



Analisis Pengaruh Fluida Pendingin Terhadap Efektivitas Kapasitas Radiator Dan Penyerapan Panas Pada Mobil Toyota Avanza M/T Mesin 1NR

Adam Alammbara¹ Adam Firdaus², Elisa Sulistyorini

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
Email : alammbara45@gmail.com¹ adamfirdaus252@gmail.com²

ABSTRAK

Sistem pendingin adalah komponen berpengaruh intern disuatu peredaran operasi mesin. Sistem pendingin poin penting buat menjaga temperatur mesin agar konstan optimal dan mencegah timbulnya overheat pada mesin. Oleh karena itu penelitian variasi fluida pendinginan terhadap kapasitas radiator serta efektivitas penyerapan panas dan menganalisa kapasitas radiator bersumber pada Rpm mesin serta pengaruh durasi terhadap kapasitas serta efektivitas penyerapan panas. Pengkajian ini menggunakan teknik percobaan. Analitis metode pengetesan dilakukan secara berkala serta menulis hasil dari pengetesan tersebut. Dari penelitian ini perhitungan dan pengujian analisis pengaruh fluida radiator terhadap suhu kerja mesin, dan analisis efektivitas penyerapan panas mesin yang dilakukan radiator dengan berbagai zat fluida pendingin untuk efektivitas penyerapan panas radiator. Hasil perhitungan dan pengujian untuk laju perpindahan panas (kapasitas radiator) hasil tertinggi pada fluida air mineral 506588 watt dan terendah pada fluida super long life coolant yaitu 300685 watt sedangkan hasil pengujian untuk efektivitas penyerapan panas radiator yang paling stabil dari variasi fluida yang diterapkan yaitu menggunakan fluida super long life coolant.

Kata Kunci : Fluida pendingin, kapasitas radiator, efektivitas radiator

ABSTRACT

The cooling system is an internal influencing component in a machine's operational circulation. The cooling system is an important point for maintaining optimal engine temperature and preventing overheating of the engine. Therefore, researchers studied variations in cooling fluid on radiator capacity and heat absorption effectiveness and analyzed radiator capacity based on engine RPM and the effect of time on heat absorption capacity and effectiveness. This research is using experimental method This study uses experimental techniques. Analytical methods are carried out periodically as well e testing is recorded. From this research, it is that calculations and analysis tests will be carried out on the influence of radiator fluid on engine working temperature, and analysis of the effectiveness of engine heat absorption by radiators with various cooling fluids for the effectiveness of radiator heat absorption. The results of calculations and tests for the heat transfer rate (radiator capacity) were the highest for the mineral water fluid, 506588 watts and the lowest for the super long life coolant fluid, namely 300685 watts, while the test results for the effectiveness of the radiator's heat absorption were the most stable of the fluid variations applied, namely using the fluid super long life coolant.

Keywords: Cooling fluid, radiator capacity, radiator effectiveness

PENDAHULUAN

Sistem pendinginan amat diperlukan dalam suatu kendaraan serta memegang kontribusi yang amat berarti dalam suatu operasi mesin. Sistem pendingin bertugas buat melindungi temperatur operasi mesin supaya konstan (tetap di temperatur operasi mesin diketagui temperatur operasi mesin di kisaran 85° - 90°C) Pendingin ini amat diperlukan bagi motor pembakaran dalam supaya kalor yang didapatkan saat operasi pembakaran tak melampaui batasan (*overheat*).

Pembakaran paduan udara serta bahan bakar didalam ruang bakar silinder menciptakan kalor yang tinggi. Atas hasil pembakaran motor bakar yang menjadi energi mekanis kira kira 23% - 28%. Kalor yang lain keluar berbentuk gas buang serta sepenggal pun gugur atas pendinginan. Kendatipun bentuk pendinginan ialah suatu kerugian apabila ditinjau atas aspek eksploitaasi tenaga, namun motorbakar perlu didinginkan supaya melindungi operasi mesin secara konstan. Selain itu metode pendinginan amat dibutuhkan buat melindungi temperatur operasi mesin. (Sumarno 2018:4)

Pada kendaraan roda 4 (mobil) faktor teknik pendingin yang amat berarti ialah radiator. Radiator ialah daerah perputaran fluida pendingin serta buat mentransfer kalor pada fluida keudaran luar melalui teknik radiasi. Fluida buat jenis pendinginan air yang memakai radiator terdapat 2 jenis yakni coolant serta air biasa. Secara umum coolant kian mampu bisa mendinginkan suhu operasi mesin secara maksimum.

