

KINERJA SISTEM PENDINGIN OLI PADA MOTOR DIESEL

Amin Nur Akhmadi¹, Syaefani Arif Romadhon²

Email : aminnurakhmadi@gmail.com

¹² DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal

Abstrak

Oil cooler jenis *plate and fins* pada mesin diesel isuzu panther merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mendinginkan oli mesin yang digunakan sebagai bahan pelumas pada mesin diesel. Setelah beberapa beroperasi *oil cooler* akan mengalami penurunan kinerja yang disebabkan adanya penurunan laju perpindahan kalor. Data Pengujian *oil cooler* digunakan sebagai dalam analisa kinerja *oil cooler*. Data pengujian tersebut adalah temperature air masuk *oil cooler*, temperature air keluar *oil cooler*, temperature oli masuk *oil cooler*, temperature oli keluar *oil cooler* dengan laju massa aliran air dan laju massa aliran oli. Beberapa parameter yang berhubungan dengan laju perpindahan kalor adalah koefisien perpindahan kalor, beda temperatur rata-rata logaritmik, faktor *fouling*, dan luas permukaan perpindahan kalor. Dari pengujian mesin diesel pada putaran mesin 1500 Rpm dan selang waktu t : 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dan 75 menit hasil evaluasi dan analisis yang diperoleh adalah pada laju perpindahan kalor mengalami kenaikan dari 0,001 kW menjadi 0,004. beda temperatur logaritmik mengalami kenaikan dari 3,97 K menjadi 15,20 K. Luas permukaan perpindahan kalor dari 0,00016 m² turun menjadi 0,00012 m². Efektifitas *oil cooler* dari 0,29 turun menjadi 0,23.

Kata Kunci: Oil Cooler, Analisa Kinerja, Laju Perpindahan Kalor

1. Pendahuluan

Pendinginan oli mengacu pada proses di mana oli digunakan sebagai pendingin. oli dipanaskan oleh objek pendingin dan kemudian biasanya melewati sebuah unit pendingin seperti *oil cooler*, biasanya jenis radiator, atau kurang umumnya water jacket. Oli didinginkan mengalir kembali ke dalam obyek panas untuk mendinginkan secara kontinyu.

Oil cooler merupakan alat penukar kalor yang berfungsi mendinginkan oli yang menggunakan fluida pendingin yaitu air. Pada *oil cooler* terdapat dua siklus yang saling berkaitan, yaitu siklus fluida dingin (*air*) dan siklus fluida panas (*oli*), yang keduanya dalam arah berlawanan (*Counter flow*). Oli sebagai fluida panas berada di dalam Sirip (*Fin*) akan melepaskan kalor ke air sebagai fluida dingin yang terletak di luar sirip. Dari hal tersebut diatas dapat diketahui bahwa laju perpindahan panas dari oli ke air melalui dinding sirip sangat dipengaruhi oleh adanya kotoran dari air yang terbawa melekat pipa yang disebut dengan *fouling*.

Dari penyebab permasalahan di atas terlihat bahwa *oil cooler* mengalami pengotoran dengan laju yang jauh lebih cepat dari yang seharusnya. Kondisi aliran tersebut yang tidak sesuai dengan spesifikasi desainnya, disebabkan oleh dampak

penerapan metode desain yang menggunakan faktor *fouling* konstan.

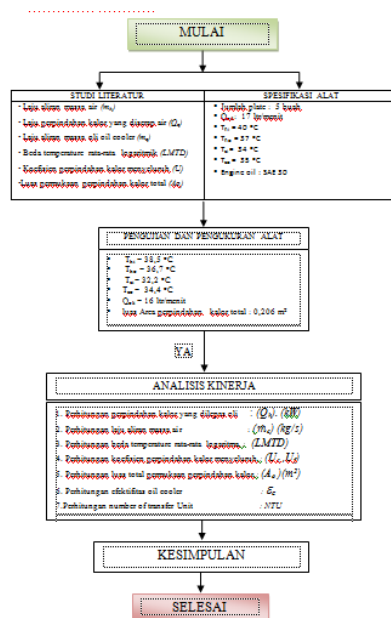
Dengan adanya kotoran yang melekat pada plat dan fin diduga dapat menyebabkan meningkatnya temperatur mesin pada saat beroperasi.

Dengan demikian perlu dicarikan solusi untuk menanggulangi hal tersebut. Jika kondisi ini dibiarkan akan mengakibatkan beberapa kerugian, antara lain :

- 1) Biaya operasional meningkat
- 2) Biaya perawatan meningkat
- 3) Tenaga mesin (*bhp*) menurun, dikarenakan adanya peningkatan daya mekanis.

