



TECHNOMA Vol. 7, No. 2, 2024

Analisis Kinerja Penukar Kalor Shell and Tube Mini untuk Pendinginan Oli Pelumas Mesin

Moh Azizi Hakim^{1*}, Fahmi Quadratullah², Erik Heriyana³, Sony Sukmara⁴, Ari Eko⁵, Sidik Susilo⁶

^{1,2,3,4,5} Fakultas teknologi dan informatika universitas matlaulanwar banten

⁶Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Email:

*zeehakim@gmail.com

Abstrak. Temperatur oli pelumas yang terlalu tinggi dapat menurunkan viskositas, mempercepat degradasi pelumas, dan mengurangi perlindungan terhadap komponen mesin. Penelitian ini menganalisis kinerja penukar kalor shell and tube mini sebagai sistem pendingin oli pelumas skala laboratorium. Metode penelitian dilakukan melalui perancangan geometri penukar kalor, pengukuran temperatur masuk dan keluar, variasi debit air pendingin, serta perhitungan laju perpindahan panas, LMTD, dan efektivitas. Variasi debit air pendingin yang dianalisis adalah 1,0 sampai 3,0 L/menit. Hasil rancangan menunjukkan bahwa peningkatan debit air pendingin meningkatkan laju perpindahan panas dari 410 W menjadi 750 W. Efektivitas tertinggi sebesar 0,64 diperoleh pada debit 3,0 L/menit, namun peningkatan setelah 2,5 L/menit relatif kecil. Penelitian ini menunjukkan bahwa penukar kalor mini dapat menjadi solusi pendinginan oli pada sistem mesin kecil, terutama jika debit pendingin diatur secara proporsional.

Kata kunci: *penukar kalor; oli pelumas; shell and tube; LMTD; efektivitas*

1 Pendahuluan

Oli pelumas berfungsi mengurangi gesekan, membawa panas, membersihkan komponen, dan melindungi permukaan logam dari keausan [1]. Pada mesin yang bekerja secara kontinu, temperatur oli dapat meningkat akibat gesekan dan beban termal. Jika temperatur oli terlalu tinggi, viskositasnya menurun sehingga film pelumas menjadi kurang stabil [2].

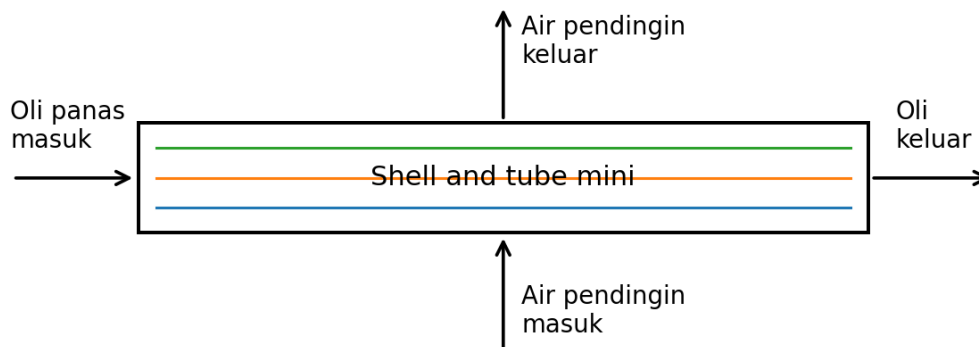
Salah satu solusi untuk menjaga temperatur oli adalah penggunaan penukar kalor [3]. Penukar kalor tipe shell and tube banyak digunakan karena konstruksinya kuat, mudah dikembangkan, dan mampu bekerja pada berbagai fluida [4]. Dalam skala laboratorium, rancangan shell and tube mini dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antara debit pendingin, beda temperatur, dan laju perpindahan panas [5].

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja penukar kalor mini untuk pendinginan oli pelumas mesin [6]. Parameter utama yang dianalisis meliputi laju perpindahan panas, beda temperatur rata-rata logaritmik, koefisien perpindahan panas keseluruhan, dan efektivitas penukar kalor [7].

2 Metode penelitian

Penelitian dilakukan melalui rancangan eksperimental skala laboratorium. Oli dipanaskan hingga temperatur tertentu kemudian dialirkan melalui sisi shell, sedangkan air pendingin dialirkan melalui sisi tube. Debit air pendingin divariasikan dari 1,0 hingga 3,0 L/menit. Temperatur oli masuk, oli keluar, air masuk, dan air keluar dicatat untuk menghitung kinerja penukar kalor.

Skema Pengujian Penukar Kalor Mini untuk Pendinginan Oli



Gambar 1. Skema Pengujian Penukar Kalor Mini untuk Pendinginan Oli

Tabel 1. Parameter Rancangan Penukar Kalor Mini

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Panjang tube	500	mm
2	Jumlah tube	6	buah
3	Diameter luar tube	10	mm
4	Temperatur oli masuk	80	C
5	Temperatur air masuk	28	C

2.1 Formulasi Matematika

Laju perpindahan panas dihitung berdasarkan perubahan temperatur fluida. LMTD digunakan untuk menyatakan beda temperatur rata-rata antara fluida panas dan dingin, sedangkan efektivitas menunjukkan perbandingan panas aktual terhadap panas maksimum yang mungkin terjadi.

