

ANALISA EFEKTIVITAS SISTEM PENDINGIN (RADIATOR) PADA MESIN DIESEL MERK T.D. 4000 CC DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN

Hariyanto

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hariyantostmm@gmail.com*

Abstrak

Karena berbagai keuntungan dan kemudahannya maka penggunaan kendaraan di era sekarang cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Kendaraan tersebut digunakan terus menerus dalam perjalanan dari satu kota ke kota lain, mesin berputar terus menerus. Mungkin tak pernah terbersit dalam benak kita, kenapa mesin kendaraan tersebut tidak panas ya? Ya, itu karena ada radiator untuk mendinginkan mesin kendaraan kita. Pada sistem pendinginan air (*water cooling system*), panas dari pembakaran gas dalam silinder mesin sebagian diserap oleh air pendingin yang disirkulasikan masuk radiator. Selanjutnya air pendingin dalam radiator tersebut didinginkan oleh udara. Udara melewati radiator karena laju kendaraan atau karena adanya kipas udara. Secara prinsip dapat dikatakan bahwa sistem ini bekerja berdasarkan prinsip penukar panas (*heat exchanger*). Cairan yang dapat digunakan sebagai air pendingin pada radiator antara lain air mineral, air sisa pengembunan AC dan air *coolant*. Media pendingin tersebut setelah digunakan akan menjadi panas. Nah di sinilah perlunya uji kemampuan media pendingin dalam menyerap panas dari mesin. Hal ini karena efektivitas suatu radiator berdampak besar terhadap sistem pendinginan mesin oleh karena itu penulis tertarik untuk menganalisis tingkat keberhasilan yang dicapai radiator dengan cara menjaga suhu air yang masuk kedalam mesin tetap stabil lebih rendah daripada suhu air yang keluar dari mesin sehingga kerja mesin dapat optimal.

Kata Kunci: radiator, media pendingin (*coolant*), pertukaran panas, efektivitas.

1. PENDAHULUAN

Pada sistem pendinginan air (*water cooling system*), panas dari pembakaran gas dalam silinder pada sistem pendinginan air sebagian diserap oleh air pendingin. Secara prinsip dapat dikatakan bahwa sistem ini bekerja berdasarkan prinsip penukar panas (*heat exchanger*). Panas hasil pembakaran akan diserap oleh air pendingin yang disirkulasikan masuk radiator. Air pendingin dalam radiator didinginkan oleh udara. Udara melewati radiator karena laju kendaraan atau karena adanya kipas udara. Cairan yang dapat digunakan sebagai air pendingin pada radiator antara lain air mineral, air AC dan air *coolant*.

Air mineral dapat dengan mudah didapat di lingkungan sekitar kita dengan harga yang terjangkau. Karena itu sering dimanfaatkan sebagai cairan pendingin pada radiator. Namun air mineral mempunyai kandungan zat besi, mangan dan kapur yang dapat membuat saluran air berkerak dan akhirnya tersumbat. Air mineral juga dapat membuat radiator berkarat dan rusak karena tidak mempunyai zat anti korosi. Sedangkan air *coolant* harganya lebih mahal dari air mineral tetapi mempunyai zat anti korosi yang dapat membuat radiator lebih awet dan tahan lama.

Air AC bisa membuat radiator tahan lama, karena air sisa pengembunan AC lebih alami dan bersih, beda dengan air mineral yang bisa menimbulkan kotoran seperti batu kecil. Jika *coolant* ada bahan pengawetnya sehingga jika dipakai dalam jangka waktu lama tidak akan merusak radiator,” (*Simamora, 2000*). Jika halnya Air sisa pembuangan air AC lebih alami ketimbang air mineral dikarenakan telah melalui beberapa proses penyulingan, tetapi Air mineral ataupun air biasa ini sering dipakai oleh beberapa pembalap pada kendaraan. Dikarenakan Air mineral atau air biasa ini tidak licin sehingga tidak selip dilintasan maka untuk menghindari hal-hal yang mencelakakan maka menggantinya dengan air mineral biasa. Terlebih beberapa orang menganggap cairan pendingin itu sama saja, dengan demikian pada masyarakat umum masih meremehkan jenis-jenis cairan yang pendingin yang digunakan.