2. Metode Penelitian

Untuk mendapatkan hasil perancangan yang tepat maka dibuat tahapan-tahapan dan prosedur perancangan yang disajikan dalam bentuk flowchart dibawah ini



Gambar 1. Flowchart alur penelitian

• Metode pengumpulan data

Data *oil cooler* berasal dari dua sumber, yang pertama dari data spesifikasi *oil cooler* yang ada di lokasi (data sekunder), dan yang kedua dari data hasil pengujian pada instalasi sistem pendingin oli.

Pengambilan data primer dengan pengukuran menggunakan alat ukur yaitu pada *Flowmeters*. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan informasi tentang spesifikasi teknik *oil cooler* dan mengukur parameter-parameter kinerja *oil cooler* pada saat mesin beroperasi :

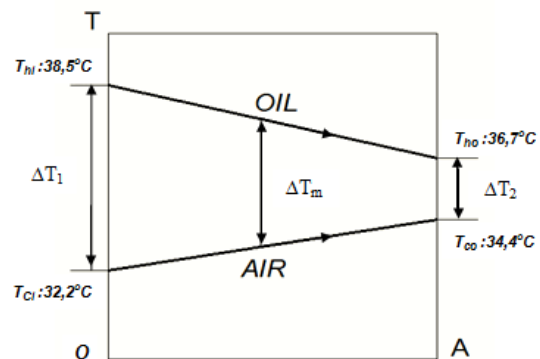
- 1) Mengumpulkan informasi tentang spesifikasi *oil cooler*
- 2) Mengukur temperatur air masuk *oil cooler*
- 3) Mengukur temperatur air keluar *oil cooler*
- 4) Mengukur temperatur oli masuk *oil cooler*.
- 5) Mengukur temperatur oli keluar *oil cooler*.
- 6) Mengukur laju aliran massa oli.

Pengumpulan informasi dan pengukuran data operasional harian perlu dilakukan untuk mengevaluasi parameter-parameter desain eksperimen *oil cooler*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode teoritis, analisis dan developmental. Kajian

secara teoritis, penjelasan utama fenomena atau data dikembangkan, diusulkan dan diuraikan. Untuk mendapatkan parameter-parameter utama dalam *oil cooler* dengan berbagai sumber literatur, baik berupa buku teks maupun jurnal. Pendekatan secara analisis dilakukan dengan pengamatan (*visualisasi*) kinerja operasional *oil cooler* dan pengambilan data operasional harian yang yang dikoleksi dan diteliti dijadikan petunjuk penelitian. Sedangkan secara *developmental*, perubahan pada faktor yang diamati sehingga dapat ditelusuri pertumbuhannya maupun penurunannya. Serta diarahkan pada optimasi *oil cooler* yang baru dengan menggunakan metode trial-error.

3. Hasil Dan Pembahasan

Data kondisi operasi yang akan diterapkan pada alat tersebut:



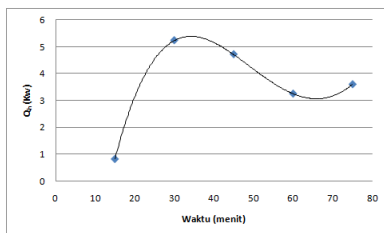
Gambar. 2 Kondisi Operasi Alat.

• Langkah perhitungan

- 1) Perhitungan laju perpindahan kalor yang dilepas oli

Tabel 1. Analisis panas yang dilepas oli cooler pada putaran 1500 rpm

Tgl/Bln/Th	Waktu (mnt)	Oli					
		T_{ho} (°C)	T_{hi} (°C)	ρ_h (kg/m ³)	$\dot{m}_h$ (kg/s)	c_{ph} (kJ/kg K)	Q_h (kW)
1	2	3	4	5	6	7	8
02/05/2014	15	36,7	38,5	883,90	0,000236	1,953	0,828
02/05/2014	30	64,8	75,6	868,92	0,000232	2,091	5,233
02/05/2014	45	67,5	77,2	867,94	0,000231	2,100	4,715
02/05/2014	60	68,4	75,1	870,05	0,000232	2,098	3,254
02/05/2014	75	69,5	76,9	869,15	0,000232	2,104	3,602