Pengkajian ini meneliti mengenai performance teknik pendingin dikendaraan roda 4 (mobil) terhadap efektifitas kapasitas mesin, keamanan terhadap pipa-pipa sistem pendingin dan kapasitas kinerja radiator pada kendaraan Toyota Avanza M/T 1NR. Oleh tentang itu deskripsi diatas penulis memilih judul penulisan "Analisis Pengaruh Fluida Pendingin Terhadap Efektivitas Kapasitas Radiator Dan Penyerapan Panas Pada Mobil Toyota Avanza M/T Mesin 1NR". Dan

pengambilan data untuk kali ini yakni melakukan 3 variasi fluida, 3 variasi waktu dan 3 percobaan berulang yaitu : air mineral, air suling, long life coolant, waktu : 5, 10, 15 menit, percobaan : 800, 1000, 1500 Rpm. Melihat temperatur awal dan sesudah percobaan sebagai uji banding efektifitas fluida terhadap radiaot mobil Avanza M/T 1NR.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Metode Pengambilan Data

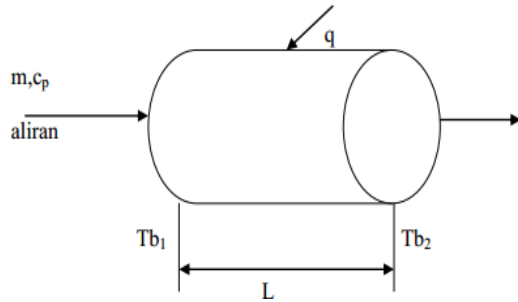
Buat menganalisa hasil percobaan yang didapat hingga penulis memakai teknik kuantitatif dimana statistik yang telah diperoleh pada pengetesan dipergunakan buat menghitung Kapasitas pendinginan serta Efektifitas penyerapan kalor radiator Toyota Avanza M/T 1NR dengan jenis cairan pendingin yang berbeda sebagai pembandingan terhadap kualitas dan efektifitas penyerapan panas radiator.

Langkah Percobaan

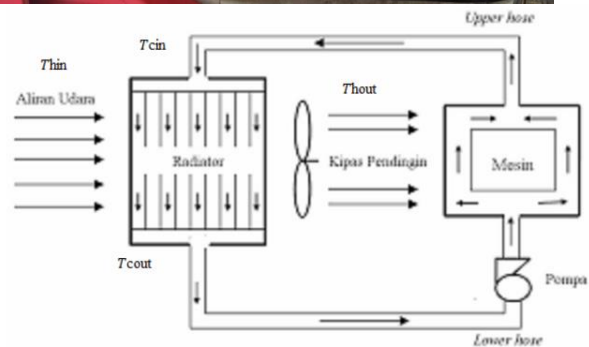
Buat menjalankan riset pengaruh macam fluida terhadap kapasitas radiator pada sistem pendinginan mesin Toyota Avanza M/T 1NR, dilakukan langkah-langkah riset sebagaimana berikut:

1. Menyiapkan segala perlengkapan yang diperlukan saat percobaan tipe fluida terhadap kapasitas radiator .
2. Memasang peralatan yang sudah disiapkan, memasang termokopel in pada radiator dan tersambung pada alat ukur temperatur digital termokopel.
3. Memasukan cairan fluida ataupun coolant kedalam radiator.
4. Putar posisi kunci kontak diposisi on atau nyala buat menyalakan mesin supaya bisa beroperasi.
5. Setelah mesin nyala pastikan Rpm yang di mau yakni 800, 1000, 1500 Rpm.
6. Fluida dalam mesin Toyota avanza M/T 1 NR yang sudah bersirkulasi didalam mesin lantas dipompa memakai pompa air radiator di mesin menuju radiator,

yang lantas mengalir balik menuju mesin.