Efektivitas suatu radiator berdampak besar terhadap sistem pendinginan mesin oleh karena itu penulis tertarik untuk menganalisis tingkat keberhasilan yang dicapai radiator dengan cara menjaga suhu air yang masuk kedalam mesin tidak lebih tinggi atau sama dengan suhu air yang keluar dari mesin

sehingga kerja mesin dapat optimal.

Kebiasaan yang terjadi dimasyarakat, penggunaan cairan pendingin sering kali menggunakan air mineral biasa dicampur dengan *coolant*. Terkadang menggunakan *full* air mineral biasa tanpa memperhatikan aspek senyawa kimia yang terkandung dan titik didihnya. Hal ini tentu sangat berpengaruh terhadap suhu mesin. Salah satu mekanik toyota menuturkan penggunaan air mineral biasa memang dalam jangka waktu pendek efeknya tidak begitu terasa, tetapi dalam waktu jangka panjang hal ini akan sangat berpengaruh pada radiator ataupun suhu mesin mobil itu sendiri, kalau saya dominan menyarankan gunakan Air sisa pembuangan air ac karena itu lebih alami, tetapi titik didihnya tidak saya ketahui. Terlepas dari kebiasaan di atas, Peneliti juga ingin memanfaatkan sisa pengembunan air AC sebagai cairan pendingin di radiator.

Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan variasi cairan pendingin terhadap lamanya menahan laju kalor pada suhu maksimal mesin truk Toyota Dyna 4000 CC?
2. Apa pengaruh dari variasi jenis *watercoolant* terhadap efektifitas radiator pada mesin mobil dengan variasi putaran mesin (1000, 1500, 2000 dan 2300) rpm?
3. Apa pengaruh dari variasi jenis air yang berbeda terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh ?

Batasan Masalah

Dalam proses penelitian ini memiliki Batasan masalah yang bertujuan untuk mengantisipasi pembahasan yang menyimpang. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian dalam waktu 15 menit pada setiap variasi putaran dari masing- masing water coolant yang digunakan termasuk air mineral & air sisa pengembunan AC.
2. Pengujian meliputi uji koefisien perpindahan panas menyeluruh dan mencari efektivitas pada setiap jenis dari *water coolant* yang digunakan, termasuk air mineral dan air sisa pengembunan AC dengan melihat temperatur masing-masing fluida.
3. Parameter yang digunakan dalam

penelitian ini meliputi titik didih, nilai pH, suhu dan waktu titik yang diperlukan untuk masing-masing variasi cairan pendingin mencapai suhu maksimal.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

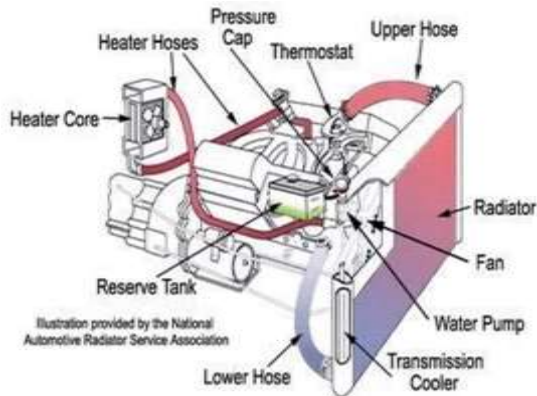
1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi cairan pendingin terhadap lamanya menahan laju kalor pada suhu maksimal mesin truk Toyota Dyna 4000 CC.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi jenis air terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh.
3. Untuk mengetahui jenis air radiator yang baik digunakan sesuai dengan hasil penelitian.

Landasan Teori

1. Sistem Pendingin

Sistem pendingin merupakan salah satu jenis rangkaian yang juga dapat digunakan untuk mengatasi *overheating* (panas berlebih yang dihasilkan oleh mesin) agar mesin dapat bekerja dengan baik. Mesin kendaraan yang menggunakan sistem pembakaran untuk melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi, dan mekanisme mesin tersebut mengubah panas yang dihasilkan menjadi gerakan. Panas berlebih yang ditimbulkan oleh mekanisme mesin berdampak buruk pada kondisi mesin. Ini menyebabkan panas berlebih. Jika mesin tidak didinginkan, dikhawatirkan akan mengakibatkan performa mesin menurun, efisiensi bahan bakar menurun bahkan kerusakan pada komponen mesin. Untuk mencegahnya, digunakan sistem pendingin pada mesin kendaraan.

