

Analisa Kinerja Sistem Pendingin Mesin Lokomotif Diesel Elektrik CC206 dengan Inhibitor 12l & 17l

Muhammad Taufik Hidayat

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

taufikglobal29@gmail.com

ABSTRACT

Cooling water systems are important components in various industries that require temperature control or heat removal from processes or equipment. This process is important to prevent damage to equipment and to ensure operational efficiency. Therefore, research was carried out to determine the performance of the locomotive engine cooling system which occurred due to the influence of the use of 12L and 17L inhibitor fluids. The purpose of this analysis is to determine and analyze the value of the coefficient of performance. Testing was carried out on the CC206 locomotive unit using 12L and 17L inhibitor fluids. The research method was to carry out direct method calculations by taking self-load data during monthly maintenance. The results show that the greater the inhibitor fluid mixing, the better the cooling system performance by releasing heat through the radiator. The efficiency of the cooling system performance with 17L inhibitor fluid is greater than the performance efficiency of the cooling system with 12L inhibitor fluid.

Keywords: locomotive, cooling system, direct method, inhibitor

ABSTRAK

Sistem air pendingin adalah komponen penting dalam berbagai industri yang memerlukan pengendalian suhu atau penghilangan panas dari proses atau peralatan. Proses ini penting untuk mencegah kerusakan pada peralatan dan untuk memastikan efisiensi operasional. Maka dari itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui kinerja sistem pendingin mesin lokomotif yang terjadi karena adanya pengaruh penggunaan cairan inhibitor 12L dan 17L. Tujuan dari analisa ini untuk mengetahui dan menganalisis besarnya nilai *coefisien of perfomance*. Pengujian dilakukan pada unit lokomotif CC206 dengan penggunaan cairan inhibitor 12L dan 17L, Metode penelitian ini adalah dengan melakukan perhitungan metode langsung dengan mengambil data self fload pada saat perawatan bulanan. Hasil menunjukkan, semakin besar pencampuran cairan inhibitor maka semakin baik kinerja sistem pendingin dengan melepaskan panas melalui radiator. Efisiensi dari kinerja sistem pendingin dengan cairan inhibitor 17L lebih besar daripada efisiensi kinerja sistem pendingin dengan cairan inhibitor 12L.

Kata Kunci: lokomotif, sistem pendingin, metode langsung, inhibitor

PENDAHULUAN

Dalam operasional sehari-hari, lokomotif diesel elektrik, seperti CC206, memiliki peran vital dalam dunia transportasi kereta api. Salah satu komponen kritis yang memastikan kinerja optimal lokomotif adalah sistem pendingin, khususnya radiator. Radiator berperan penting dalam menjaga suhu mesin pada tingkat yang aman, memastikan efisiensi pembakaran bahan bakar, dan mendukung operasi yang handal. Menurut Jowitt et al. (2006), sistem pendingin pada kendaraan bermotor,

termasuk lokomotif, tidak hanya berfungsi untuk mencegah suhu mesin melebihi batas, tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem tenaga kendaraan. Tanpa sistem pendingin yang baik, kinerja mesin akan menurun dan meningkatkan risiko kerusakan yang mahal.