$$q = \dot{m} \times c_p \times (T_{in} - T_{out}) \quad (1)$$

$$LMTD = (\Delta T_1 - \Delta T_2) / \ln(\Delta T_1 / \Delta T_2) \quad (2)$$

$$\varepsilon = q_{\text{aktual}} / q_{\text{maks}} \quad (3)$$

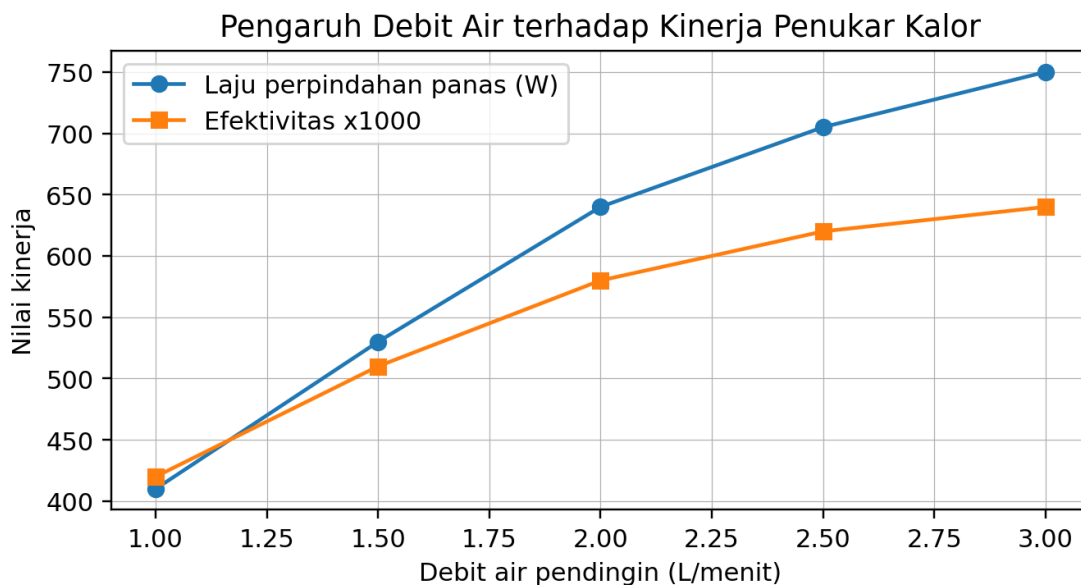
Keterangan: q adalah laju perpindahan panas, $\dot{m}$ adalah laju aliran massa, c_p adalah kalor jenis, LMTD adalah beda temperatur rata-rata logaritmik, dan ε adalah efektivitas penukar kalor.

3 Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Rancangan Kinerja Penukar Kalor pada Variasi Debit Air

Debit air (L/menit)	T oli keluar (C)	T air keluar (C)	q (W)	LMTD (C)	Efektivitas
1,0	67	34	410	38,5	0,42
1,5	63	35	530	36,8	0,51
2,0	60	36	640	35,1	0,58
2,5	58	36,5	705	34,2	0,62
3,0	57	37	750	33,8	0,64

Peningkatan debit air pendingin menurunkan temperatur oli keluar karena kapasitas pendinginan meningkat. Laju perpindahan panas bertambah dari 410 W pada debit 1,0 L/menit menjadi 750 W pada debit 3,0 L/menit. Namun, peningkatan kinerja setelah debit 2,5 L/menit mulai melambat, sehingga perlu dipertimbangkan efisiensi penggunaan pompa.



Gambar 2. Pengaruh Debit Air terhadap Kinerja Penukar Kalor

Efektivitas tertinggi diperoleh pada debit 3,0 L/menit sebesar 0,64. Meskipun demikian, konfigurasi 2,5 L/menit dapat dianggap cukup efisien karena menghasilkan efektivitas 0,62 dengan kebutuhan debit lebih rendah. Dalam aplikasi nyata, pemilihan debit pendingin perlu mempertimbangkan temperatur target oli, daya pompa, dan ruang instalasi.

4 Kesimpulan

Penukar kalor shell and tube mini mampu menurunkan temperatur oli pelumas melalui variasi debit air pendingin. Peningkatan debit air meningkatkan laju perpindahan panas dan efektivitas, tetapi kenaikan kinerja cenderung menurun pada debit yang lebih tinggi. Debit 2,5-3,0 L/menit direkomendasikan sebagai rentang operasi rancangan. Penelitian lanjutan perlu menguji pengaruh geometri tube, jenis aliran, dan variasi viskositas oli.

5 Daftar pustaka

- [1] T. Hidayat, M. Ridwan, M. F. Iqbal, R. Rizky, and W. E. Manongga, "Determining Toddler ' s Nutritional Status with Machine Learning Classification Analysis Approach," vol. 24, no. 2, pp. 235–246, 2025, doi: 10.30812/matrik.v24i2.4092.
- [2] M. A. Hakim, E. Heriana, M. A. Hakim, S. Sukmara, and D. Susanto, "Perancangan kendaraan kampus dengan penggerak motor listrik," *Technoma*, vol. 01, no. 02, pp. 60–66, 2022.
- [3] A. Sugiarto, R. Rizky, S. Susilowati, A. M. Yunita, and Z. Hakim, "Metode Weighted Product Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Bonus Pegawai Pada CV Bejo Perkasa," *Bianglala Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 100–104, 2020, doi: 10.31294/bi.v8i2.8806.
- [4] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Bangun Rangka Mobil," *Technoma*, vol. 02, no. 01, pp. 3–8, 2022.
- [5] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "RANCANGAN SISTEM PENGEMUDI JENIS RACK AND," vol. 01, no. 02, 2022.
- [6] A. M. Yunita, A. H. Wibowo, R. Rizky, and N. N. Wardah, "Implementasi Metode SAW Untuk Menentukan Program Bantuan Bedah Rumah Di Kabupaten Pandeglang," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 3, pp. 197–202, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i3.835.
- [7] J. Jihaduddin, V. A. Prianggita, and R. Rizky, "Implementation of core values for quality assurance strategy at Mathla ' ul Anwar University , Banten," vol. 3, no. June, pp. 1–7, 2024.