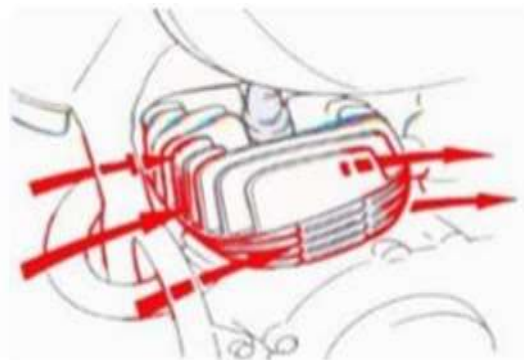
Salah satu faktor yang dapat menopang umur mesin yang lama adalah kondisi sistem pendingin atau sistem pendinginnya di mesin yang bekerja sebaik mungkin. Dengan sistem pendingin yang berfungsi dengan baik, risiko mesin dapat dikurangi. Saat panas yang dihasilkan oleh pembakaran meningkat temperatur yang sangat tinggi yang cenderung mengubah sifat dan bentuk komponen mesin.



Gambar 1. Sistem Pendingin Mesin.
(Sumber: Otomotifstudi, 2019)

2. Jenis Mesin Pendingin

Bedasarkan cara kerja sistem pendingin kendaraan dibedakan menjadi dua bidang sistem pendingin dengan pendingin udara (air cooling motor) dan sistem pendingin air (water cooling). Sistem pendingin yang digunakan untuk mobil menggunakan mesin pendingin air. Setiap jenis sistem pendingin memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, disesuaikan dengan tujuan penggunaan mesin kendaraan.



Gambar 2. Sistem Pendinginan Udara
(Sumber: Otomotifstudi, 2019)

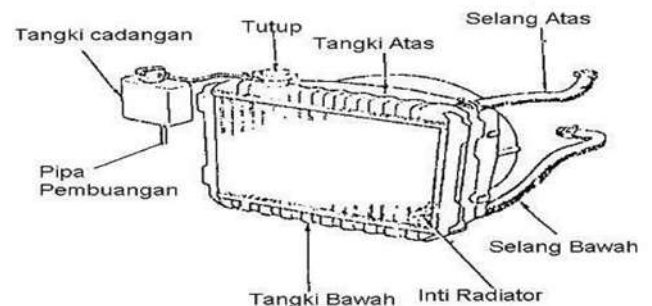
Sistem pendingin mesin dengan air adalah sistem pendingin yang digunakan pada radiator sebagai alat penukar kalor. Energi panas yang dihasilkan oleh ruang bakar di transfer ke udara pendingin di sekitar ruang bakar dan silinder. Air yang kondisinya panas mengalir ke bagian radiator. Udara yang diteruskan melalui pipa-pipa pada radiator namun panasnya di pindahkan ke radiator sirip dimana panas di lepaskan ke udara. Kemudian air pun kembali ke mesin.

Namun sistem pendingin udara mempunyai keuntungan antara lain :

1. Pendinginnya cukup merata
2. Lebih nyaman karena getaran yang dihasilkan lebih kecil
3. Pengontrolan pada suhu pending dalam sistem ini akan lebih mudah karena sistem udara disebabkan pada sistem pendingin terdapat thermostat

Beberapa kerugian pada sistem pendinginan air antara lain :

1. Konstruksi yang lebih rumit
2. Memakan tempat yang lebih banyak
3. Dengan harga yang relatif lebih mahal
4. Dibutuhkan perawatan yang lebih khusus.

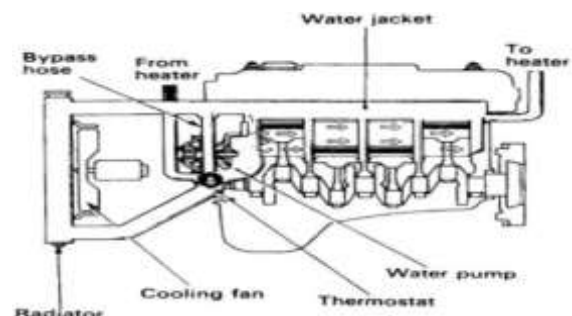


Gambar 3. Radiator
(Sumber : Simamora, 2000)