Penggunaan air sebagai media pendingin konvensional pada sistem radiator telah menjadi praktik umum dalam industri perkeretaapian. Namun, dalam lingkungan operasional yang beragam, seperti variasi beban kerja dan suhu eksternal, tantangan yang dihadapi oleh sistem pendingin semakin kompleks. Overheat, atau peningkatan suhu yang berlebihan di luar batas aman, menjadi salah satu masalah utama. Menurut Glicksman (2013), overheat pada mesin diesel dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti beban kerja yang berlebihan, kurangnya pendinginan, dan kegagalan komponen sistem pendingin. Overheat dapat menyebabkan kerusakan pada perangkat, penurunan kinerja, hingga kegagalan total mesin yang tentunya berdampak buruk pada operasional dan biaya pemeliharaan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penggunaan inhibitor dalam cairan pendingin menjadi salah satu pendekatan yang umum. Inhibitor berfungsi untuk meningkatkan kualitas pendinginan dan mencegah korosi serta kerak pada komponen radiator. Menurut Thomas (2008), penambahan inhibitor ke dalam sistem pendingin dapat membantu menjaga kestabilan suhu mesin, memperpanjang umur komponen, dan mengurangi frekuensi perawatan. Penambahan inhibitor pada sistem pendingin tidak hanya mencegah terjadinya overheat, tetapi juga memastikan bahwa radiator beroperasi pada efisiensi yang lebih tinggi, bahkan dalam kondisi kerja yang lebih berat.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap kinerja radiator pada sistem pendingin lokomotif diesel elektrik CC206 yang menggunakan inhibitor dalam cairan pendingin. Dengan mengintegrasikan inhibitor ke dalam sistem pendingin, diharapkan dapat memitigasi masalah overheat dan meningkatkan kinerja radiator secara keseluruhan. Sejalan dengan pendapat Surono et al. (2022), penggunaan inhibitor dapat meningkatkan efektivitas transfer panas di radiator dan menjaga suhu mesin tetap optimal meskipun berada dalam kondisi operasional yang menantang. Penelitian ini akan mengevaluasi dampak penggunaan inhibitor terhadap efisiensi pendinginan secara keseluruhan dan kinerja mesin.

Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis untuk pemeliharaan sistem pendingin lokomotif, dengan fokus pada penerapan inhibitor sebagai solusi yang dapat meningkatkan umur pakai dan kinerja sistem secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan pandangan Wisnu (2020) yang menekankan pentingnya pengelolaan sistem pendingin yang efektif untuk menunjang keberlanjutan operasional kendaraan berat seperti lokomotif.

Dengan penekanan pada pemahaman yang lebih baik tentang dampak penggunaan inhibitor pada sistem pendingin lokomotif diesel elektrik CC206, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi pemeliharaan yang berkelanjutan dalam industri perkeretaapian. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi penting untuk optimasi sistem pendinginan yang dapat diterapkan pada berbagai jenis lokomotif di masa depan.

Seperti yang dinyatakan oleh Hasan et al. (2018), sistem pendingin yang efisien dan optimal adalah kunci untuk menjaga kelancaran operasional dan mengurangi biaya operasional jangka panjang pada industri transportasi. Serta, dapat memberikan nilai yang sangat penting untuk operasional kereta api.

Dalam konteks ini, penelitian ini akan melibatkan analisis kualitatif dan evaluatif terhadap komponen-komponen utama sistem radiator pada Lokomotif Diesel Elektrik CC206. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem pendingin pada lokomotif ini dan memberikan dasar untuk pengembangan solusi perbaikan atau pengoptimalan yang dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem pendingin tersebut.

Maka dari itu penulis membuat laporan tugas akhir ini untuk memenuhi persyaratan kelulusan di Politeknik Negeri Sriwijaya dengan membahas sistem kerja dari *Colling System* yang berjudul "Analisis Kinerja Pada Sistem Pendingin Lokomotif Diesel Elektrik CC206.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk: (1) Memahami kinerja pada sistem pendingin lokomotif diesel elektrik CC206. (2) Mengetahui pengaruh penggunaan *inhibitor* 12L dan 17L di lokomotif diesel lokomotif CC206.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah lokomotif diesel elektrik CC206 yang dikelola oleh PT Kereta Api Indonesia Persero (PT KAI), dengan fokus pada menganalisis kinerja radiator pada sistem pendingin lokomotif dan pengaruh penggunaan inhibitor selama operasi mesin. Penelitian dilakukan di depo lokomotif Kertapati, Palembang, Sumatera Selatan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif, mengumpulkan data operasi lokomotif CC206 untuk menganalisis efisiensi performa radiator. Pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan peneliti mengenai sampel yang paling representatif. Tujuan penggunaan purposive sampling adalah untuk menganalisis efisiensi performa radiator pada sistem pendingin lokomotif CC206.

