

Studi Komparatif Efektivitas Perpindahan Kalor dengan Pengaturan Laju Aliran Fluida Pendingin Heat Exchanger Jenis Plate Aliran Searah

Joni Rahmadi¹, Fuazen², M. Jusri Suganda Putra³

¹ Politeknik Negeri Pontianak

^{2,3} Universitas Muhammadiyah Pontianak

E-mail: j0n1.rahmadisyamher@gmail.com¹, fuadzen60@gmail.com²

Abstrak

Pada penelitian ini akan melakukan eksperimen untuk melihat pengaruh laju aliran terhadap efektivitas perpindahan panas pada penukar kalor aliran searah jenis plate. Dalam penelitian ini, penulis akan melihat pengaruh variasi laju aliran air pendingin terhadap efektivitas perpindahan panas pada penukar kalor jenis Plate aliran searah dengan mempertahankan laju aliran fluida yang didinginkan (fluida panas). Variasi laju aliran massa untuk aliran air pendingin adalah 50 gr/sec, 40 gr/sec dan 30 gr/sec. Sedangkan untuk laju aliran air panasnya dipertahankan tetap untuk setiap variasi laju aliran air pendingin yaitu 50 gr/sec. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pada laju aliran berapa fluida pendingin yang paling optimal perpindahan panasnya pada aliran searah dengan harapan untuk menjadi sebuah rekomendasi untuk penyetingan laju aliran fluida untuk mendapatkan efektivitas perpindahan panas pada penukar kalor jenis Plate yang aliran fluidanya searah. Dari hasil penelitian didapatkan efektivitas penukar kalor jenis Plate Heat Exchanger aliran searah nilai efektivitas penukar kalor yang paling besar adalah pada laju aliran massa sebesar 50 gr/sec. Sedangkan kenaikan efektivitas penukar kalor pada Plate Heat Exchanger aliran searah berada pada laju aliran massa 40 gr/sec. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ada nilai optimum laju aliran massa tertentu yang bisa menyebabkan kenaikan efektivitas penukar kalor sangat tajam.

Kata kunci: *Plate Heat Exchanger Searah, Laju Aliran Massa, Efektivitas Penukar Kalor*

Abstract

In this study will conduct experiments to see the effect of flow rate on the effectiveness of heat transfer in plate type unidirectional flow heat exchangers. In this study, the authors will look at the effect of variations in the flow rate of cooling water on the effectiveness of heat transfer in one-way flow plate type heat exchangers by maintaining the flow rate of the cooled fluid (hot fluid). Variation of mass flow rate for cooling water flow is 50 gr/sec, 40 gr/sec and 30 gr/sec. Meanwhile, the hot water flow rate is maintained constant for each variation of the cooling water flow rate, namely 50 gr/sec. This study aims to find out at what flow rate the cooling fluid has the most optimal heat transfer in unidirectional flow with the hope of becoming a recommendation for setting the fluid flow rate to obtain the effectiveness of heat transfer in a plate type heat exchanger with unidirectional fluid flow. From the research results, it was found that the effectiveness of the unidirectional flow plate heat exchanger type heat exchanger effectiveness value is greatest at a mass flow rate of 50 gr/sec. While the increase in the effectiveness of the heat exchanger in the one-way flow plate heat exchanger is at a mass flow rate of 40 gr/sec. This study shows that there is an optimum value for a certain mass flow rate which can cause a very sharp increase in the effectiveness of the heat exchanger.

Keywords : *Plate Heat Exchanger Unidirectional, mass flow rate, heat exchanger effectiveness*

PENDAHULUAN

Alat penukar kalor (Heat Exchanger) merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menukarkan kalor dari suatu fluida ke fluida lain yang memiliki perbedaan suhu. Fluida yang bertukar dapat berupa fluida yang sama fasenya (cair ke cair atau gas ke gas) atau dua fluida yang berbeda fasenya (gas ke cair atau cair ke gas).

Efektivitas perpindahan kalor adalah merupakan rasio antara laju perpindahan panas aktual terhadap laju perpindahan panas maksimum yang mungkin terjadi [1]. Efektivitas penukar kalor ditentukan oleh banyak faktor antara lain laju aliran massa dari fluida panas dan fluida dingin, temperatur fluida, konstruksi pipa-pipa penukar kalor maupun faktor pengotoran (fouling factor) pada pipa penukar kalor [1]. Alat penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antara fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung begitu saja.