7. Lalu memakai *stopwatch* tulis statistik menggunakan durasi yang dimau yakni 5, 10, 15 menit.
8. Tinggi angka temperatur yang melintasi pipa aliran fluida serta bakal terbaca oleh *termokopel* lantas bakal dilihat oleh digital *termokopel* buat membaca temperatur pada aliran fluida.
9. banyak nilai temperatur memintasi pipa aliran fluida outakan terbaca memakai datalist yang dimunculkan Global TechStream.
10. Deras aliran fluida diukur memakai alat ukur *flowmeter* bakal mendapati banyak nilai laju aliran fluida disetiap variasi pengujian.
11. menjalankan 3 variasi macam fluida di radiator buat mendapati kapabilitas pengubah kalor
12. (Q) pada mobil Toyota avanza M/T 1NR.
13. Sehabis melaksanakan percobaan variasi jenis fluida tulis data yang sudah diperoleh sewaktu percobaan.



Metode Pengolahan Data

1. Menghitung laju perpindahan panas didalam radiator ($Q_{internal}$)

Gambar Sketsa laju perpindahan panas (Sumber : J.P Holman, 2003)

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T \text{ LMTD}$$

Keterangan :

Q = Laju perpindahan kalor /Kapasitas Radiator (watt)

m = Laju aliran massa(kg/s)

ρ = Massa Jenis kg/m³

C_p = Kalor jenis (j/kg.k)

ΔT = Perubahan suhu (k)

2. Menghitung ΔT LMTD

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{(T_2 - t_2) - (T_1 - t_1)}{\ln \frac{(T_2 - t_2)}{(T_1 - t_1)}}$$



Penjelasan :

T_1 = Temperatur air yang keluar radiator (°C)

T_2 = Temperatur air yang masuk radiator (°C)

t_1 = Temperatur udara sebelum memintasi kipas

t_2 = Temperatur udara setelah memintasi kipas (°C)

ΔT = Perubahan Temperatur (K)

3. Menghitung laju aliran massa fluida

$$\dot{m} = \nabla x \rho$$

Penjelasan :

m = Laju Aliran Massa (kg/s)

∇ = Debit fluida (Liter/Menit)

ρ = Berat Jenis (kg/m³)

4. Menghitung Efektifitas Penyerapan kalor terhadap mesin

Metode efektifitas mempunyai beberapa manfaat buat mengkaji perimbangan beraneka macam pengubah panas waktu menentukan model yang terbaik buat melakukan pemindahan panas definit. Efektifitas pemindahan panas (*Heat Exchange Effectiveness*) diartikan sebagai berikut ini (J.P Holman, 2003)

ε = Perpindahan kalor maksimum yang mungkin
perpindahan kalor nyata

Perpindahan panas yang aktual bisa dihitung melalui energi yang dibebaskan sama fluida panas/energi yang diperoleh fluida dingin buat pengubah panas aliran lawan arah

$$Q = m_h x C_h (T_{h1} - T_{h2}) = m_c x C_c (T_{c1} - T_{c2})$$

Keterangan :

Q = perpindahan panas (Watt) \dot{m} = laju aliran massa (m³/s)

C_h = kalor spesifik fluida panas (J/kg°C)

C_c = kalor spesifik fluida dingin (J/kg°C)

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)

Buat memastikan perpindahan panas paling banyak oleh pengganti panas itu disimpulkan bahwa angka terbesar bakal diperoleh apabila salahsatu fluida mengalami transisi temperatur sebanyak jarak temperatur terbesar yang diperoleh selama pengganti panas itu, yakni pautan temperatur diterima fluida panas serta fluida dingin. Fluida yang potensial mengalami pautan temperatur terbesar ini adalah yang mcnya terkecil, ketentuqn proporsi energi bahwa energi yang diperoleh dari fluida yang satu selaras atas energi yang dilepas oleh fluida yang berbeda. Apabila fluida yang mengalami angka mc yang bertambah banyak yang dibuat mengalami terpaut temperatur yang bertambah banyak dari terbesar, serta ini tak potensial. Jadi perpindahan panas yang dapat dinyatakan:

