

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Sistem Pendingin

Sistem air pendingin adalah komponen penting dalam berbagai industri yang memerlukan pengendalian suhu atau penghilangan panas dari proses atau peralatan. Fungsi utama sistem ini adalah mengurangi atau menghilangkan panas dari suatu media (biasanya air) yang dipanaskan oleh proses atau peralatan dan mengalihkannya ke media lain yang lebih dingin. Proses ini penting untuk mencegah kerusakan pada peralatan dan untuk memastikan efisiensi operasional. Berdasarkan jenis sistem pendingin, sistem pendingin diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Sistem pendingin terbuka

Sistem pendingin terbuka adalah sistem pendinginan yang menggunakan air sebagai media pendingin dan mengambil air baru dari sumber eksternal untuk menggantikan yang hilang. Air yang digunakan tidak disirkulasikan kembali ke sumbernya setelah digunakan, melainkan dibuang atau dialirkan ke tempat lain. Sistem ini umumnya digunakan dalam aplikasi industri dan memerlukan perawatan yang baik untuk mencegah polusi lingkungan

b. Sistem pendingin tertutup

Sistem air pendingin tertutup adalah jenis sistem pendinginan di mana air atau cairan pendingin sirkulasi dalam suatu rangkaian tertutup yang tersegel rapat. Air ini tidak terhubung langsung dengan lingkungan luar. Panas diserap oleh air pendingin saat melalui suatu proses pendinginan dan kemudian dialirkan ke suatu penukar panas di mana panas tersebut ditransfer ke udara atau air lain untuk mendinginkannya.

Lokomotif adalah bagian dari rangkaian kereta api yang memiliki mesin untuk menggerakkan kereta api. Lokomotif terletak paling depan dari rangkaian kereta api.

Sistem pendingin berfungsi untuk menjaga suhu mesin agar tetap dalam batas yang aman dan optimal selama operasional. Tangki Air Pendingin menjadi salah satu komponen utama dalam sistem ini, yang bertugas menyimpan Air Pendingin untuk dialirkan ke mesin dan mendinginkannya.

Surono *et al.* (2022). Sistem pendinginan air panas yang berasal dari pembakaran dalam ruang bakar dan silinder sebagian diserap oleh air pendingin yang bersirkulasi melalui dinding silinder dan ruang bakar, ini dapat terjadi karena adanya air pendingin (*water jacket*). Panas yang diserap oleh air pendingin pada mantel-mantel air selanjutnya akan menaikkan temperatur air pendingin tersebut. Air pendingin pada *water jacket* akan mendidih dan menguap. Hal tersebut sangat merugikan, oleh karena itu untuk menghindarinya air tersebut disirkulasikan,

Lokomotif CC206, seperti banyak lokomotif diesel-elektrik, memiliki sistem air pendingin untuk menjaga suhu mesin agar tetap dalam rentang kerja yang aman dan efisien. Berikut adalah gambaran umum tentang cara kerja sistem air pendingin pada lokomotif CC206 :

Radiator, lokomotif CC206 dilengkapi dengan radiator sebagai bagian utama dari sistem air pendingin. Radiator berfungsi untuk mendinginkan air yang telah mengalir melalui sistem pendingin mesin.

Pompa air pendingin, sistem air pendingin dilengkapi dengan pompa air pendingin yang bertanggung jawab untuk menggerakkan air melalui seluruh sistem. Pompa ini memastikan bahwa air dapat mengalir dengan lancar melalui mesin dan radiator.

Coolant, atau cairan pendingin khusus, dicampur dengan air untuk membentuk campuran yang efisien dalam menyerap dan memindahkan panas dari mesin. Campuran ini juga dapat menghindari pembekuan pada suhu rendah dan mencegah kerusakan pada suhu tinggi.

Thermostat terdapat thermostat dalam sistem air pendingin untuk mengatur suhu. *Thermostat* membuka atau menutup jalur aliran air berdasarkan suhu mesin. Ketika suhu mesin naik, *thermostat* membuka jalur agar air dapat mengalir ke radiator untuk didinginkan.

Fan radiator biasanya dilengkapi dengan kipas (*fan*) yang akan aktif ketika suhu air pendingin mencapai batas tertentu. Fungsi kipas ini adalah untuk meningkatkan efisiensi pendinginan, terutama ketika lokomotif beroperasi pada kecepatan rendah atau sedang berhenti.