3. Cara Kerja Mesin Pendingin

3.1 Pada Saat Mesin Dingin

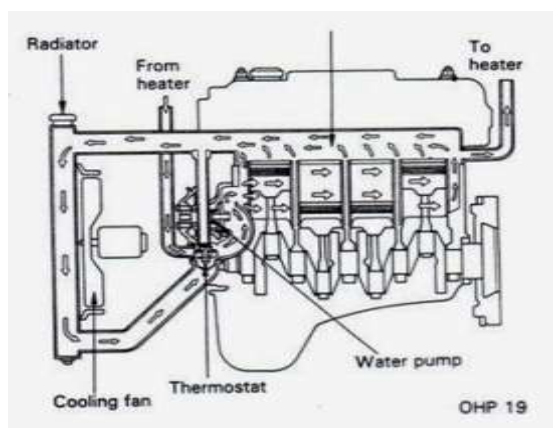
Saat mesin dalam keadaan dingin, cairan hanya bisa muncul di mesin tanpa terkena radiator. Namun, udara bersirkulasi di mesin cuci dengan bantuan pompa air dengan mengarahkan selang melalui radiator (seperti yang ditunjukkan panah pada gambar) saat bagian motor masih dalam keadaan thermostat. Proses ini bertujuan untuk mencapai kecepatan mesin dengan mencapai suhu kerja normal sekitar 75-90°C. (Iqbal Z, 2018).



(Gambar 4. Cara Kerja Mesin Pendingin dimana Mesin dalam Keadaan Dingin)
(Sumber: Juan, 2020)

3.2 Pada Saat Mesin Panas

Setelah mesin menjadi panas dan melebihi suhu normal mesin (kira-kira 80-90°C), thermostat terbuka dan katup bypass ditutup. Sehingga air pada radiator yang menyerap panas pada water jacket di dukung dengan bantuan water pump, air dipompa ke dalam keadaan di area radiator, untuk didinginkan dengan putaran baling-baling yaitu kipas angin. Selain itu cairan yang didinginkan oleh radiator menjadi dingin. Tetapi tekanan kembali dari pompa ke water jacket untuk mendinginkan mesin dan seterusnya sampai temperatur turun kembali sehingga thermostat menutup kembali.



(Gambar 5. Cara Kerja Mesin Pendingin dimana Mesin dalam Keadaan Panas)
(Sumber: Juan, 2020)

4. Media Pendingin (Coolant)

Coolant adalah cairan pendingin yang menjaga seluruh sistem pendingin radiator, cairan pendingin memiliki titik beku rendah dan titik didih tinggi, yang mencegah mesin dari panas berlebih. Hal ini dapat di buktikan dalam penelitian (Dwi Hersandi, 2018) semakin tinggi nilainya. Coolant juga melindungi logam sistem pendingin seperti kuningan, tembaga, baja, besi, dan aluminium dari korosi. Coolant adalah pendingin premium, campuran 30% pekat dengan 70% air murni tanpa ion mineral dan terdiri dari etilen glikol dan zat adiktif yang seimbang. Pendingin memiliki kandungan silikat rendah yang bebas dari nitrit, amina, dan zat. Teknologi pendinginan ini menekankan pada efisiensi, performa, dan umur mesin. Pendingin memiliki nilai internasional ASTM D 3306 dan JIS K 223 seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Additive Coolant Pertamina

Karakteristik	Spesifikasi	Nilai
Density at 20°C.g/cm ³	Min 1.112	1.129
Boiling Point, °C	Min 155	165
Foaming Property, ml	Max 4	0
Water Content, %	Max 5.0	4.2
pH Value	7.0 to 11.0	7.9
Freezing Point, °C		
50 vol%	Max 34.0	36.6
30 vol%	Max 14.5	15.7

Adapun keunggulan dari *coolant* yaitu (Agung N, 2009) :

- Sifat perpindahan panas yang lebih baik.
- Siap digunakan dan tidak perlu dijual eceran untuk pengisian dan penambahan.
- Titik didih tinggi untuk mencegah mesin kendaraan dari panas berlebih.
- Menjaga suhu mesin kendaraan tetap stabil untuk performas mesin yang lebih optimal.
- Memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap korosi.