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

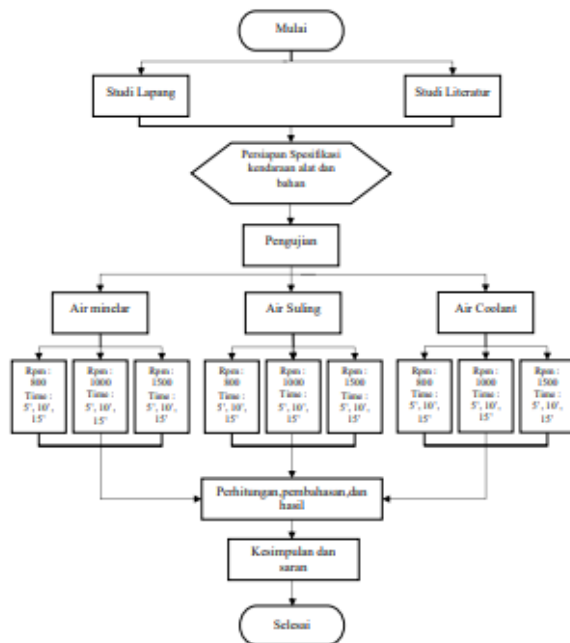
Secara umum efektifitas bisa dinyatakan seperti dibawah ini

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

Bika fluida dingin adalah fluida terkecil, dapat memakai rumus efektifitas dibawah ini:

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

3.1 Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dari pengujian yang dilakukan di bengkel Auto 2000 Manyar Gresik dengan memvarisaikan 3 jenis fluida yaitu Air mineral, Air suling, dan Super *Long Life Coolant* memakai 3 Rpm yang terpaut jua yakni 800, 1000, 1500. Disetiap Rpm mempunyai volume fluida yang berbeda-beda yakni Rpm 800 volumenya 0,01 *m3/menit*, 1000 volumenya 0,014 *m3/menit*, 1500 volumenya 0,019 *m3/menit*. Pengambilan data jua berlandaskan 3 bagian durasi setiap 5 menit sekali yaitu 5, 10, 15 menit.



Spesifikasi Kendaraan yang dipakai

Dimensi	
P x L x T (mm)	4190 x 1660 x 1695
jarak sumbu roda (mm)	2655
jarak pijak roda depan/belakang (mm)	1425/1435
tinggi dari tanah (mm)	200
Berat	
berat kosong/total kendaraan (kg)	1100/1590
kapasitas tempat duduk	7
Performa	
radius putar minimum (m)	5,2
Mesin	
tipe mesin	IL, 4 Cylinder, 16V, DOHC, Dual VVT-i
kapasitas silinder (cc)	1329 (1300)
jumlah silinder	4
jumlah katup	16
diameter x langkah (mm)	73,0 x 89,4
tenaga maksimum (PS/Rpm)	96,5/6000
torsi maksimum (Kg-m/rpm)	12,3/4200
bahan bakar	Minimal Ron 92
kapasitas tangki bahan bakar (L)	45
sistem bahan bakar	VVT I
Transmisi	
tipe transmisi	Manual 5-speed
sistem kemudi	
Tipe	Electronic power steering
Pengereman	
rem depan/belakang/rem parker	Ventilated disc, Leading and trailing/rem mekanis
Suspensi	
suspensi depan	Macpherson strut with coil Spring
suspensi belakang	4 link lateral rod with coil Spring
kaki-kaki	
ukuran ban	185/70R14

Dibawah ini ialah masing-masing bagan hasil percobaan fluida.

Hasil Pengambilan Data Fluida Air Suling

No	Waktu (menit)	Rpm	T _{Cin} (°C)	T _{Cout} (°C)	Thin (°C)	Thout (°C)	Rata-rata T _{Cin} (°C)	Rata-rata T _{Cout} (°C)	ΔT (Rata-rata T _{Cin} - Rata-rata T _{Cout}) (K)
1. a	5	800	76	60	30	38,3	78,25	63,5	414,75
1. b	10	800	78	62	30	38,6			
1. c	15	800	79	62	30,1	40,1			
2. a	5	1000	81	71	30,5	42	83,75	72,25	429
2. b	10	1000	83	71	30,5	42,9			
2. c	15	1000	85	72	30,7	44,3			
3. a	5	1500	88	78	40,1	46,4	92	80	445
3. b	10	1500	92	80	41,2	47,6			
3. c	15	1500	93	80	41,8	46,1			

