

PENGARUH PERPINDAHAN PANAS PIPA KALOR PADA POSISI HORIZONTAL

Ruben Siregar¹, Rahmat Iman Mainil², Azridjal Aziz³

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

¹rubensiregar@gmail.com, ²rahmat.iman@gmail.com, ³azridjal@yahoo.com

Abstrack

Heat pipes are devices that can transfer heat from one point to another point very quickly at a constant temperature difference, with large heat transfer capacity. Heat pipe used in a wide variety of manufactured products, such as laptops, mobile phones, and others. Solid copper and heat pipes are made to have a diameter of 3/8" and with a length of 40 cm with a filling ratio of 10%. Solid copper and heat pipe was tested in the horizontal position and temperature data obtained in the evaporator section, adiabatic and condenser. Heat transfer rate of heat pipe using wick is 8.82 W, without using wick is 8.36 W and with solid copper is 1.22 W. The thermal conductivity of the heat pipe without wick is 5291.18 W / mK and then use wick is 6294.69 W / mK, solid copper 75.42 W / mK. Comparison of thermal conductivity between a heat pipe using wick with a copper solid is 83.46 times higher.

Keywords : heat pipe, filling ratio, wick

1. Pendahuluan

Pipa kalor terdiri dari tabung hampa yang pada kedua ujungnya di tutup dan diisi dengan fluida lalu dipanaskan di ujung pipa pada suhu yang diinginkan. Salah satu ujung pipa kalor dicelupkan ke *heater* (evaporator) dan ujung lainnya diberi pendingin (kondensor). Tujuannya adalah untuk mentransfer panas melalui pipa dari evaporator ke kondensor. Banyak peneliti menyelidiki karakteristik dan parameter pipa panas baik secara eksperimen dan teoritis [1, 2]. Sebuah pendekatan matematika dan numerik untuk melihat aliran laminar pada dua fase cair dan uap dari fluida kerja dalam struktur kapiler pipa panas mikro diselidiki oleh Garcia et al [3]. Fenomena berkurangnya fluida yang menguap menyebabkan perpindahan panas kurang maksimum begitu pula saat pendingin yang dibuat terlalu berlebihan. Dan dampaknya begitu signifikan pada batas operasi dari pipa kalor [4]. Pengembangan untuk melihat karakteristik pipa kalor untuk dua fase tertutup telah dipelajari secara eksperimental dengan *thermosyphon* [5].

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan eksperimental terhadap alat uji dengan mengambil data yang diperoleh selama pengujian dilakukan. Berikut adalah prosedur pelaksanaan penelitian:

2.1 Tahap studi literatur

Tahapan ini merupakan proses pencarian dan pembelajaran bahan-bahan serta pendalaman pemahaman terhadap konsep yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal penelitian, dan situs-situs internet.

2.2 Tahap penyediaan alat

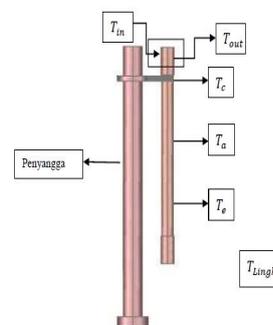
Pada tahapan ini dilakukan pencarian terhadap alat-alat yang berhubungan dengan pembuatan benda uji dan alat uji.

2.3 Tahap pembuatan alat uji dan benda uji

Semua komponen-komponen yang berhubungan dengan pembuatan alat uji yang sudah terkumpul kemudian dilakukan proses lanjutan yaitu pembuatan alat uji dan benda uji.

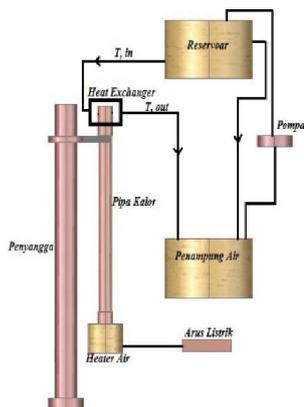
2.4 Tahap pengujian pipa kalor

Pipa kalor diuji sesuai dengan variasi sudut yang sudah ditentukan. Pengujian dilakukan terhadap pipa kalor yang menggunakan *wick* dan tanpa *wick* pengambilan data dilakukan pada bagian kondensor, adiabatik, evaporator serta pada fluida pendingin yang masuk dan keluar dari *heat exchanger*. Berikut pemasangan termokopel pada alat uji (Gambar 1).