5. Perhitungan Nilai Efektifitas Radiator

Keefektifan radiator adalah kemampuan radiator dalam menyerap panas dari air yang bocor dari dalam mesin atau kemampuan radiator untuk mendinginkan mesin sehingga temperatur mesin juga dapat terjaga dalam keadaan sangat stabil. (M Tayep, 2021) Efektivitas radiator berdampak besar pada sistem pendingin, dimana suhu air yang keluar dari radiator tidak lebih tinggi atau sama dengan suhu air yang masuk ke mesin. Persamaan nilai efektifitas pada cooler adalah.

$$\varepsilon = \frac{q_{\text{aktual}}}{q_{\text{max}}} = \frac{\text{actual heat transfer rate}}{\text{max possible heat transfer rate}}$$

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

Dimana:

ε = efektifitas radiator

q_{actual} = laju perpindahan panas aktual

q_{max} = laju perpindahan panas maksimum

T_{c1} = Suhu udara didepan radiator (°C)

T_{c2} = Suhu udara dibelakang radiator (°C)

T_{h1} = Temperatur air yang masuk ke radiator

2. METODOLOGI

Tahapan proses pengujian secara garis besar dikelompokkan menjadi dua yaitu langkah persiapan dan langkah pengujian.

2.1 Persiapan Pengujian

Persiapan pengujian meliputi:

- Pemeriksaan engine stand
- Pemeriksaan sistem radiator
- Persiapan alat ukur

2.2 Langkah-langkah Pengujian

- Pengambilan data awal
- Pengambilan pengujian

Media pendingin yang digunakan yaitu:

- Coolant merk TMO
- Air mineral
- Air murni pengembunan AC

Variasi putaran mesin untuk penelitian yaitu:

- 1100 rpm
- 1700 rpm
- 2200 rpm
- 2500 rpm

Waktu pengujian untuk masing-masing media pendingin adalah 20 menit.

Untuk memberi gambaran yang lebih jelas terkait metode dan alur penelitian ini maka dibuat diagram alir yang bisa dilihat pada gambar. 2 di bawah ini.



Gambar. 6 Diagram Alir Penelitian
 Sumber: Pola Pikir Peneliti

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Untuk jenis media pendingin yang digunakan adalah *coolant* merk TMO dari Toyota, kemudian air mineral dan air sisa pengembunan AC. Dari ketiga cairan pendingin tersebut yang pertama akan dilakukan untuk pengujian yaitu air mineral, kedua air sisa pengembunan AC dan yang terakhir *coolant* TMO.

Adapun semua data hasil pengujian yang didapatkan saat pengambilan data dari ketiga variasi cairan pendingin adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data Hasil Ukur Pengujian dengan Media Pendingin Air Mineral

N (RPM)	T _a in °C	T _a out °C	T _e in °C	T _e out °C	V _n in (m/s)	V _o out (m/s)	Q _{air} (m ³ /s)
1100	78	66	21,2	30	0,3	3,2	0,0335
1700	81	71	22	33	1,6	3,7	0,0444
2200	89	78	22,4	36	2,3	4,4	0,0005
2500	99	86	22,8	38	2,9	5,5	0,0556

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 3. Data Hasil Ukur Pengujian dengan Media Pendingin Air Pengembunan AC

N (RPM)	T _{h.in} °C	T _{h.out} °C	T _{c.in} °C	T _{c.out} °C	V _{u.in} (m/s)	V _{u.out} (m/s)	Q _{air} (m ³ /s)
1100	79	65	21,2	30	0,3	3,2	0,0335
1700	82	70	22	33,2	1,6	3,7	0,0444
2200	90	77	22,3	37	2,3	4,4	0,0005
2500	100	84	23	41	2,9	5,5	0,0556

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 4. Data Hasil Ukur Pengujian dengan Media Pendingin Coolant.

N (RPM)	T _{h.in} °C	T _{h.out} °C	T _{c.in} °C	T _{c.out} °C	V _{u.in} (m/s)	V _{u.out} (m/s)	Q _{air} (m ³ /s)
1100	80	68	21,6	32,2	0,6	3,3	0,0335
1700	83	72	22,2	34	1,8	3,9	0,0444
2200	95	77	22,8	37,5	2,5	4,5	0,0005
2500	102	85	23,3	44	3	5,7	0,0556

Sumber: Hasil olah data penelitian

Dimana :

T_{h.in} = Temperatur pada air panas yang masuk (°C)

T_{h.out} = Temperatur pada air panas yang keluar (°C)

T_{c.in} = Temperatur udara yang masuk (°C)

T_{c.out} = Temperatur udara yang keluar (°C)

N = Putaran pada mesin (RPM)

V_{u.in} = Kecepatan udara yang masuk dari depan pada radiator (m/s)

V_{u.out} = Kecepatan udara yang keluar dari belakang pada radiator (m/s)

Q = Debit aliran fluida (GPM)

Dari semua data hasil penelitian pada tabel, dapat dijelaskan bahwa setiap variasi putaran *crankshaft* akan menghasilkan perbedaan pada kecepatan udara. Semakin tinggi rpm atau putaran mesin maka akan semakin tinggi pula kecepatan udara yang akan dihasilkan.