Hasil Pengambilan Data Fluida Air Coolant

No	Waktu (menit)	Rpm	T _{Cin} (°C)	T _{Cout} (°C)	Thin (°C)	Thout (°C)	Rata-rata T _{Cin} (°C)	Rata-rata T _{Cout} (°C)	ΔT (Rata-rata T _{Cin} - Rata-rata T _{Cout}) (K)
1. a	5	800	63	50	30	35,5	65,5	52,5	391
1. b	10	800	65	52	30	35,9			
1. c	15	800	66	53	30,1	36,2			
2. a	5	1000	70	57	32	38	72,5	59,75	405,25
2. b	10	1000	71	59	32,7	38,6			
2. c	15	1000	73	60	33,5	39			
3. a	5	1500	82	65	35,3	42,4	86	69,5	428,5
3. b	10	1500	86	68	35,9	43,3			
3. c	15	1500	87	71	36,3	43,9			

Hasil Pengambilan Data Fluida Air Mineral

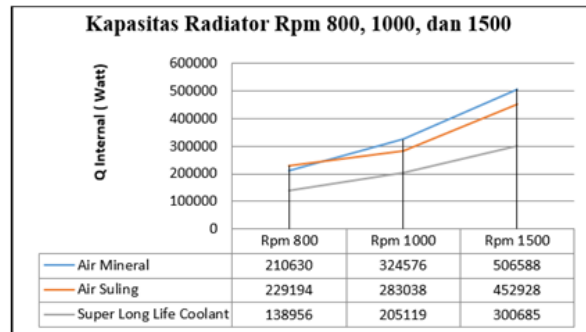
No	Waktu (menit)	Rpm	T _{Cin} (°C)	T _{Cout} (°C)	Thin (°C)	Thout (°C)	Rata-rata T _{Cin} (°C)	Rata-rata T _{Cout} (°C)	ΔT (Rata-rata T _{Cin} - Rata-rata T _{Cout}) (K)
1. a	5	800	80	65	30,3	40,1	84,75	68,5	426,25
1. b	10	800	83	67	30,3	42,2			
1. c	15	800	86	70	30,5	44,2			
2. a	5	1000	92	75	32,8	43,1	93,75	76,25	443
2. b	10	1000	93	76	33,8	43,7			
2. c	15	1000	94	76	34,9	45,7			
3. a	5	1500	97	80	43,3	48,5	98,25	82	453,25
3. b	10	1500	98	81	44,1	48,8			
3. c	15	1500	98	81	44,8	49,5			

Nilai laju perpindahan panas dalam radiator (Q_{internal})

Jenis Fluida	Rpm	ṁ (kg/s)	Cp (J/kg .°K)	ΔT LMTD(°K)	Q (watt)
Air Mineral	800	0,17	4200	295	210630
	1000	0,23	4200	336	324576
	1500	0,32	4200	377	506588
Air Suling	800	0,17	4200	321	229194
	1000	0,23	4200	293	283038
	1500	0,32	4200	337	452928
Super Long life Coolant	800	0,18	2420	319	138956
	1000	0,26	2420	326	205119
	1500	0,35	2420	355	300685

Nilai efektifitas penyerapan panas dalam radiator

Jenis Fluida	Rpm	Th2 (Temperatur udara keluar) (°C)	Th1 (Temperatur udara masuk) (°C)	Tc1 (Temperatur fluida masuk) (°C)	ε (efektifitas)
Air Mineral	800	43,15	30,37	84,75	0,23
	1000	44,9	33,1	93,75	0,19
	1500	49,2	44,4	98,25	0,08
Air Suling	800	39,6	30,1	78,25	0,19
	1000	43,7	30,6	83,75	0,25
	1500	47,2	41,5	92	0,11
Super Long life Coolant	800	36,1	30,05	65,5	0,17
	1000	38,9	33,07	72,5	0,15
	1500	43,5	36,2	86	0,14



Pembahasan

1. Kapasitas Radiator ($Q_{internal}$)

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diatas didapatkan data berupa angka-angka yang masih belum dipahami untuk itu data tersebut akan digambarkan dalam bentuk grafik dan didiskripsikan agar mudah untuk dipelajari dan dipahami. Berikut ini adalah data hasil pengujian Pengaruh Fluida Pendingin Air Mineral, Air Suling, dan Super Long Life Coolant Terhadap Efektivitas Kapasitas Radiator Dan Penyerapan Panas Pada Mobil Toyota Avanza M/T Mesin 1NR.