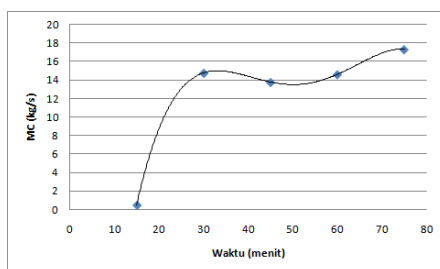


Gambar 3. Grafik hubungan perpindahan kalor terhadap waktu

- 2) Laju aliran massa air

Tabel 2. Analisis laju aliran massa air oli cooler

Tgl/Bln/Th	Waktu (mnt)	Air					
		T_{ei} (°C)	T_{eo} (°C)	T_c (°C)	c_{pe} (kJ/kg K)	Q_c (kW)	$\dot{m}_c$ (kg/s)
1	2	3	4	5	6	7	8
02/05/2014	15	32,2	34,4	33,30	4,076	0,001	0,4471
09/05/2014	30	47,3	58,8	53,05	4,076	0,005	14,7592
16/05/2014	45	50,1	62	56,05	4,076	0,005	13,7619
23/05/2014	60	45	63,3	54,15	4,076	0,003	14,6065
30/05/2014	75	44,4	64	54,20	4,076	0,004	17,3156

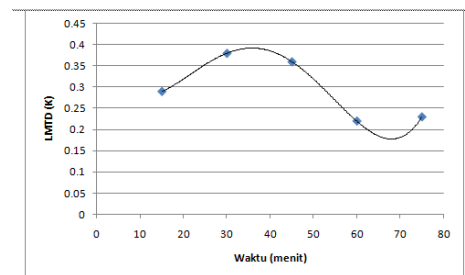


Gambar 4. Grafik hubungan laju aliran massa air terhadap waktu

- 3) Perhitungan beda temperatur rata-rata logaritmik

Tabel 3. Analisis beda temperatur rata-rata logaritmik oil cooler

Tgl/Bln/Th	Waktu (mnt)	ΔT_1 (K)	ΔT_2 (K)	LMTD (K)
1	2	3	4	5
02/05/2014	15	6,3	2,3	3,97
02/05/2014	30	28,3	6,0	14,38
02/05/2014	45	27,1	5,5	13,54
02/05/2014	60	30,1	5,1	14,08
02/05/2014	75	32,5	5,5	15,20



Gambar 5. Grafik hubungan LMTD terhadap waktu

- 4) Perhitungan koefisien perpindahan kalor menyeluruh

Besarnya harga koefisien perpindahan panas menyeluruh pada kondisi bersih dapat dievaluasi dengan menggunakan persamaan :

$$U_c = \frac{\left(\frac{A_f}{A_c} - 1 \right)}{\sum R_f} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Berdasarkan data tabel hambatan termal fluida dan pemilihan nilai surface over design $A_f/A_c = 1,15$,^[10]

dimana :

$$R_{air} = 0,000176 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

$$R_{oli} = 0,00009 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

$$\sum R_f = 0,0001076 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

5. Perhitungan efektifitas oil cooler

Luas permukaan perpindahan kalor total dapat dievaluasi dengan menggunakan persamaan :

$$A_o = \frac{Q}{U_f \cdot LMTD} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dengan menggunakan data hasil perhitungan sebelumnya untuk $A_f/A_c = 1,15$, dimana :

$$\begin{aligned} U_f &= 1212 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \\ Q &= 828 \text{ W} \\ LMTD &= 4,30 \text{ K} \end{aligned}$$

6) Perhitungan Efektifitas Oil Cooler

Efektifitas *oil cooler* dievaluasi dengan persamaan :

$$\varepsilon_c = \frac{Q_{aktual}}{Q_{maks}} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

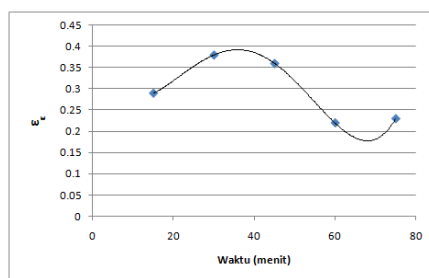
ε_c = efektifitas *oil cooler* Q_{aktual} = laju perpindahan kalor aktual pada *oil cooler* = 828 W

Q_{maks} = laju perpindahan kalor maksimal pada *oil cooler* (W)

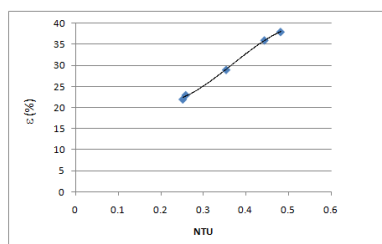
7) Perhitungan Number of Transfer Unit, NTU