3.2 Perhitungan Efektifitas Radiator

Untuk melakukan perhitungan efektifitas radiator, maka perlu diketahui nilai dari diameter pipa dan luas penampang radiator.

Diameter pipa yang digunakan dalam penelitian ini 23mm sehingga luas penampang pipa = 0.000415 m².

Untuk perhitungan kita ambil salah satu contoh data media pendingin coolant.

Perhitungan Kecepatan Rata-Rata Udara

Untuk nilai perhitungan kecepatan udara yang telah didapatkan pada tabel, kemudian dirata-ratakan hasilnya dengan rumus berikut ini.

$$V_{udara} = \frac{V_{u.in} + V_{u.out}}{2}$$

$$V_{udara} = \frac{0,6+3,3}{2} = 1,95$$

Perhitungan Laju Kapasitas Fluida Panas

$$C_h = \dot{m}_h \times C_{ph}$$

$$= 0,00095 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 4193 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$= 3,99 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}$$

Perhitungan Laju Kapasitas Udara

$$C_c = \dot{m}_c \times C_{pc}$$

$$= 0,00095 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 1007 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$= 0,96 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}$$

Perhitungan Laju Perpindahan Panas Aktual Fluida Radiator

$$q_{\text{actual}} = C_h \times \Delta T_h$$

$$= 3,99 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}} \times (80 - 68)$$

$$= 47,88 \text{ W}$$

Perhitungan Laju Perpindahan Panas Maksimum Fluida Radiator

$$q_{\text{max}} = C_c \times \Delta T_{\text{maks}}$$

$$= 0,96 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}} \times (T_{h.in} - T_{c.in})$$

$$= 0,96 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}} \times (80^\circ\text{C} - 21,6^\circ\text{C})$$

$$= 55,97 \text{ W}$$

Setelah nilainya sudah di dapatkan, selanjutnya menghitung antara panas aktual dengan panas maksimum pada fluida radiator dengan menggunakan rumus berikut.

Perhitungan Efektifitas Fluida Radiator

$$\varepsilon = \frac{q_{\text{aktual}} (\text{actual heat transfer rate})}{q_{\text{max}} (\text{maximum heat transfer rate})}$$

$$= \frac{47,88 \text{ W}}{55,97 \text{ W}} = 0,8556 = 85,56 \%$$

Dengan cara yang sama dan dengan bantuan tabel di atas kita menghitung berbagai besaran yang diperlukan seperti besaran laju perpindahan panas berbagai media pendingin dan laju kecepatan udara, sehingga kita dapatkan nilai efisiensi radiator. Adapun nilai

masing-masing saya rangkum dalam tabel di bawah.

Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Efektifitas Radiator dengan Media Pendingin Air Mineral.

N rpm	Th in °C	Tc in °C	Q act Watt	Qmax Watt	ε Radiator
1100	78	21,2	39,5	44,9	87,91
1700	81	22,0	53,7	76,1	70,57
2200	89	22,4	74,9	108,6	68,90
2500	99	22,8	111,2	155,8	71,36

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Efektifitas Radiator dengan Media Pendingin Air AC .

N rpm	Th in °C	Tc in °C	Q act Watt	Qmax Watt	ε Radiator
1100	79	21,2	40,4	50,0	80,85
1700	82	22,0	63,3	75,9	83,36
2200	90	22,2	88,5	110,4	80,11
2500	100	23	135,1	155,4	86,91

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Efektifitas Radiator dengan Media Pendingin Coolant.