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder, dengan data primer diperoleh dari wawancara dan observasi langsung di lapangan, sementara data sekunder diperoleh dari dokumen dan literatur terkait. Populasi penelitian adalah semua lokomotif CC206 yang beroperasi di Divre III, dan sampel dipilih secara acak. Variabel utama yang diamati adalah suhu air radiator, dengan tambahan variabel seperti kecepatan operasi lokomotif dan suhu udara masuk untuk analisis lebih lanjut. Pengukuran suhu dilakukan pada interval waktu tertentu, dan data dikumpulkan dari dashboard indikator display dan thermogun.

Jenis data penelitian dibagi menjadi data primer yang diperoleh langsung dari observasi dan wawancara di lapangan, serta data sekunder yang didapatkan dari sumber lain seperti dokumen dan literatur. Setelah data dikumpulkan, analisis

dilakukan dengan metode langsung berdasarkan rumus efisiensi kinerja radiator yang diajukan oleh Surono et al. (2022):

$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}} \times 100\%$$

Keterangan:

Th1: Temperatur masuk radiator (°C)

Th2: Temperatur keluar radiator masuk ke mesin (°C)

Tc1: Temperatur didepan radiator (udara yang mengarah pada radiator) (°C)

Tc2: Temperatur dibelakang radiator (udara yang keluar dari radiator) (°C)

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan rumus efisiensi radiator dan analisis data dilakukan untuk melihat pengaruh penggunaan inhibitor terhadap kinerja radiator. Analisis ANOVA digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan antara penggunaan inhibitor 12L dan 17L pada kinerja radiator. Hipotesis yang diuji adalah hipotesis nol (H0) yang menyatakan tidak ada pengaruh antara jumlah inhibitor dan kinerja radiator, serta hipotesis alternatif (H1) yang menyatakan ada pengaruh. Data yang dikumpulkan akan dianalisis menggunakan ANOVA untuk mengevaluasi pengaruh kedua faktor tersebut terhadap performa kinerja radiator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data Nilai Volume dan Kualitas Air

Pengujian nilai tingkat kualitas air dilakukan untuk mengetahui berapa nilai kadar ph yang digunakan pada proses operasi lokomotif CC206. Zat aditif yang sebanyak 2% dari total volume air. Kualitas PH yang digunakan pada lokomotif CC206. Dimana data yang diambil menggunakan data saat pengisian lokomotif. Kadar kualitas air (pH) Yang sudah tercampur cairan pendingin (*inhibitor*) sesuai dengan *check sheet* atau perintah kerja ialah diangka 9-11 pH Pengujian nilai kualitas air ini dilakukan di depo lokomotif kertapati yang dilakukan pada saat pengisian air berserta cairan inhibitor kedalam tangka radiator pada lokomotif. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat tes kualitas air atau *pH tester*. Hasil Perbandingan Tingkat kualitas air dengan jumlah masing- masing cairan inhibitor yang telah didapatkan dapat dilihat pada table di bawah ini

Tabel 1. Data Nilai Kualitas Air

No. Lokomotif	PH	Standar	Jumlah Inhibitor
CC 206 1608	10.2	9-11PH	12L
CC 206 1608	9.12	9-11PH	17L
CC 206 1512	10.6	9-11PH	12L
CC 206 1512	9	9-11PH	17L

Data Self Flood Lokomotif CC206

Data self flood lokomotif CC206 ini diambil guna mengetahui kinerja keseluruhan mesin lokomotif dari keseluruhan komponen dari mesin mulai hidup

sampai mesin berada diputaran tinggi. Data yang didapatkan dari *SDIS* atau *smart display* pada bagian kabin lokomotif yang berupa angka-angka yang dihasilkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data Nilai Volume dan Kualitas Air