ECR eddy current clutch relay sistem air pendingin dapat dilengkapi dengan perlindungan dari *overheat*. Ketika suhu mesin mencapai tingkat yang sangat tinggi, perlindungan *overheat* dapat memicu tindakan otomatis.

Expansion tank atau tangki ekspansi (*expansion tank*) yang berfungsi untuk menampung dan mengkompensasi perubahan volume air pendingin akibat suhu yang berubah-ubah.

Proses kerja sistem air pendingin ini berfokus pada prinsip dasar mengalirkan air melalui mesin dan radiator untuk menyerap panas, kemudian mengembalikan air yang telah didinginkan ke mesin untuk mengulangi siklus tersebut. Dengan menjaga suhu mesin dalam rentang yang aman, sistem air pendingin membantu meningkatkan efisiensi operasional dan umur pakai mesin lokomotif.

2.1.2. Fungsi Sistem Pendingin

Secara garis besar fungsi sistem pendingin dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- a. Menyerap panas pada mesin, yaitu sebagian panas dari mesin yang tidak digunakan untuk dirubah menjadi energi gerak maka panas tersebut akan diserap oleh sistem pendingin. Bila panas tersebut tidak diserap maka akan mengalami *over heating* dan akan mengakibatkan komponen-komponen mesin rusak.
- b. Untuk mempertahankan temperatur kerja mesin temperatur kerja mesin kurang lebih terjadi pada temperatur 80 sampai 90 derajat celcius.
- c. Saat mesin telah mencapai temperatur kerjanya maka kinerja mesin akan optimal. Namun apabila temperatur kerja mesin kurang atau berlebih maka akan membuat kinerja mesin menjadi kurang.
- d. Untuk mempercepat motor mencapai temperatur kerjanya dengan

tujuan untuk mencegah terjadinya kehausan yang berlebihan, kerja motor yang kurang baik, dan emisi gas buang yang berlebihan. Menurut Yuliyanti & Prasetyo (2019)

2.1.3 BSS

Bright Star Sirius controller Mikrokontroler dalam konteks lokomotif adalah sebuah perangkat terintegrasi yang berperan dalam mengontrol berbagai aspek operasional dan sistem pada lokomotif. Mikrokontroler bertindak sebagai otak pintar yang mengendalikan berbagai fungsi dan memastikan kinerja yang efisien dan aman dari berbagai sistem pada lokomotif diesel elektrik seperti CC206. Beberapa fungsi utama mikrokontroler dalam lokomotif meliputi:

a. Kendali mesin

Mikrokontroler mengatur dan memantau operasi mesin diesel, memastikan penggunaan bahan bakar yang efisien, dan mengoptimalkan kinerja mesin untuk berbagai kondisi operasional.

b. Sistem kontrol elektrik

Kontrol terhadap sistem elektrik pada lokomotif diesel elektrik menjadi tanggung jawab mikrokontroler. Ini melibatkan pengelolaan distribusi daya listrik, pengendalian motor elektrik, dan pengaturan daya yang diperlukan untuk berbagai perangkat elektrik di dalam lokomotif.

c. Kendali kecepatan dan rem

Mikrokontroler mengelola sistem kendali kecepatan dan sistem pengereman. Ini mencakup menjaga kecepatan yang diinginkan, mendeteksi dan menanggapi kondisi darurat, serta memastikan pengereman yang aman dan efektif.

d. Monitoring dan perawatan.

Mikrokontroler dapat dilengkapi dengan sistem pemantauan berbagai parameter operasional seperti suhu mesin, tekanan oli, dan komponen kritis lainnya. Hal ini membantu dalam deteksi dini masalah dan perawatan preventif.

e. Komunikasi sistem

Mikrokontroler dapat berperan dalam sistem komunikasi onboard,

termasuk berkomunikasi dengan pusat kendali atau sistem manajemen operasional lainnya.

f. Manajemen energi

Manajemen energi melibatkan pengelolaan konsumsi daya secara efisien, termasuk pengaturan daya untuk berbagai sistem di lokomotif.

Mikrokontroler pada lokomotif memiliki peran integral dalam mencapai kinerja yang handal, aman, dan efisien.