Dari diagram hasil kapasitas radiator pada Rpm 800 memakai beragam fluida dapat diketahui bahwa disaat memakai fluida air mineral memerlukan kapasitas radiator sebanyak 210630 Watt, fluida air suling memerlukan kapasitas radiator sebanyak 229194 Watt, fluida *Super Long Life Coolant* memerlukan kapasitas radiator sebanyak 138956 Watt.

Dari diagram hasil kapasitas radiator atas Rpm 1000 memakai beragam fluida diatas diketahui bahwa disaat memakai fluida air mineral memerlukan kapasitas radiator sebanyak 324576 Watt, fluida air suling memerlukan kapasitas radiator sebanyak 283038 Watt, fluida *Super Long Life Coolant* memerlukan kapasitas radiator sebanyak 205119 Watt.

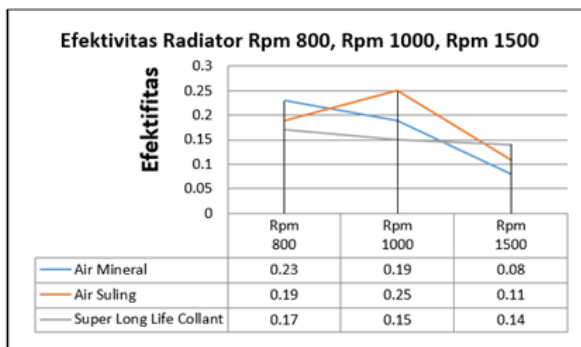
Dari diagram hasil kapasitas radiator pada Rpm 1500 memakai beragam fluida diatas diketahui bahwa disaat memakai fluida air mineral memerlukan kapasitas radiator sebanyak 506588 Watt, fluida air suling membutuhkan kapasitas radiator sebesar 452928 Watt, fluida *Super Long Life Coolant* memerlukan kapasitas radiator sebanyak 300685 Watt.

melalui memeriksa data rekapitulasi serta diagram diatas diketahui bahwa kontribusi fluida amat berdampak didalam kapasitas sistem pendinginan radiator. Semakin rendah hasil $Q_{internal}$ nya semakin bagus kapasitas pendinginan radiator. Akibat performa yang ditimbulkan radiator tak begitu banyak jika Q (perpindahan panasnya) rendah.

2. Efektivitas Radiator

Dibawah merupakan statistik hasil percobaan Pengaruh Fluida Pendingin Air Mineral, Air Suling, Dan Super Long Life Coolant

Terhadap Efektivitas Kapasitas Radiator Dan Penyerapan Panas Pada Mobil Toyota Avanza M/T Mesin 1NR.



Dari Diagram hasil efektifitas peresapan kalor radiator memakai beragam fluida diatas diketahui bahwa disaat memakai fluida air mineral memakai Rpm 800 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,23, Rpm 1000 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,19, buat Rpm 1500 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,08.

Buat fluida air suling memakai Rpm 800 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,19, Buat Rpm 1000 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,25, buat Rpm 1500 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,11.

Buat fluida *Super Long Life Coolant* memakai Rpm 800 hasil efektifitas peresapan

kalor yakni 0,17, baut Rpm 1000 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,15, buat Rpm 1500 hasil efektifitas peresapan kalor yakni 0,14.

Dapat dilihat dari hasil rekapitulasi serta diagram diatas diketahui bahwa kontribusi fluida amat berkontribusi terhadap efektifitas peresapan kalor teknik pendinginan radiator dimana atas seluruh fluida yang mempunyai efektifitas yang konstan diseluruh kondisi yakni memakai *Super long life coolant*. Perihal ini disebabkan disuatu efektifitas peresapan kalor timbul kejadian pemanasan atas fluida. Serta pada ke-3 fluida terbilang yang meiliki titik didih yang terbesar yakni *Super long life coolant*. Sehingga fluida *Super long life coolant* tak gampang mendidih serta menguap.



