

## **PENGARUH LAJU ALIRAN FLUIDA PENDINGIN TERHADAP UNJUK KERJA ALAT PENUKAR KALOR PIPA GANDA DENGAN PENGARAH BERALUR HELIX**

**Erik Aristya Pradana Putra, Kennedy, Mustofa**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu

Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Tondo, Palu 94119

E-mail : [erik.aristya@gmail.com](mailto:erik.aristya@gmail.com)

### **Abstract: The effect of the coolant fluid flow rate on the performance of a double pipe heat exchanger with a helix grooved guide.**

The aim of this research is to study the double pipe heat exchanger with the addition of 40° helix guide and without guide, at counterflow direction with variation of cold fluid velocity of 0.67 m / s, 0.60 m / s and 0.52 m/s.

In this research we use double pipe type heat exchanger with acrylic material at shell side with an inner diameter 74 mm and outer diameter 80 mm and stainless steel material at tube side with an inner diameter of 24 mm and an outer diameter of 26 mm with a length of 1500 mm.

The results obtained showed that the faster the flow of cooling fluid it will increase the value of effectiveness, the rate of heat transfer and the reduction of heat fluid temperature. Temperature decrease obtained by helix guide of each variation of velocity of 34.275 °C; 34.45 °C; 25.99 °C and heat transfer of 7262,8; 6560,8; 5530 Watt.

Keywords: 40° helix guide, Cold fluid velocity, heat transfer.

### **Abstrak: Pengaruh laju aliran fluida pendingin terhadap unjuk kerja alat penukar kalor pipa ganda dengan pengarah beralur helix.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji alat penukar kalor pipa ganda dengan penambahan pengarah helix 40° dan tanpa pengarah, pada arah aliran fluida berlawanan arah dengan variasi kecepatan fluida dingin yaitu sebesar 0.67 m/s, 0.60 m/s dan 0.52 m/s. Dalam penelitian ini digunakan kondensor tipe double pipe dan untuk bahan shell digunakan akrilik dengan diameter dalam 74 mm dan diameter luar 80 mm. Pada tube menggunakan bahan stainless steel dengan diameter dalam 24 mm dan diameter luar 26 mm dengan panjang 1500 mm. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin cepat aliran fluida pendingin yang diberikan maka akan meningkatkan nilai efektifitas, laju perpindahan kalor dan penurunan temperature fluida panas. Penurunan temperatur yang diperoleh dengan menggunakan pengarah helix tiap variasi kecepatan sebesar 34,275 °C; 34,45 °C; 25,99 °C dan perpindahan kalor sebesar 7262,8; 6560,8; 5530 Watt.

**Kata Kunci :** Pengarah helix 40°, kecepatan fluida dingin, perpindahan kalor.

## **PENDAHULUAN**

Pada dasarnya alat penukar kalor digunakan untuk memindahkan panas yang berasal dari fluida panas ke fluida yang lebih dingin didalam suatu sistem. Berdasarkan hal tersebut maka diciptakan berbagai jenis teknologi alat penukar kalor dengan fungsi dan kegunaan sesuai dengan kebutuhan.

Salah satu dari jenis alat penukar kalor yaitu penukar kalor pipa ganda (double pipe) karena hanya terdiri dari satu selongsong dan satu pipa. Prinsip

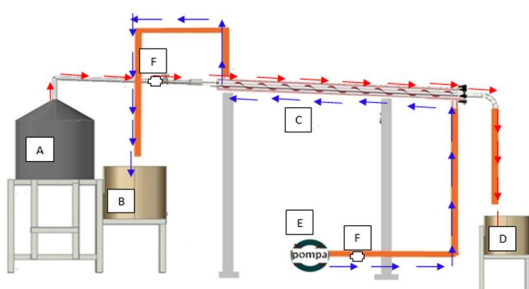
kerja dari alat penukar kalor ini, yaitu suatu fluida mengalir dalam pipa dan fluida lainnya mengalir melalui selongsong. Keistimewaan dari alat penukar kalor jenis ini ialah mampu beroperasi pada tekanan yang tinggi dan dengan area yang tidak terdapat sambungan maka resiko tercampurnya kedua fluida sangat kecil.