Pengujian nilai tingkat kualitas air dilakukan untuk mengetahui berapa nilai kadar ph yang digunakan pada proses operasi lokomotif CC206. Zat aditif yang sebanyak 2% dari total volume air. Kualitas PH yang digunakan pada lokomotif CC206. Dimana data yang diambil menggunakan data saat pengisian lokomotif. Kadar kualitas air (pH) Yang sudah tercampur cairan pendingin (*inhibitor*) sesuai dengan *check sheet* atau perintah kerja ialah diangka 9-11 pH Pengujian nilai kualitas air ini dilakukan di depo lokomotif kertapati yang dilakukan pada saat pengisian air berserta cairan inhibitor kedalam tangka radiator pada lokomotif. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat tes kualitas air atau *pH tester*. Hasil Perbandingan Tingkat kualitas air dengan jumlah masing- masing cairan inhibitor yang telah didapatkan dapat dilihat pada table dibawah ini

Tabel 2. Data Nilai Kualitas Air

No. Lokomotif	PH	Standar	Jumlah Inhibitor
CC 206 1608	10.2	9-11PH	12L
CC 206 1608	9.12	9-11PH	17L
CC 206 1512	10.6	9-11PH	12L
CC 206 1512	9	9-11PH	17L

Data Self Flood Lokomotif CC206

Data self flood lokomotif CC206 ini diambil guna mengetahui kinerja keseluruhan mesin lokomotif dari keseluruhan komponen dari mesin mulai hidup sampai mesin berada diputaran tinggi. Data yang didapatkan dari *SDIS* atau *smart display* pada bagian kabin lokomotif yang berupa angka-angka yang dihasilkan oleh sensor *temperature water inlet* dan *temperature water outlet* yang terdapat pada lokomotif yang nantinya data yang digunakan pada perhitungan merupakan data rata-rata kinerja sistem pendingin lokomotif. Selain data yang diambil dari *SDIS* disini peneliti juga mencatat data suhu masuk dan keluar dengan menggunakan thermogun atau alat pengukur suhu.

Tabel 3. Data Eksperimen Dengan Inhibitor 12L Pada Lokomotif CC206 1608

Inhibitor	Notch	T	Tc2	Tc1	Th1	Th12	c
L		Detik	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	Effectivitas
	1	120	46	40	72.8	72.2	18
	2	120	48	41	73.1	72.1	21
	3	120	49.6	40.2	73.6	72.9	27
12L	4	120	51.6	42.5	75.2	73.8	30

5	120	54	41.5	76.9	75.2	36
6	120	60.4	39.7	80	77.9	51
7	120	59.9	38	80.4	74.3	52
8	120	61.2	37	80.9	76.5	54

Tabel 4. Data Eksperimen Dengan Inhibitor 17L Pada Lokomotif CC206 1608

Inhibitor L	Notch	T Detik	Tc2 (°C)	Tc1 (°C)	Th1 (°C)	Th2 (°C)	c Effectivitas
17 L	1	120	47	39	71.8	71.2	24
	2	120	48	39.4	72.1	71.4	28
	3	120	50.6	40.3	73.6	72.3	32
	4	120	52.7	41.7	74.1	72.7	36
	5	120	55	41.5	74.9	73.5	41
	6	120	57.8	39	76.1	74.6	51
	7	120	59	37.2	78	76.1	53
	8	120	61	36.9	79.3	74.5	58

Tabel 5. Data Eksperimen Dengan Inhibitor 12L Pada Lokomotif CC206 1512

Inhibitor L	Notch	T detik	Th1 (°C)	Th2 (°C)	Tc1 (°C)	Tc2 (°C)	c Effectivitas
12L	1	120	46	40	72	70.5	18
	2	120	47	40.6	72.5	70.6	19
	3	120	49.3	42.1	73.2	70.7	22
	4	120	51.7	42.5	73.9	71.4	31
	5	120	54.2	41	74.7	71.9	39
	6	120	58.2	39.4	75.8	72.1	51
	7	120	60.3	38.3	77.6	73.1	55
	8	120	62.7	36.4	82.8	77	58