Laju aliran massa fluida panas maupun fluida dingin merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan efektivitas penukar kalor. Hasil penelitian Budiman Sudia yang dipublikasikan di *Dinamika Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 7, No. 2 mendapatkan hasil bahwa variasi debit aliran fluida dingin mempengaruhi efektivitas penukar kalor type Concentric Tube aliran berlawanan [2].

Hasil penelitian Rusadi yang dipublikasikan dalam jurnal *Elkha* Vol.8, No.2, Oktober 2016, tentang pengaturan laju aliran fluida untuk meningkatkan laju perpindahan panas pada Solar Water Heater dimana penukar kalornya adalah jenis Plate dengan aliran searah juga mendapatkan hasil bahwa jumlah aliran fluida sangat berpengaruh terhadap efektivitas penukar kalor [3].

Melihat dari hasil 2 (dua) penelitian di atas tentang pengaruh laju aliran terhadap efektivitas perpindahan panas, maka penulis akan mencoba untuk melakukan suatu penelitian lanjut yang coba akan melihat pengaruh laju aliran terhadap efektivitas perpindahan panas pada penukar kalor aliran searah jenis plate. Dalam penelitian ini, penulis akan melihat pengaruh variasi laju aliran air pendingin terhadap efektivitas perpindahan panas pada penukar kalor jenis Plate dengan mempertahankan laju aliran fluida yang didinginkan (fluida panas).

Dengan melihat latar belakang dan identifikasi masalah yang telah disebutkan di atas, yang menyatakan bahwa laju aliran sangat mempengaruhi laju perpindahan panas maka penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian yang akan melihat pengaruh efektivitas perpindahan panas pada penukar kalor dengan memvariasikan laju aliran fluida dengan arah aliran yang sama yaitu searah. Penukar kalor yang digunakan adalah jenis Plate Heat Exchanger pada Heat Exchanger PA Hilton HC 101B.

Untuk menjaga pembahasan pada penelitian ini menjadi fokus dan tidak meluas, karena ada kemungkinan lain yang juga mempengaruhi laju perpindahan panas atau efektivitas dari penukar kalor maka penulis memberikan beberapa batasan masalah untuk penelitian ini yaitu Penelitian ini dilakukan menggunakan Plate Heat Exchanger aliran searah yang terdapat pada Heat Exchanger PA Hilton HC 110B. Fluida yang digunakan baik yang menyerap panas maupun yang melepas panas adalah fluida air. Penyetingan laju aliran pada penelitian ini, variasinya dibatasi dalam range tertentu dan yang divariasikan adalah laju aliran air pendingin. Variasi laju aliran massanya adalah 50 gr/sec, 40 gr/sec dan 30 gr/sec. Laju air fluida yang didinginkan dibuat tetap yaitu pada laju aliran massanya 50 gr/sec. Metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung efektivitas penukar kalor jenis Plate Heat Exchanger ini adalah Metode NTU. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pada laju aliran berapa fluida pendingin yang paling optimal perpindahan panasnya pada aliran searah.

METODE

Pengumpulan data-data yang berhubungan dengan penelitian berupa data awal spesifikasi heat exchanger yang digunakan, data-data fluida yang digunakan serta data

sekeliling saat melakukan percobaan. Parameter yang digunakan untuk penelitian adalah temperatur baik temperature masuk dan keluar fluida penyerap panas, temperatur masuk dan keluar fluida pelepas panas, debit atau laju aliran dari fluida panas maupun dingin. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti gambar dibawah ini

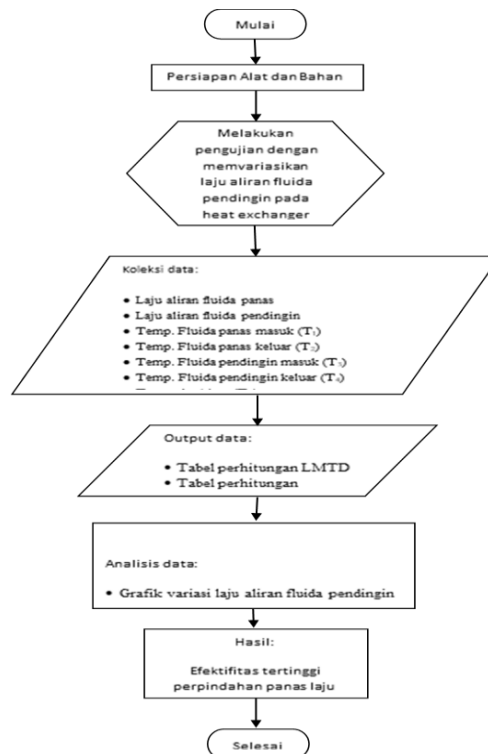


Gambar 1. Rangkaian alat percobaan Heat Exchanger Plate Aliran Searah

Tahap ini adalah pengujian serta pengumpulan parameter-parameter yang diperlukan dengan melakukan beberapa kali pengujian. Pengujian dilakukan dengan berbagai variasi laju aliran fluida pendingin . Alat untuk pengujian adalah penukar kalor jenis Plate Heat Exchanger PA Hilton HC 101B aliran searah yang terdapat pada Lab. Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak.