Mengingat begitu pentingnya peranan alat penukar kalor, maka penelitian-penelitian dilakukan untuk mengoptimalkan fungsi dan unjuk kerja dari alat penukar kalor. Beberapa

penelitian yang telah dilakukan sebelumnya antara lain, penelitian yang dilakukan (Prasetio , 2008) dengan menggunakan baffle helix dengan kemiringan  $10^\circ$ . Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa koefisien perpindahan panas konveksi sisi shell akan meningkat secara polinomial seiring bertambahnya debit fluida dingin. Ditempat yang berbeda (Zang et al , 2008) melakukan perbandingan antara segmental baffle dan helical baffle, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa performa terbaik diperoleh pada helical baffle dengan sudut helix  $40^\circ$ . Penelitian lain yang dilakukan (Arifinto ,2009) dengan Penambahan Sirip, dimana pada penelitian ini dilakukan pengamatan pengaruh variasi bilangan Reynolds pada alat penukar kalor. Penelitian tersebut dilakukan dengan arah aliran fluida berlawanan arah, dimana fluida panas mengalir dalam berkas tabung dan fluida panas mengalir diluar berkas tabung. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa besar kapasitas kondensat, daya pompa dan koefisien perpindahan kalor menyeluruh dipengaruhi oleh besarnya nilai bilangan Reynolds fluida dingin dengan efektifitas sirip tetap konstan.

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, alat yang digunakan merupakan unit penukar kalor dengan penambahan pengarah beralur helix  $40^\circ$ , skema alat penelitian adalah sebagai berikut



**Gambar 1.** Skema Alat Pengujian

Keterangan Gambar:

A = Bejana penguap

B = Penampung fluida pendingin

C = Alat penukar kalor

→ Fluida Panas

→ Fluida dingin

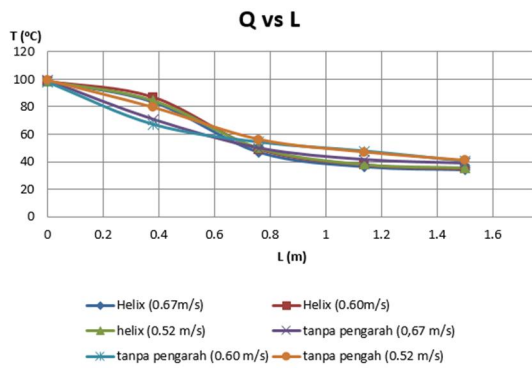
D = Penampung fluida yg didinginkan

E = Pompa

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kali pengujian untuk mendapatkan akurasi data yang diperoleh. Pengujian pertama dilakukan pada alat penukar kalor tanpa pengarah dengan variasi kecepatan aliran fluida pendingin yang akan masuk kedalam alat penukar kalor yaitu sebesar 0.67 m/s, 0.60 m/s, dan 0.52 m/s dengan diameter pipa yang akan memasuki alat penukar kalor sebesar 0.023 m. pada pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan alat penukar kalor dengan sekat model helix  $40^\circ$ , dengan variasi kecepatan aliran yang sama. Parameter-parameter yang diukur dalam pengujian ini yaitu debit aliran fluida dingin yang digunakan untuk mengetahui berapa kecepatan fluida yang akan memasuki alat penukar kalor, temperature uap dan fluida pendingin, dan tekanan pada fluida pendingin

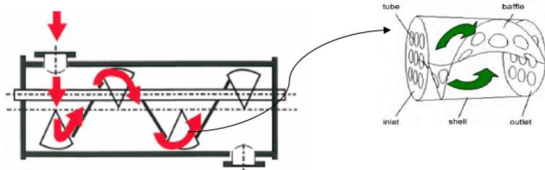
### Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan alat penukar kalor pipa ganda dapat diketahui bahwa, penurunan temperature panas hasil kondensasi terjadi seiring dengan meningkatnya kecepatan fluida pendingin. Hal tersebut dapat terlihat pada gambar dibawah ini



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Temperatur Terhadap Jarak Alat Penukar Kalor

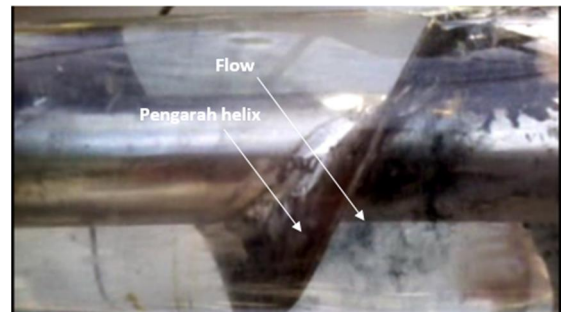
Pada gambar 2 terlihat bahwa penggunaan pengarah helix dengan kecepatan fluida dingin sebesar 0.67 m/s mampu menurunkan temperature fluida panas hingga mencapai 34.27°C dari titik didihnya. dibandingkan penggunaan penukar kalor tanpa pengarah dengan kecepatan sama yang hanya mampu menurunkan hingga temperature 38.65 °C. Ketika diberikan kecepatan rendah sebesar 0.52 m/s penukar kalor dengan pengarah helix mampu menurunkan hingga temperature 35.75 °C