Tabel 6. Data Eksperimen Dengan Inhibitor 17L Pada Lokomotif CC206 1512

Inhibitor L	Notch	T detik	Th1 (°C)	Th2 (°C)	Tc1 (°C)	Tc2 (°C)	c Effectivitas
17L	1	120	48	40	71.7	71.1	25
	2	120	48.6	41	71.9	71.2	25
	3	120	50.4	41.6	73	71.8	29
	4	120	53.2	42	73.7	72.4	36
	5	120	55.6	44	74.6	73.1	38
	6	120	59.3	39	76.6	74.8	51
	7	120	62.1	38.4	78.1	76.2	60
	8	120	64.2	37.9	80.1	76.9	64

Hasil Perhitungan

Sebelum melakukan perhitungan pada efisiensi radiator diperlukan mencari

menilai suhu aliran air pendingin dengan sensor yang terhubung dengan *smart display*. Dan data suhu bagian tampak depan dan belakang radiator lokomotif dengan menggunakan thermogun. Data untuk menghitung efisiensi didapat dari data tabel eksperimen dengan cairan inhibitor 12L dan 17L.

Untuk mendapatkan efisiensi dari kinerja radiator lokomotif. Pada penelitian ini saya menggunakan lokomotif seri CC206 1608 dan CC206 1512. Adapun data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 menggunakan rumus efisiensi kinerja radiator. Mencari nilai efisiensi dari kinerja radiator dengan rumus 3.1 seperti perhitungan dibawah ini (Surono et al. 2022) :

$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}} \times 100\%$$

Keterangan:

Th1: Temperatur masuk radiator (°C)

Th2: Temperatur keluar radiator masuk ke mesin (°C)

Tc1: Temperatur didepan radiator (udara yang mengarah pada radiator) (°C)

Tc2: Temperatur dibelakang radiator (udara yang keluar dari radiator) (°C)

Contoh perhitungan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{46 - 40}{72.8 - 40} \times 100\% \\ &= 0.182 \times 100\% \\ &= 18.2\end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan di atas, untuk hasil kinerja radiator pada setiap data kondisi operasi lokomotif dapat dilihat pada tabel 4.6. dan 4.7. sebagai berikut:

Tabel 7. Pengolahan Data Menggunakan Metode Anova CC206 1608

	Inhibitor 12 L	Inhibitor 17L
Kinerja Radiator	Pengukuran 28.9%	Pengukuran 32.3%
Notch	Percobaan	Percobaan
1	18	24
2	21	28
3	27	32
4	30	36
5	36	41
6	51	51
7	52	53
8	54	58
Jumlah	289	323

Tabel 8. Pengolahan Data Menggunakan Metode Anova CC206 1608
Annova single factor

SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
Percobaan 12 L	8	289	36,125	210,125		
Percobaan 17 L	8	323	40,375	156,2679		

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	72,25	1	72,25	5,394385	0,044011	4,60011
Within Groups	2564,75	14	183,1964			
Total	2637	15				

1. Bandingkan F-statistik dengan F-crit:

F-statistik (5.394385) > F-crit (4.60011)

Karena F-statistik lebih besar daripada F-crit, kita menolak hipotesis nol. Ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata kelompok.

2. Interpretasi P-value:

P-value (0.0440113) < 0.05

P-value lebih kecil dari tingkat signifikansi 0.05, menunjukkan bahwa hasil ini cukup signifikan untuk menolak hipotesis nol.

Kesimpulan Akhir:

Berdasarkan perbandingan F-statistik dengan F-crit dan P-value, kita menolak hipotesis nol dan menyimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara rata-rata kelompok (Percobaan 12L dan Percobaan 17L).

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua kelompok tidak mungkin hanya terjadi karena kebetulan, melainkan ada perbedaan yang signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 95%.

Dengan demikian, terdapat bukti kuat bahwa rata-rata hasil dari Percobaan 12L berbeda secara signifikan dari rata-rata hasil Percobaan 17L.