Gambar 2.1. BSS Lokomotif CC206

2.1.4 DID

Display indicator dashboard pada lokomotif adalah antarmuka visual yang memberikan informasi kritis kepada masinis terkait dengan kondisi operasional dan parameter penting selama perjalanan. Desain dan fungsionalitas *display indicator dashboard* dirancang untuk memberikan tampilan yang jelas dan mudah dimengerti. Beberapa karakteristik utama dari *display indicator dashboard* di lokomotif melibatkan:

a. Informasi Kecepatan:

Menampilkan kecepatan saat ini dari lokomotif, membantu masinis untuk menjaga kecepatan yang sesuai dengan ketentuan dan kondisi jalur.

b. *Monitoring* Tekanan dan Suhu:

Memberikan visualisasi terhadap tekanan uap, suhu mesin, dan parameter teknis lainnya, memungkinkan masinis untuk memantau kondisi operasional mesin.

c. *Monitoring Bahan Bakar:*

Menampilkan informasi tentang konsumsi bahan bakar, membantu dalam manajemen efisiensi bahan bakar selama perjalanan.

d. *Sistem Elektrik dan Listrik:*

Menampilkan status dan kontrol sistem elektrik, termasuk informasi tentang distribusi daya, tegangan, dan arus listrik.

e. *Alarm dan Pemberitahuan:*

Menyajikan informasi alarm atau pemberitahuan untuk peringatan dini

Desain *display indicator dashboard* dirancang untuk memudahkan masinis dalam memahami informasi yang kompleks, sehingga mereka dapat mengambil keputusan yang tepat dan mengoperasikan lokomotif dengan aman dan efisien. *Interface* ini menjadi jendela vital yang memungkinkan masinis untuk terhubung dengan seluruh sistem kendali dan memantau kinerja lokomotif dengan lebih baik.



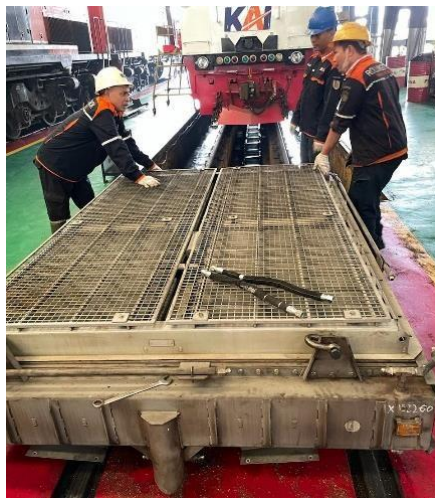
Gambar 2.2. Tampilan *Display indicator dashboard*

2.1.5 Radiator

Radiator pada lokomotif adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mendinginkan suhu mesin dengan menghilangkan panas yang dihasilkan selama operasi. Ini bekerja dengan cara mentransfer panas dari air pendingin mesin ke udara di sekitarnya. Radiator umumnya terdiri dari serangkaian pipa dan sirip yang dirancang untuk memaksimalkan permukaan kontak dengan udara. Posisi Biasanya ditempatkan di bagian depan atas lokomotif, di dekat mesin, agar dapat menangkap aliran udara yang diperlukan untuk pendinginan. Adapun beberapa fungsi dari radiator ini adalah :

- a. Penukaran panas: Radiator berfungsi sebagai penukar panas, memungkinkan panas dari air pendingin mesin dialirkan ke udara sekitarnya.
- b. Mengatur suhu: Menjaga suhu mesin dalam kisaran operasional yang aman dengan mengontrol suhu air pendingin.
- c. Meningkatkan efisiensi: Dengan mendinginkan mesin, radiator membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja mesin lokomotif.

Pada umumnya, radiator bekerja dengan menggunakan pendingin cair seperti air atau campuran air dan *coolant* khusus. Udara yang melewati sirip-sirip radiator membantu mendinginkan cairan ini, dan proses ini secara keseluruhan membantu menjaga suhu mesin pada level yang diinginkan selama operasi lokomotif.



Gambar 2.3. Radiator lokomotif CC206



Gambar 2.4 Radiator Lokomotif CC206(Atas)



Gambar 2.5 Radiator Lokomotif CC206 (Bawah)

2.1.6 ECR

Kopling arus wirawisata, atau *eddy current clutch*, adalah jenis kopling yang menggunakan prinsip arus eddy (*eddy current*) untuk mengontrol transmisi daya antara dua bagian yang terpisah. Dan fungsi dari kopling ini memungkinkan pengendalian yang lebih halus terhadap transfer daya antara dua komponen, sering kali digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pengendalian kecepatan yang tepat.