**Gambar 3.** Pola Aliran Pengarah Bentuk Helix

Besarnya penurunan temperatur pada alat penukar kalor dengan pengarah helix dipengaruhi oleh pola aliran fluida dingin bergerak berputar mengitari pipa yang berisikan fluida panas. Pergerakan aliran fluida menyebabkan terjadinya kontak thermal antara sisi-sisi pengarah sehingga akan menambah area penyerapan kalor, seperti terlihat dari gambar 3. Dengan penambahan area penyerapan kalor maka akan mempercepat menurunnya temperature fluida panas dari titik didihnya. Kondisi pergerakan fluida dingin

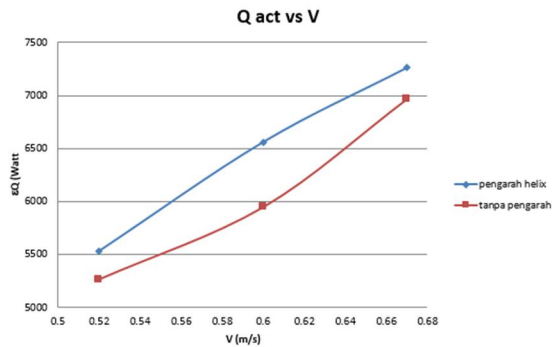
dapat terlihat dari visualisasi Gambar 4 dimana pada alat penukar kalor diberikan pewarnaan tinta hitam untuk memperlihatkan pergerakan aliran fluida dingin yang melewati pengarah beralur helix.



**Gambar 4.** Visualisasi Pergerakan Fluida Dingin

Dari Gambar 4 terlihat bahwa dibandingkan penukar kalor tanpa pengarah, penggunaan pengarah helix pada alat penukar kalor pipa ganda dapat memperkecil luasan aliran bebas yang dilalui fluida dingin. Dengan memperhatikan hukum kontinuitas, dimana kecepatan aliran akan meningkat seiring dengan pengecilan penampang. Peningkatan kecepatan akan menyebabkan aliran fluida pendingin menjadi turbulen sehingga mempengaruhi besar perpindahan kalor yang terjadi. Dimana semakin besar kecepatan fluida pendingin maka akan meningkatkan perpindahan kalor yang terjadi, hal tersebut dapat terlihat pada Gambar 3

### Pengaruh perpindahan kalor aktual terhadap kecepatan fluida dingin

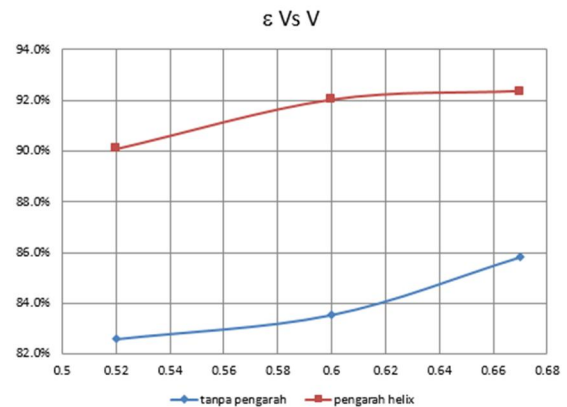


**Gambar 5.** Grafik Pengaruh Kecepatan Fluida Dingin Terhadap Perpindahan Kalor Aktual

Pada gambar 5 terlihat bahwa nilai laju perpindahan kalor actual ( $Q_{act}$ ) mengalami peningkatan seiring bertambahnya kecepatan fluida pendingin yang diberikan. Terlihat bahwa penukar kalor dengan pengarah helix menghasilkan penukaran kalor yang jauh lebih baik dibanding penukar kalor tanpa pengarah, dimana ketika kecepatan aliran fluida pendingin sebesar 0,53 m/s besar  $Q_{act}$  untuk pengarah helix 5530 W sedangkan untuk penukar kalor tanpa pengarah nilai  $Q_{act}$  sebesar 5261 W. kondisi sama juga terlihat ketika kecepatan ditingkatkan hingga mencapai 0,67 m/s, penukar kalor dengan pengarah helix memberikan nilai  $Q_{act}$  sebesar 7262 W jauh lebih tinggi dibandingkan penukar kalor tanpa menggunakan pengarah yang hanya memberikan  $Q_{act}$  sebesar 6963 W. Tingginya dan rendahnya laju perpindahan kalor yang terjadi akan mempengaruhi kemampuan alat penukar kalor dalam menurunkan temperature fluida panas. Dimana semakin besar laju perpindahan kalor yang terjadi maka proses perpindahan kalor akan semakin meningkat pula, sehingga kemampuan alat penukar kalor dalam menurunkan temperatur fluida panas dari titik didih hingga mencapai temperature

terendahnya akan semakin meningkat pula. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 5 dimana penukar kalor dengan pengarah helix mampu menurunkan temperature lebih baik dibandingkan penukar kalor tanpa pengarah.