Tabel 9. Pengolahan Data Menggunakan Metode Anova CC206 1512

	Inhibitor 12 L	Inhibitor 17L
Kinerja Radiator	Pengukuran 29.2%	Pengukuran 32.8%
Notch	Percobaan	Percobaan
1	18	25
2	19	25
3	22	29
4	31	36

5	39	38
6	51	51
7	55	60
8	58	64
jumlah	292	328

**Tabel 10. Pengolahan Data Menggunakan Metode Anova CC206 1512
Annova Single Factor**

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
PERCOBAAN 12L	8	293	36,625	272,8393
PERCOBAAN 17L	8	328	41	240

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	76,5625	1	76,5625	5,298583	0,049337	4,60011
Within Groups	3589,875	14	256,4196			
Total	3666,438	15				

1. Bandingkan F-statistik dengan F-crit:

F-statistik (5.293883) > F-crit (4.60011)

Karena F-statistik lebih besar daripada F-crit, kita menolak hipotesis nol. Ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata kelompok.

2. Interpretasi P-value:

P-value (0.049374) < 0.05

P-value lebih kecil dari tingkat signifikansi 0.05, menunjukkan bahwa hasil ini cukup signifikan untuk menolak hipotesis nol.

Kesimpulan Akhir:

Berdasarkan perbandingan F-statistik dengan F-crit dan P-value, kita menolak hipotesis nol dan menyimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara rata-rata kelompok (Percobaan 12L dan 17L).

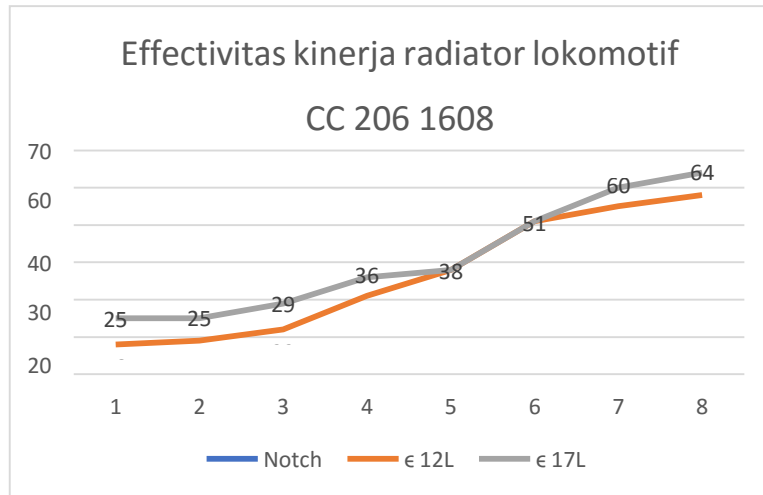
Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua kelompok tidak mungkin hanya terjadi karena kebetulan, melainkan ada perbedaan yang signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 95%.

Dengan demikian, terdapat bukti kuat bahwa rata-rata hasil dari Percobaan 12L berbeda secara signifikan dari rata-rata hasil Percobaan 17L.

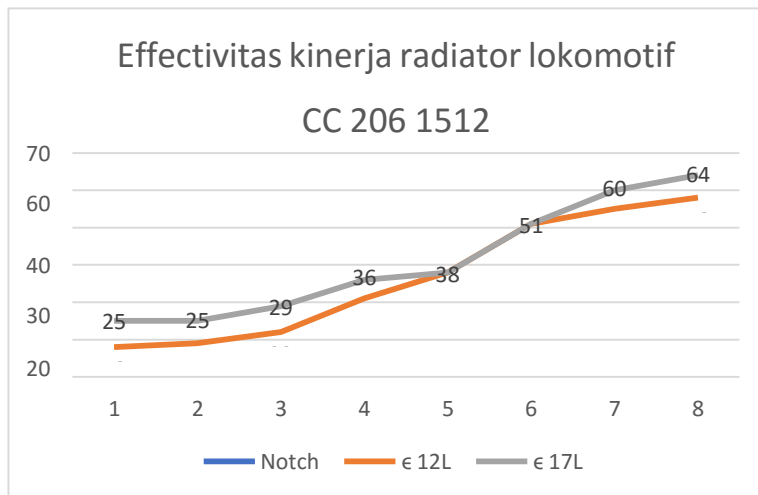
Pembahasan Nilai Efektivitas Radiator

Analisa Nilai Efektivitas Kinerja Radiator Lokomotif

Pengujian nilai kinerja sistem pendinginan pada radiator lokomotif untuk mengetahui pengaruh penggunaan cairan inhibitor 12 liter dan 17 liter, Berdasarkan berdasarkan pengujian anova didapatkan nilai efisiensi berdasarkan grafik di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Efektivitas Kinerja Radiator CC206 1608 12L dan 17L