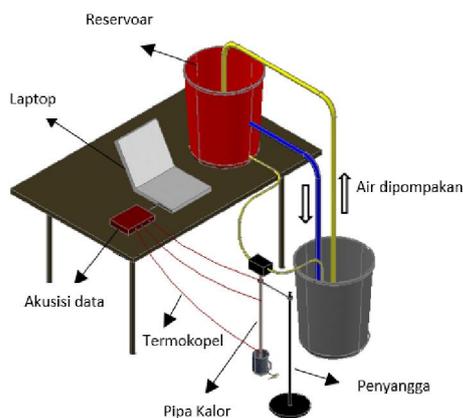
Gambar 1. Pemasangan termokopel pada pipa kalor

Untuk skematik rancangan alat nya dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Skematik rancangan alat

Rancangan keseluruhan alat uji menggunakan software autocad dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Rancangan keseluruhan alat

Realisasi alat uji yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4. Realisasi alat uji yang dibuat

2.5 Pengolahan data

Dari hasil pengujian diperoleh data yang nantinya akan diproses dan dianalisa dengan pendekatan rumus-rumus yang diambil dari buku referensi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Dari hasil pengujian diperoleh data temperatur dari evaporator adiabatik dan kondensor. Lalu data tersebut akan diolah menggunakan perhitungan mengenai laju perpindahan panas. Persamaan untuk menghitung perpindahan panas yang terjadi dalam pipa kalor adalah [6]:

$$Q_{out} = \dot{m}_w C_{pw} (T_{out} - T_{in})$$

Dimana:

\dot{m}_w : laju aliran air pendingin (kg/s)

C_{pw} :kalor jenis air (j/kg K)

T_{in} : temperatur rata-rata air pendingin masuk (°C)

T_{out} : temperatur rata-rata air pendingin keluar (°C)

Sedangkan persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien perpindahan panas pipa kalor adalah[3]:

$$k = \frac{Q_{out} I}{A (T_e - T_c)}, \text{ dimana } A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

Dimana:

D : diameter pipa (m)

A : luas penampang pipa kalor (m^2)

I : jarak evaporator dan kondensor (m)

k : koefisien perpindahan panas ($W/^\circ C$)

Q_{out} : panas keluar (W)

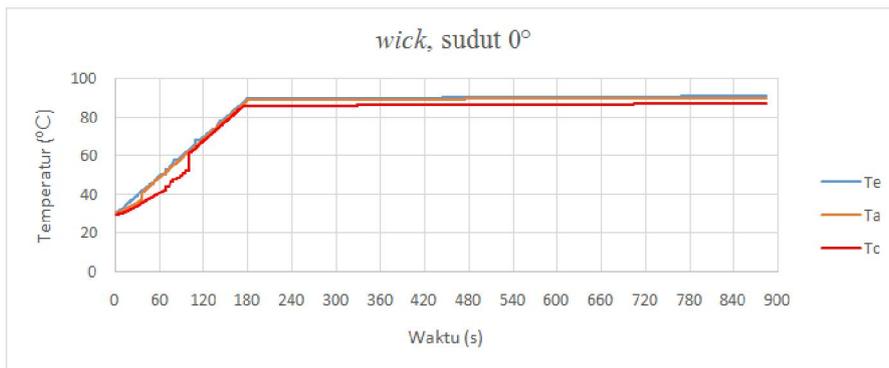
T_c : temperatur rata-rata dinding luar pipa dikondensor (°C)

T_e :temperatur rata-rata dinding luar dievaporator (°C)

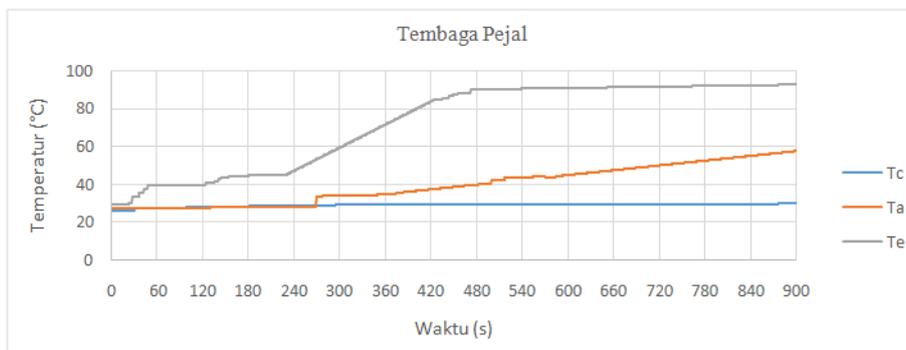
Berikut data hasil pegujian yang dilakukan terhadap pipa kalor dan tembaga pejal dapat dilihat pada Gambar 5 sampai 7 :



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Pipa Kalor Tanpa *Wick* dengan sudut 0°