### Efektifitas Alat penukar kalor



**Gambar 6** Hubungan Efektifitas Terhadap Laju Aliran Fluida Dingin

Ditinjau dari sisi efektivitas alat penukar kalor, dimana semakin besar kecepatan aliran fluida dingin yang memasuki alat penukar kalor maka efektivitas ( $\epsilon$ ) alat penukar kalor akan semakin meningkat. Pada alat penukar kalor dengan pengarah helix, ketika kecepatan fluida pendingin sebesar 0,67; 0,60 dan 0,52 m/s evektifitas yang dihasilkan yaitu 90,1; 92,0 dan 92,4 % dan pada alat penukar kalor tanpa pengarah ketika kecepatan fluida dingin sebesar 0,67; 0,60 dan 0,52 m/s evektifitas yang diperoleh yaitu 82,6; 83,5 dan 85,8%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan penukar kalor dengan penambahan pengarah helix lebih efektif dibandingkan penukar kalor tanpa pengarah. kondisi ini terlihat pada gambar 6 dimana penukar kalor dengan pengarah mampu menurunkan panas hasil kondensasi jauh lebih baik dibandingkan tanpa pengarah. Nilai

efektivitas dari alat penukar kalor dipengaruhi oleh perpindahan kalor aktual ( $Q_{act}$ ) dan perpindahan kalor maksimum ( $Q_{max}$ ) yang terjadi. Dimana ( $\epsilon$ ) berbanding lurus terhadap terhadap  $Q_{act}$  dan berbanding terbalik terhadap  $Q_{max}$ .

## SIMPULAN

Penurunan temperatur fluida panas dengan penambahan pengarah helix  $40^\circ$  lebih besar dibandingkan tanpa pengarah. begitu pula dengan penambahan kecepatan fluida pendingin, dimana semakin besar kecepatan maka penurunan temperature akan semakin besar pula. hal ini terlihat untuk penggunaan pengarah helix pada saat kecepatan 0,67 m/s; 0,60 m/s; 0,52 m/s penurunan temperature yang terjadi sebesar  $34,28^\circ\text{C}$ ;  $34,45^\circ\text{C}$  dan  $35,75^\circ\text{C}$  sedangkan pada penukar kalor tanpa pengarah sebesar  $38,65^\circ\text{C}$ ;  $40,08^\circ\text{C}$ ; dan  $40,79^\circ\text{C}$ . Sedangkan Untuk perpindahan kalor yang terjadi pengarah dengan helix  $40^\circ$  menghasilkan perpindahan kalor lebih besar dibandingkan tanpa tanpa pengarah. Dimana perpindahan kalor yang terjadi akan meningkat sesuai dengan peningkatan debit fluida dingin yang diberikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini, terutama staf laboratorium teknik pendingin dan mesin perkakas jurusan teknik mesin universitas tadulako atas segala fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Mudah-mudahan hasil

penelitian ini bermanfaat kepada kita semua terlebih kepada diri saya sendiri. Amin.

## DAFTAR RUJUKAN

- Arifianto, Deni Y. (2009). Rancang Bangun Dan Pengujian Model Kondensor Tipe Concentric Tube Counter Current Ganda Dengan Penambahan Sirip. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Cengel, Y A. (2003). Heat Transfer A Practical Approach. 2<sup>nd</sup> Ed. McGraw-Hill. New York
- Ektrom & Son. (2009). Save Energy With Helixchanger<sup>TM</sup> Heat Exchangers. Touch Breafing.
- Frank M White. (1997). Mekanika Fluida. Cetakan Ke-2. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Holman, J. P. (1986). *Heat Transfer*. 3<sup>th</sup> Ed. McGraw-Hil. New York
- Handoyo, Ekadewi Anggraini. (2001). Pengaruh Penggunaan Baffle Pada Shell And Tube Heat Exchanger. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Kristen Petra.
- Kreith, Frank. (2000) Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas. Edisi Ke-3. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Prasetio, Sandi (2008) Study Komparasi Koefisien Konveksi Sisi Shell Dengan Metode Kern Dan Eksperimen Dalam Penukar Panas Helix  $10^\circ$ . Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ramesh K. Shah dan Dusan P. Seculic (2003) Fundamentals Of Heat Exchanger Designe. Jhon Wiley & Son, INC. New Jersey.

Sunil S. Shinde, Samir S. Joshi dan Dr. S. Pavithran (2012). International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). Vol-2, terbitan 1 Jan-Feb 2012.

Zhang, Jian-Fei et al. (2008) Experimental performance comparison of shell-side heat transfer for shell-and-tube heat exchangers with middle-overlapped helical baffles and segmental baffles. Chemical Engineering Science journal.

Zhang. Jian-Fei, Ya-Ling He, dan Wen-Quan Tao (2010). A Design and Rating Method for Shell-and-Tube Heat Exchangers With Helical Baffles. School of Power and Energy Engineering .journal Vol. 132, MAY 2010