Gambar 2. Grafik Efektivitas Kinerja Radiator CC206 1512 12L dan 17L

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwasannya nilai efektivitas kinerja radiator terdapat pada penggunaan cairan inhibitor sebanyak 17 liter atau setara 2,8% dari jumlah air 606 liter . Nilai tertinggi dari kinerja radiator terdapat pada penggunaan cairan inhibitor sebanyak 17L dibanding yang 12L. Dalam proses operasi atau mesin bekerja, semakin tinggi pencampuran cairan inhibitor maka semakin baik kinerja dari sistem pendinginan mesin begitu juga sebaliknya. Selain itu nilai semakin rendah nilai pH atau kualitas air maka kinerja radiator pada sistem pendingin

semakin baik.

Dari hasil penelitian ini didapat disimpulkan sebagai berikut. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap pengaruh kinerja radiator dan penggunaan cairan inhibitor pada sistem pendingin lokomotif diesel elektrik CC206, dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan inhibitor 17L menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan cairan inhibitor 12L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cairan inhibitor 17L mampu memberikan kinerja yang lebih efisien pada sistem pendingin, menjaga suhu kerja lokomotif tetap optimal, dan mengurangi risiko overheating. Selain itu, penggunaan inhibitor 17L juga terbukti lebih efektif dalam mencegah korosi dan permasalahan lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja radiator dan keseluruhan sistem pendingin.

Efektivitas kinerja radiator juga mengalami peningkatan signifikan dengan penggunaan cairan inhibitor 17L. Radiator dengan cairan inhibitor 17L menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menjaga suhu mesin pada level yang aman dan optimal, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional lokomotif diesel elektrik CC206. Cairan inhibitor 17L tidak hanya melindungi sistem pendingin dari korosi tetapi juga meningkatkan efisiensi perpindahan panas, yang pada gilirannya memperpanjang umur radiator dan mengurangi frekuensi perawatan.

Untuk hasil yang lebih optimal, penggunaan cairan inhibitor 17L disarankan pada semua unit lokomotif untuk meningkatkan perlindungan korosi dan keandalan mesin. Pemeliharaan rutin dan pemeriksaan cairan inhibitor juga penting untuk mencegah kerusakan. Analisis biaya dan manfaat perlu dilakukan untuk memastikan penggunaan cairan 17L menguntungkan dalam jangka panjang. Selain itu, pengujian lanjutan dan pemantauan kinerja inhibitor 17L di berbagai kondisi operasional sangat dianjurkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap pengaruh kinerja radiator dan penggunaan cairan inhibitor pada sistem pendingin lokomotif diesel elektrik CC206, dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan inhibitor 17L menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan cairan inhibitor 12L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cairan inhibitor 17L mampu memberikan kinerja yang lebih efisien pada sistem pendingin, menjaga suhu kerja lokomotif tetap optimal, dan mengurangi risiko overheating. Selain itu, penggunaan inhibitor 17L juga terbukti lebih efektif dalam mencegah korosi dan permasalahan lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja radiator dan keseluruhan sistem pendingin.

Efektivitas kinerja radiator juga mengalami peningkatan signifikan dengan penggunaan cairan inhibitor 17L. Radiator dengan cairan inhibitor 17L menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menjaga suhu mesin pada level yang aman dan optimal, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional lokomotif diesel elektrik CC206. Cairan inhibitor 17L tidak hanya melindungi sistem pendingin dari korosi tetapi juga meningkatkan efisiensi perpindahan panas, yang pada gilirannya memperpanjang umur radiator dan mengurangi frekuensi perawatan.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih sempurna beberapa hal

berikut ini dapat dipertimbangkan.