Dari data-data hasil pengujian diatas dijadikan acuan untuk menganalisa berapa laju perpindahan panas yang terjadi dengan variasi laju aliran dari fluida pendingin sedangkan fluida panas laju alirannya dibuat tetap. Untuk persamaan yang digunakan dalam menganalisis data adalah persamaan Efektivitas Penukar Kalor dengan Metode. Untuk analisis data peneliti akan menggunakan program Excel dari Microsoft Office dengan membuat grafik variasi perpindahan panas dari Heat Exchanger Plate aliran searah.

Dari analisis diatas akan didapat kesimpulan akhir berupa rekomendasi besar nilai laju aliran fluida pendingin yang paling optimal untuk menghasilkan laju perpindahan panas yang paling maksimal. Sedangkan saran-saran yang diberikan dapat berupa saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 2. Diagram alur penelitian

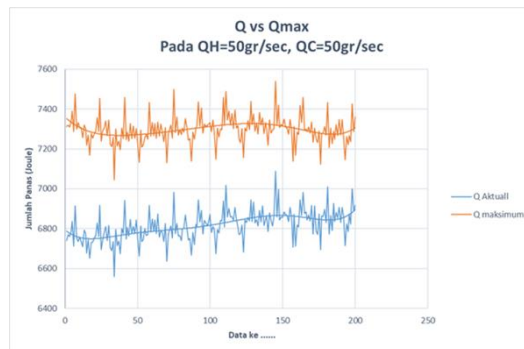
Dari data-data hasil pengujian diatas dijadikan acuan untuk menganalisa berapa laju perpindahan panas yang terjadi dengan variasi laju aliran dari fluida pendingin sedangkan fluida panas laju alirannya dibuat tetap. Untuk persamaan yang digunakan dalam menganalisis data adalah persamaan Efektivitas Penukar Kalor dengan Metode. Untuk analisis data peneliti akan menggunakan program Excel dari Microsoft Office dengan membuat grafik variasi perpindahan panas dari Heat Exchanger Plate aliran searah. Dari analisis diatas akan didapat kesimpulan akhir berupa rekomendasi besar nilai laju aliran fluida pendingin yang paling optimal untuk menghasilkan laju perpindahan panas yang paling maksimal. Sedangkan saran-saran yang diberikan dapat berupa saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

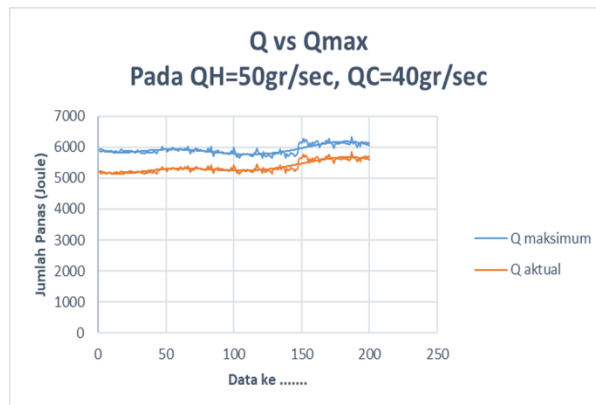
Hasil Penelitian

Untuk mempermudah analisa data yang diambil dari eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan PA Hilton HC 101B untuk Plate Heat Exchanger maka data hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik. Salah satunya adalah laju perpindahan panas actual (Q) dan laju perpindahan panas maksimum (Qmax).