N rpm	Th in °C	Tc in °C	Q act Watt	Qmax Watt	ε Radiator
1100	80	21,6	47,9	56,0	85,56
1700	83	22,2	74,0	84,9	87,19
2200	95	22,8	116,5	128,0	91,03
2500	102	23,3	148,0	158,9	93,17

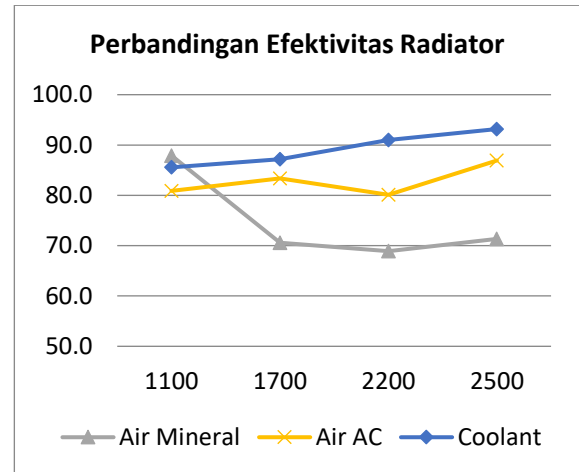
Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 8. Perbandingan Efektifitas Radiator dengan Menggunakan Berbagai Media Pendingin

N rpm	ε Air Mineal	ε Air AC	ε Coolant
1100	87,91	80,85	85,56
1700	70,57	83,36	87,19
2200	68,90	80,11	91,03
2500	71,36	86,91	93,17
Rata2	74,69	82,81	89,24

Sumber: Hasil olah data penelitian

Hasil rangkuman pada tabel di atas akan mudah kita baca dan analisa jika dituangkan dalam bentuk garfik seperti di bawah ini:



Gambar 7. Grafik perbandingan efektivitas Radiator

3.3 Analisa Efektivitas Radiator

Dari hasil uji ketiga media pendingin menunjukkan bahwa pada hakikatnya ketiga media tersebut bisa digunakan sebagai cairan pendingin pada radiator. Efektivitas radiator pada air mineral awalnya cukup baik, namun cenderung menurun dengan bertambahnya putaran mesin. Hal ini kemungkinan disebabkan kandungan mineral dalam air justru akan menghambat penyerapan panas dari radiator, misalnya mineral logam yang terkandung dalam air mineral akan menahan panas, sehingga temperatur air makin panas.

Sedangkan media pendingin air sisa pengembunan AC sedikit lebih baik dibandingkan media pendingin air mineral, hal ini kemungkinan karena tingkat kemurnian air sisa pengembunan AC yang merupakan air suling murni, tidak ada kandungan mineral lain, sehingga lebih mampu menyerap panas.

Hasil terbaik untuk efektivitas radiator didapat dari pengujian *coolant*. Hal ini tentu sudah diperhitungkan karena zat-zat aditif yang terdapat pada media pendingin ini sudah diformulasikan untuk mendinginkan radiator. Dari putaran rendah sampai putaran tinggi media pendingin *coolant* menunjukkan kinerja terbaik, yaitu mampu mengikuti kenaikan putaran dengan memberikan nilai efektivitas yang juga makin naik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Semakin cepat putaran mesin, ada kecenderungan nilai efektivitas radiator makin tinggi, artinya sistem pendingin akan memberikan respon pendinginan yang lebih baik.
2. Media pendingin coolant mampu menghasilkan nilai efektifitas yang lebih tinggi dibanding dengan media pendingin lain yaitu air mineral dan air sisa pengembunan AC.
3. Bagi masyarakat umum untuk kondisi darurat air sisa pengembunan AC bisa digunakan untuk media pendingin radiator, tapi harus segera diganti dengan coolant jika kondisi sudah memungkinkan.

/06/macam-macam-sistem-pendingin-lengkap.html

Simamora, D. F., Sappu, F. P., & Ulaan, T. V. Y. (2000). *Analisis Efektivitas Radiator Pada Mesin Toyota Kijang Tipe 5 K. 4*, 138–147.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, N (2009). *Laju Perpindahan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80 % Air Dan 20 % Radiator*. 4(2), 65–75.
- Dwi Hersandi, D. A., & Arsana, I. M. (2018). *Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300Cc*. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA*, 6(03), 41–52.
- Iqbal Z, 2018. *Pemeliharaan Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Mobil*, Politeknik Negeri Malang: Malang, 2018
- Juan, 2020. Cara Kerja Sistem Pendingin Air, Teknik Otomotif dot com. <https://www.teknik-otomotif.com/2020/02/cara-kerja-sistem-pendingin-air.html>
- M. Tayep, 2021. *Pengaruh Efektifitas Radiator Berdasarkan Jenis Coolant Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel 2775cc*, Universitas Islam Riau: Pekanbaru, 2021.
- Otomotifstudi, 2019. *Macam-macam Sistem Pendingin Lengkap dengan Kelebihan dan Kekurangannya*. <https://www.otomotifstudi.com/2019>