2.1.7 Check Sheet

Check sheet adalah alat sederhana yang digunakan dalam manajemen kualitas untuk mengumpulkan dan merekam data dengan sistematis. Ini adalah bentuk yang telah disusun sebelumnya yang digunakan untuk mencatat dan mengumpulkan informasi tentang frekuensi kejadian atau jenis-jenis kejadian tertentu.

Di tempat kerja, check sheet digunakan untuk mencatat data atau informasi secara teratur dan terstruktur. Contohnya bisa beragam, mulai dari mencatat jumlah kegagalan mesin dalam suatu periode waktu, hingga mencatat jenis-jenis masalah yang dialami oleh pelanggan. *Check sheet* membantu dalam memvisualisasikan pola atau tren yang muncul dari data yang dikumpulkan.

 LEMBAR PERAWATAN BERKALA LOKOMOTIF CC206		P12	MTD Desak Lokomotif 121 Perawatan MTD Desak Lokomotif 121 Perawatan MTD Desak Lokomotif 121 Perawatan		No. Dokumen : Revisi No. : Tgl. Disahkan :		
					Halaman : 5 dari 5		
NO	UMUM/PERAWATAN	SETUHAN	SENDER	FORM PENGALIHAN	DE	MTD DE CC	ILUSTRASI
12	Cek semua dimensi mekanis, kondisi kerja mesin, busi pengap, kondisi hidrolik, dan lain-lain.						
13	Cek daya tarik mesin.		1500 - 1500				
14	Cek kondisi busi.						
15	Cek busi.		1500				
16	Cek busi.		1500				
17	Cek busi.		1500				
18	Cek busi.		1500				
19	Cek busi.		1500				
20	Cek busi.		1500				
21	Cek busi.		1500				
22	Cek busi.		1500				
23	Cek busi.		1500				
24	Cek busi.		1500				
25	Cek busi.		1500				
26	Cek busi.		1500				
27	Cek busi.		1500				
28	Cek busi.		1500				
29	Cek busi.		1500				
30	Cek busi.		1500				
31	Cek busi.		1500				
32	Cek busi.		1500				
33	Cek busi.		1500				
34	Cek busi.		1500				
35	Cek busi.		1500				
36	Cek busi.		1500				
37	Cek busi.		1500				
38	Cek busi.		1500				
39	Cek busi.		1500				
40	Cek busi.		1500				
41	Cek busi.		1500				
42	Cek busi.		1500				
43	Cek busi.		1500				
44	Cek busi.		1500				
45	Cek busi.		1500				
46	Cek busi.		1500				
47	Cek busi.		1500				
48	Cek busi.		1500				
49	Cek busi.		1500				
50	Cek busi.		1500				
51	Cek busi.		1500				
52	Cek busi.		1500				
53	Cek busi.		1500				
54	Cek busi.		1500				
55	Cek busi.		1500				
56	Cek busi.		1500				
57	Cek busi.		1500				
58	Cek busi.		1500				
59	Cek busi.		1500				
60	Cek busi.		1500				
61	Cek busi.		1500				
62	Cek busi.		1500				
63	Cek busi.		1500				
64	Cek busi.		1500				
65	Cek busi.		1500				
66	Cek busi.		1500				
67	Cek busi.		1500				
68	Cek busi.		1500				
69	Cek busi.		1500				
70	Cek busi.		1500				
71	Cek busi.		1500				
72	Cek busi.		1500				
73	Cek busi.		1500				
74	Cek busi.		1500				

Gambar 2.7 Check Sheet CC206

2.1.8 Inhibitor

Fleetguard TR81160 adalah cairan aditif untuk menjaga efisiensi suhu pada lokomotif . Cairan ini merupakan inhibitor korosi untuk sistem air pendingin tertutup yang dirancang khusus untuk mengatasi tantangan berat yang dihadapi dalam operasi lokomotif. Dengan kapasitas 20 liter, Fleetguard TR81160 memastikan perlindungan maksimal dan efisiensi operasional yang lebih tinggi. Keunggulan penggunaan cairan inhibitor ini ialah: Efisiensi Kinerja Membantu menjaga suhu operasi lokomotif agar tetap stabil dan optimal. Perlindungan Terhadap Korosi, Formula khusus dengan bahan aktif seperti Sodium Nitrite dan Sodium Borate melindungi komponen logam dari korosi, memperpanjang umur mesin dan komponen pendingin. Kandungan atau spesifikasi utama sebagai berikut: ,Sodium Nitrite, Sodium Borate, Sodium Tolyltriazole, Sodium Hydroxide, Polyethylene glycol mono(2-ethylhexyl) ether.