Tabel 4. Analisa prediksi kinerja *oil cooler*

	Waktu (To)	U (W/m ² K)	C*	Q _{aktual} (kW)	Q _{maks} (kW)	ε _c	NTU
02/05/2014	15	1394	0,253	0,828	2,8994	0,29	0,354
02/05/2014	30	1394	0,008	5,233	13,7123	0,38	0,482
02/05/2014	45	1394	0,009	4,715	13,1733	0,36	0,444
02/05/2014	60	1394	0,008	3,254	14,6185	0,22	0,252
02/05/2014	75	1394	0,007	3,602	15,8183	0,23	0,259



Gambar 6. Grafik hubungan Efektifitas terhadap Waktu (menit)



Gambar 7. Grafik hubungan antara Efektifitas dengan NTU

4. Kesimpulan

Dari hasil evaluasi perhitungan optimasi *oil cooler* Selama 5 kali pengujian dengan waktu yang berbeda memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Beberapa parameter yang berhubungan dengan laju perpindahan kalor adalah koefisien perpindahan kalor, beda temperatur rata-rata logaritmik, faktor fouling, dan luas permukaan perpindahan kalor. Dari pengujian mesin diesel pada putaran mesin 1500 Rpm dan selang waktu t : 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dan 75 menit hasil evaluasi dan analisis yang diperoleh adalah pada laju perpindahan kalor mengalami kenaikan dari 0,001 kW menjadi 0,004. beda temperatur logaritmik mengalami kenaikan dari 3,97 K menjadi 15,20 K. Luas permukaan perpindahan kalor dari 0,00016 m² turun menjadi 0,00012 m². Efektifitas *oil cooler* dari 0,29 turun menjadi 0,23. Ada beberapa saran dari penelitian ini diantaranya, yang pertama berdasarkan pengamatan di lapangan sering terlihat turbin angin tidak berputar, hal ini dimungkinkan karena PLTB terhalang oleh pepohonan sehingga kecepatan angin berkurang dan membuat turbin angin sering tidak berputar. Diharapkan untuk perencanaan proyek turbin angin selanjutnya, penempatan turbin angin skala kecil sebaiknya ditempatkan depan pantai agar tidak terhalang oleh pepohonan atau bangunan supaya hasilnya lebih optimal dan yang kedua sebelumnya penangkal petir hanya ada pada solar sel atau PLTS saja, sekarang sudah ada penangkal petir pada PLTB tetapi hanya satu titik saja, karena turbin angin bangunannya paling tinggi daripada sekitarnya, sebaiknya diberi penangkal petir di beberapa titik untuk menjaga agar turbin tidak tersambar petir.

5. Daftar Pustaka

- [1] Yogi Sirodz Gaos, 2008, *Reverse Engineering Oil Cooler PLTU Bukit Asam Dengan Menerapkan Metode Kern*, Jurnal, Jakarta.
- [2] *Optimalisasi Pendinginan Oli Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel*

- <http://dieselcoolingsystem.blogspot.com/2010/09/optimalisasi-pendinginan-oli-mesin.html>
- [3] *Optimasi Kapasitas Penukar Panas Wire And Tube Heat Exchanger Dengan Variabel Jarak Antar Wire*. Eko Prasetyo Wahyudi, R.Zainal Fatah, Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS dan Dr. Ir. Lili Pudjiastuti, MT. Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 *E-mail*: Alialtway@chem-eng.its.ac.id
 - [4] Industrial Diesel Engine A-4ja1, A-4jb1 Models <https://www.google.com/#q=INDUSTRIAL+DIESEL+ENGINE+A-4JA1%2C+A-4JB1+MODELS>
 - [5] Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda, 2004, *Motor Diesel Putaran Tinggi*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
 - [6] Maimun, Priyanto. M, Haiba. U.M, Budiyo. M, 2004, *Manajemen Perawatan Mesin*. Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta.
 - [7] Maleev, V.L, ME., DR. A.M. dan Bambang Priambodo, Ir., 1995, *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Erlangga, Jakarta.
 - [8] Panjaitan M Subaja, 2004, *Engine Colt Diesel FE 3 dan 4 Series*, Yogyakarta.
 - [9] <http://www.maritimeworld.web.id/2013/11/sistem-pendingin-pada-motor-diesel-dan.html>
 - [10] *Sistem Pendinginan Air Pada Mesin Mobil*, Oleh : Drs. Bintoro, ST, MT Widyaiswara Madya Pada Departemen Otomotif
 - [11] PPPPTK BOE / VEDC Malang. http://www.ehow.com/list_7149390_oil-cooler_types.html#ixzz30HibPp2F