KESIMPULANDAN SARAN

Kesimpulan

Bersumber pada riset diatas perihal kapasitas radiator serta efektifitas peresapan kalor radiator hingga bisa disimpulkan seperti berikut :

1. variasi fluida pendinginan terhadap kapasitas radiator amat berdampak terhadap sistem pendinginan. Perihal

bisa dibuktikan atas adanya rekapitulasi Q internal diatas. Perpindahan kalor terbesar yakni memakai fluida air mineral sedangkan terkecil memakai *Super Long life Coolant*. Dapat diyatakan di Rpm 1500 perpindahan kalor didalam radiator fluidalair mineral 506588 Watt sedangkan fluida *Super long life Coolant* 300685 Watt.

2. Semakin rendah angka Q yang didapatkan semakin bagus kemampuan radiator karena kemampuan yang dikeluarkan radiator selama reaksi pendinginan makin rendah. Sehingga mampu membuat awet radiator.
3. Hasil efektifitas atas riset diatas dimana kompaarasi antara 3 macam fluida mempunyai hasil yang beragam. Serta mengenai hasil diatas bisa disimpulkan radiator yang memakai fluida *Super long life coolant* mempunyai kualitas efektifitas yang konstan dibandingkan 2 fluida yang berbeda.dapat menghasilkan efektifitas yang bagus untuk radiator. Perihal ini disebabkan atas suatu efektifitas peresapan kalor timbul keadaan pemanasan difluida. Serta pada ke-3 fluida terbilang yang meiliki titik didih yang amat besar yakni *Super long life coolant*. Sehingga fluida *Super long life coolant* tak gampang mendidih serta menguap.

Saran

Berlandaskan hasil riset diatas, bahwa peneliti dapat memberi saran beberapa perihal yakni :

1. harus dilaksanakan percobaan selanjutnya biar mendapati kapasitas radiator (Q) memakai komputerisasi supaya memperoleh data yang lebih maksimum serta efektif
2. Disaat melaksanakan riset wajib memperhatikan keselamatan kerja

REFERENSI

- 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.
- Agung, Dhanurendra Priambodo; Arsana, I Made. 2013. Pengaruh Temperatur Fluida Masuk Terhadap Kapasitas Penukar Panas Jenis Pembuluh Dan Kawat Pada Konveksi Bebas. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 01 Nomor 02 (2013): hal. 80 – 85. Universitas Negeri Surabaya.
- Adi, Alir Rilo Putra; Arsana, I Made . 2018. Analisa Pengaruh Laju Aliran Massa Fluida Dan Temperatur Fluida Masuk Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendingin Daihatsu Xenia 1300cc. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 06 Nomor 03 (2018): hal 1-9. Universitas Negeri Surabaya.
- Fauzi Amin; Kohar, R . 2017. Perancangan Kondensor Tipe U Tube Yang Memanfaatkan Uap Sisa (Heat Recover) Pada Sistem Pemanas. Jurnal Desiminasi Teknologi, Vol. 05 Nomor 01 (2017). Universitas Tridinanti Palembang.
- Islam, M. Adib Misbakhul 2018 Analisa Pengaruh Kecepatan Air Radiator Dan Jumlah Pipa Terhadap Efektivitas Penyerapan Panas Pada Mesin Motor Bensin.Vol 1 Nomor 1 (2018). Universitas 17 Agustus Surabaya.
- Kreith, Frank dan Prijono, A, 1986. Prinsip-prinsip perpindahan panas. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Koestoer, Raldi Artono, dan Zulkfli, 1998, Perpindahan Kalor Konveksi,

Laboratorium Perpindahan Kalor.
Universitas Indonesia, Jakarta.

Toyota. 1995, NewStep 1 Training Manual.
Jakarta: PT. Toyota Astra

Toyota. 1995, New Team Engine Group
Training Manual. Jakarta: PT. Toyota
Astra Motor.