Gambar 2. 8 Cairan Inhibitor

2.2 Kajian Pustaka

Menurut Saputra et al. (2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pendinginan radiator pada berbagai variasi aliran udara yang melintasi radiator. Tipe *compact heat exchanger tube and fins*. Proses penelitian diawali dengan memodifikasi komponen pendukung seperti tangki reservoir penampung air radiator, *water pump*, dan radiator. Alat ukur temperatur dipasang pada saluran masuk dan keluar pada komponen radiator untuk memonitor gejala perubahan

temperatur yang terjadi pada fluida kerja sebagai akibat perpindahan panas dari motor bakar. Intervensi putaran kipas angin pada radiator dioptimasi untuk mendapatkan data kondisi yang optimal dari sebuah sistem pendingin radiator.

Menurut Surono et al. (2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh laju aliran fluida terhadap efektivitas kinerja radiator dengan menggunakan *nanofluid* dari getah gambir. Penelitian diawali dengan menghaluskan gambir padat yang diperoleh dari pasar, di saring memakai ukuran 200 *mesh*, selanjutnya di campur dengan air sumur dan diproses di dalam *magnetic stirrer* selama 3 jam dan di endapkan selama 24 jam. Setelah dipisahkan dengan endapan, bahan tersebut di uji. Rangkaian alat uji yang terdiri dari radiator, *flowmeter*, pompa, pipa, *heater* dan bak penampung cairan. Pengambilan data penelitian dilakukan pada suhu masuk, dinding dan keluar radiator. Pada penelitian ini dilakukan variasi kecepatan aliran *fluida* sebesar 2.5, 4.5, dan 6 LPM. Hasil penelitian mampu menurunkan suhu pada penggunaan laju aliran fluida 6 LPM mampu membuang panas ke lingkungan dengan baik. Penurunan suhu yang terjadi sebesar 2,5 persen. Sedangkan, nilai efektivitas radiator rata-rata terendah pada kecepatan paling rendah pada 6 LPM sebesar 0,905 tertinggi pada laju aliran *fluida* 4.5 sebesar 0,930.

Menurut Prasetyo & Surono (2021) Penelitian ini bertujuan untuk bertujuan untuk mengevaluasi putaran mesin (rpm) terhadap perubahan temperatur pada radiator. Radiator yang digunakan adalah *type compact heat exchanger tube and fins*. Skema penelitian yang kami gunakan terdiri dari tangki reservoir penampung air radiator, *water pump* dan radiator. Alat ukur yang digunakan adalah anemometer, termokople, stopwatch dan reader. Pengambilan data dilakukan pada temperatur masuk radiator, temperatur keluar radiator dan temperatur pada dinding radiator yang mengenai kipas. Pada penelitian ini kami melakukan variasi putaran mesin (rpm).

Menurut Saripudin et al. (2021) Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi sistem pendingin (AC Split) pada kereta api kelas ekonomi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian analisis kualitatif. Dimana hasil dari penelitian ini adalah berupa efisien atau tidaknya

performansi AC Split pada kereta api ekonomi (K3). Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh didapat bahwa input daya kompresor terbesar sebesar 7332,79 W dan daya kompresor terkecil sebesar 6906,22 W menghasilkan output beban pendinginan AC terbesar pada sebesar 11200,56 W dan beban pendinginan terkecil pada sebesar 9641,55 W. Dari nilai COP yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa penggunaan AC Split pada kereta api ekonomi kurang efisien karena nilai COPnya masih dibawah standar SNI03-6390-2000 yaitu minimal 2,6.

Menurut Surono et al. (2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh laju aliran fluida terhadap efektifitas kinerja radiator dengan menggunakan coolant. Pengambilan data penelitian dilakukan pada suhu masuk, dinding dan keluar radiator. Pada penelitian ini kami melakukan variasi kecepatan aliran fluida sebesar 2.5, 4.5, dan 6 LPM. Hasil penelitian mampu menurunkan suhu pada penggunaan laju aliran fluida 6 LPM mampu membuang panas ke lingkungan dengan baik. Penurunan suhu yang terjadi sebesar 2,5 persen. Sedangkan, nilai efektivitas radiator rata-rata terendah pada kecepatan paling rendah pada 6 LPM sebesar 0,905 tertinggi pada laju aliran fluida 4.5 sebesar 0,93.