didapat adalah korelasi positif. Begitu juga dengan varian jumlah pipa, semakin banyak jumlah pipa yang dipakai untuk mengalirkan air radiator, maka semakin meningkat nilai efektivitas radiator sehingga korelasinya adalah positif juga. Korelasi positif antara kecepatan air radiator dan efektivitas penyerapan panas disebabkan karena laju putaran mesin yang meningkat. Sedangkan korelasi positif pada jumlah pipa dikarenakan adanya kipas pendingin yang tidak dimodifikasi atau masih standart dan pembuangan panas tidak merata.

Saran

Dari hasil pengujian yang berjudul analisa pengaruh kecepatan air radiator dan jumlah pipa terhadap efektivitas penyerapan panas pada mesin motor bensin, maka beberapa saran dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Pengujian yang kami gunakan masih banyak kekurangan, sehingga dibutuhkan penyempurnaan. Penyempurnaan yang diharapkan ialah pada bagian yang memerlukan ketahanan panas yang lebih tinggi, mengingat alat ini dioperasikan untuk fluida dengan suhu yang relatif tinggi.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi, misalnya dengan penyesuaian kipas radiator agar setiap pendinginan menjadi lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Kurniati dan Sri Wagiani, 2013. Studi Analisis Perbandingan Kecepatan Aliran Air Melalui Pipa Venturi Dengan Perbedaan Diameter Pipa. Universitas Cokroaminoto Palopo Fakultas MIPA Program studi Fisika.
- Ade Irfan S. 2007. Analisa Sistem Pendinginan Pada Isuzu Panther. Semarang: Laporan Tugas Akhir.
- Asep Ubaidillah. 2008. Analisa Perpindahan Kalor Pada Pendingin Radiator Dari Motor Bakar Otto. Jakarta: Laporan Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
- DavidFram Simamora, Frans P. Sappu, Tertius V.Y Ulan. Analisis Efektifitas Raiator Pada Mesin Toyota Kijang Tipe 5 K. Universitas Sam Ratulangi: Jurnal Online Poros Teknik Mesin Vol. 4 No. 2.
- Hadi B, Aris Zainul Muttaqin. 2014. Efektifitas Variasi Campuran Radiator Coolant Dengan Air Terhadap Laju Pembuangan Panas.Jember: Hadi B, Jurnal ROTOR Vol. 7 No.1.
- Handoyo, Ekadewi Anggraini dan Rahardjo Tirtoatmodjo. 1999. Pengaruh Temperatur Air Pendingin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Stasioner di Sebuah Huller. Universitas Kristen Petra Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.
- <http://camargus.com/magazine/283> diakses pada 29 Maret 2017
- <https://dansite.wordpress.com/2009/03/28/pengertian-efektifitas/> diakses pada tanggal 30 Maret 2017
- <http://www.tipepedia.com/2015/08/teori-efektivitas-menurut-pendapat-para.html?m=1#>, diakses pada tanggal 5 April 2016
- <http://triatmono.info/data-penjualan-tahun-2012/data-penjualan-motor-tahun-2005/> diakses tanggal 02 januari 2018
- <https://www.autoexpose.org/2017/09/bagian-radiator-mobil.html> diakses pada tanggal 02 Januari 2018
- <http://www.ilmuteknikmesin.com/2016//sistem-pendinginan-pada->

- mesin.html?m=1 diakses pada tanggal 11 mei 2017
- Nazaruddin dan Yuliani. 1999. Analisa Debit Aliran Fluida Terhadap Efektivitas Radiator Pada Engine Mobil Mazda. Jurnal Aptek. Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru Jurusan Teknik Mesin.
- Hadi Sunandrio. 2015. “Serangan Korosi Pada Pipa Aliminium Radiator Kendaraan Roda Empat”. Tangerang Selata. Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Made Ricki Murti. 2008. Laju Pembungan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Dan 20% Air Pada Rpm Konstan. Bali: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol 2 No 1.
- Sukisno, Ahmad Yuhsin., 2014, “Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Melalui Pipa Bersirip Radial pada Upper Tank Radiator dan Penambahan Etanol dalam Mesin Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC pada Toyota Kijang (Implikasi pada Mata Kuliah Perpindahan Panas)”, Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret.
- SMK, 2004, Pemeliharaan/Servis Sistem Pendingin dan Komponen-Komponennya. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Wikipedia. 2017. Radiator. Diambil dari:
<https://id.wikipedia.org/wiki/Radiator> diakses pada tanggal 06 Juni 2017
- Wikipedia. 2017. Radiator. Diambil dari:
<https://id.wikipedia.org/wiki/Radiator> diakses pada tanggal 02 Juli 2017