Implementasi cairan 17L disarankan untuk mengadopsi penggunaan cairan inhibitor 17L secara luas pada semua unit lokomotif. Dengan perlindungan korosi yang lebih baik, diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan durabilitas mesin serta komponen-komponen kritis lainnya.

Pemeliharaan Rutin, lakukan pemeliharaan rutin dan pemeriksaan berkala pada sistem pendingin, termasuk kualitas cairan inhibitor yang digunakan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem pendingin tetap berfungsi dengan baik dan mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diinginkan.

Analisis biaya dan manfaat lakukan analisis biaya manfaat untuk memastikan bahwa peningkatan performa dan perlindungan yang diberikan oleh cairan 17L sebanding dengan investasi yang dikeluarkan. Meskipun cairan 17L lebih mahal, jika dapat mengurangi biaya perawatan dan *downtime* secara signifikan, maka penggunaannya akan lebih menguntungkan dalam jangka panjang.

Pengujian Lanjutan, disarankan untuk melakukan pengujian lanjutan dan pemantauan terus-menerus terhadap kinerja cairan inhibitor 17L pada berbagai kondisi operasi. Data tambahan ini akan membantu dalam memvalidasi temuan awal dan memberikan dasar yang lebih kuat untuk rekomendasi penggunaan inhibitor 17L.

DAFTAR PUSTAKA

- Glicksman, L. R. (2013). *Thermal Systems and Processes*. Elsevier.
- Hasan, A., et al. (2018). Optimasi Sistem Pendinginan untuk Transportasi Berkelanjutan. *Jurnal Perkeretaapian*, 12(3), 98-104.
- Jowitt, P., Sibley, S., & Watson, T. (2006). *Thermal Fluid Systems in Engineering*. Wiley.
- Prasetyo, A., & Suroño, D. A. (2021). Studi Eksperimental Pergerakan Temperatur Radiator terhadap Putaran Mesin (Rpm) dengan Kecepatan Kipas Constant. *Jurnal Creative Research in Engineering*, 1(1).
- Saputra, E., Effendy, M., Suroño, A., Prasetya, A., Program, J., Teknik, S., Universitas, M., Surakarta, M., Tromol, J., Yani, A., & Kartasura, S. (n.d.). *Kinerja Radiator Kendaraan pada Berbagai Laju Aliran Udara Performance of Radiator Vehicle On a Wide Range of Air Flow Rate*.
- Saripudin, E. F., Djaohar, M., Sunawar, A., Elektro, P. T., Teknik, F., & Jakarta, U. N. (n.d.). *Analisis Sistem Effisiensi Pada Kereta Api Kelas Ekonomi*.
- Suroño, A., Farid Setiyawan, M., Iwan, M., Mesin, T., & Indonusa Surakarta, P. (2021). Studi Efektivitas Radiator Kendaraan dengan Berbagai Variasi Laju Aliran Coolant. *Jurnal Suara Teknik*, 12(2).
- Suroño, A., Farid Setiyawan, M., Otomotif, T., Indonusa Surakarta, P., & Artikel, R. (n.d.). *Peningkatan Peforma Radiator Kendaraan Dengan Nanofluida InFO Artiket Abstrak. Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 9(2).
- Thomas, R. (2008). Inhibitor dalam Sistem Pendingin Mesin Diesel. *Journal of Engine Technology*, 34(1), 45-52.
- Wisnu, D. (2020). *Pengelolaan Sistem Pendingin pada Kendaraan Berat*. Universitas Teknik Mesin.
- Yuliyanti, F., & Prasetyo, I. (2019). Identifikasi Sistem Pendingin pada Mesin Diesel Mitsubishi 100PS. http://ejournal.politeknikmuhpkl.ac.id/index.php/surya_teknika.