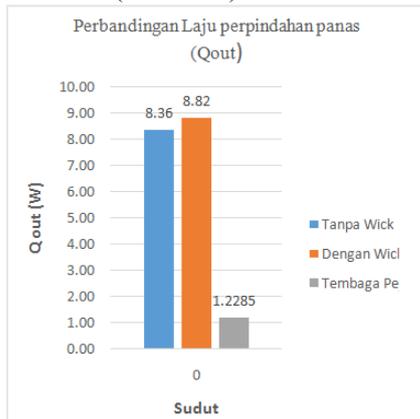
Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Pipa Kalor Dengan *Wick* dengan sudut 0°



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Tembaga Pejal

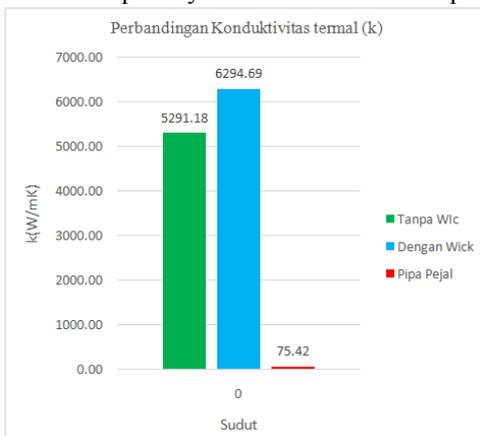
3.2 Pembahasan

Semakin horizontal pipa kalor maka semakin kecil gaya gravitasi terhadap cairan fluida kerja. Kondensat yang terbentuk dibagian kondensator akan kembali bersirkulasi kebagian evaporator melalui struktur sumbu, kecepatan kembali dipengaruhi oleh gaya kapilaritas dan gaya gravitasi. Perpindahan panas yang terjadi pada pipa kalor tanpa wick selalu lebih kecil dibandingkan pipa kalor dengan wick mesh 100. Hal ini disebabkan oleh sirkulasi fluida didalam pipa kalor dengan wick dibantu oleh adanya kapilaritas wick (Gambar 8).



Gambar 8. Laju perpindahan panas pipa kalor menggunakan wick dan tanpa wick serta tembaga pejal.

Dari gambar 9 terlihat bahwa konduktivitas pipa kalor dengan wick dan tanpa wick jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tembaga pejal. Hal ini disebabkan oleh pada pipa kalor terjadi perpindahan panas secara cepat oleh uap. Sedangkan pada pipa kalor perpindahan panas terjadi secara konduksi. Sedangkan pipa tembaga pejal dengan dimensi dan material yang sama mempunyai nilai konduktivitas termal 75,41 W/mK. Sehingga jika dibandingkan pipa kalor dapat memindahkan sampai 83,46 kali lebih banyak, atau mempunyai konduktivitas 83,46 kali lebih tinggi sehingga tidaklah berlebihan apabila pipa kalor dianggap sebagai super konduktor termal karena kemampuannya dalam memindahkan panas.



Gambar 9. Konduktivitas termal pipa kalor dan tembaga pejal

4. Simpulan

Dari penelitian dapat disimpulkan hasil sebagai berikut :

- 1) Dari ketiga benda uji, pipa pejal memiliki perpindahan panas dan konduktivitas termal yang paling kecil.
- 2) Laju perpindahan panas pipa kalor yang menggunakan wick lebih tinggi dari pada pipa kalor tanpa wick yaitu sebesar 8,82 W dan 8,36 W.
- 3) Konduktivitas termal pipa kalor dengan wick lebih tinggi bila dibandingkan pipa kalor tanpa wick dan tembaga pejal.

Daftar Pustaka

- [1] Hsu, C. H., Kung, K. Y., Hu, S., and Chang, C. C., July 2009 "study of two phases heat transport capacity in a micro heat pipe", WSEAS Transactions on Information Science and Applications Volume 6, Issue 7, pp. 1104-1114, ISSN:1790-0832.
- [2] Tourniera, J. M. and El-Genka, M. S., March 1994, "A heat pipe transient analysis model", International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 37, Issue 5, pp. 753-762.
- [3] Garcia, F., Segura, J. and Zarea, S. June 2000 "Thermal fluid dynamic steady state behavior of micro heat pipes", Universidad, Ciencia y Tecnologia, Vol. 4, no. 14, pp. 59-66.
- [4] Ma, H. B. and Peterson, G. P., February 1998 "The Minimum Meniscus Radius and Capillary Heat Transport Limit in Micro Heat Pipes" J. Heat Transfer, Volume 120, Issue 1, 227 (7 pages), doi:10.1115/1.2830046.
- [5] J. M. Ha and G. P. Peterson, "The Heat Transport Capacity of Micro Heat Pipes", J. Heat Transfer, November 1998, Volume 120, Issue 4, 1064 (8 pages) doi:10.1115/1.2825891.
- [6] Incropera, F.P. (1990). Introduction to Heat Transfer second Edition. New York: Jon Wiley and Son.