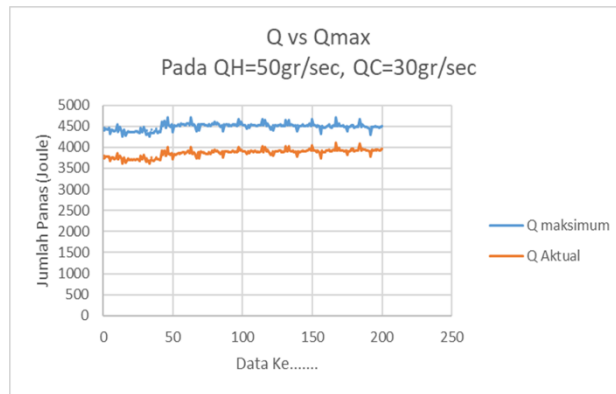
Grafik Q vs Qmax Untuk Masing Masing Variasi Aliran



Gambar 3. Grafik Q and Qmax pada $Q_H=50\text{gr/sec}$ dan $Q_C=50\text{gr/sec}$



Gambar 4. Grafik Q vs Q_{max} pada $Q_H=50\text{gr/sec}$ dan $Q_C=40\text{gr/sec}$

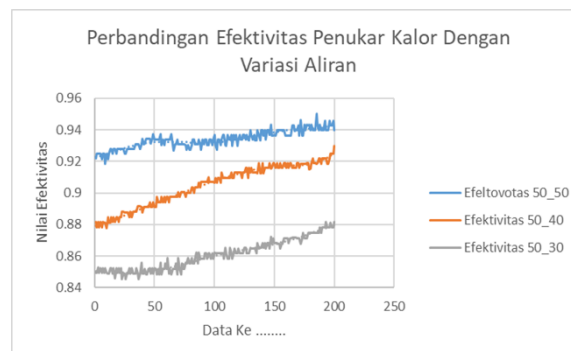


Gambar 5. Grafik Q vs Q_{max} pada $Q_H=50\text{gr/sec}$ dan $Q_C=30\text{gr/sec}$

Dari 3 grafik yang ditampilkan diatas, kelihatan terdapat perbedaan slop dari grafik dan jumlah panas yang mampu diserap. Dari grafik tersebut kelihatan bahwa laju perpindahan panas actual dari jumlah laju aliran massa 50 gr/sec untuk fluida air dingin dan 50 gr/sec lebih besar dibandingkan yang aliran fluida air pendingin yang mempunyai laju aliran massa 40 gr/sec dan 30 gr/sec.

Selain itu kelihatan bahwa pada gambar grafik ke dua yaitu laju air pendinginnya 50 gr/sec mempunyai slope yang mendekati laju perpindahan panas maksimum. Makin lama proses perpindahan panasnya mempunyai kecenderungan mendekati nilai laju perpindahan panas maksimum (Q_{max}). Untuk 2 laju aliran lainnya yaitu 40 gr/sec dan 30 gr/sec laju perpindahan panas aktualnya cenderung mengikuti slope dari grafik laju perpindahan panas maksimumnya.

Grafik Efektivitas Penukar Kalor Dengan Variasi Laju Aliran Massa



Gambar 6. Grafik Perbandingan Efektivitas Penukar Kalor Dengan Variasi Aliran

Dari grafik diatas secara umum terlihat bahwa peningkatan debit aliran fluida dingin dapat juga mempengaruhi efektivitas penukar kalor. Dari grafik terlihat bahwa efektivitas penukar kalor pada laju aliran massa 50 gr/sec nilai efektivitas penukar kalor lebih tinggi dibanding dengan nilai efektivitas penukar kalor pada laju aliran massa 40 gr/sec dan 30 gr/sec.

Akan tetapi kenaikan nilai efektivitas penukar kalor pada laju aliran massa 40 gr/sec lebih tajam dibanding dengan kenaikan efektivitas penukar kalor dengan laju aliran massa 50 gr/sec dan 30 gr/sec.4.2. Trendline grafik yang didapat dijadikan sebagai acuan awal kemungkinan adanya hubungan antara kedua hal tersebut. Dibawah ini adalah gambar grafik yang menunjukkan hal tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian dalam penulisan skripsi ini Studi Komparatif Efektivitas Perpindahan Kalor Dengan Pengaturan Laju

Aliran Fluida Pendingin Heat Exchanger Jenis Plate Aliran Searah maka dapat diambil beberapa kesimpulan Efektivitas penukar kalor jenis Plate Heat Exchanger aliran searah sangat dipengaruhi oleh laju aliran fluida pendingin. Dalam penelitian ini menunjukkan nilai efektivitas penukar kalor yang paling besar adalah pada laju aliran massa sebesar 50 gr/sec dibanding dengan laju aliran massa air pendingin 40 gr/sec dan 30 gr/sec. Kenaikan efektivitas penukar kalor pada Plate Heat Exchanger aliran searah pada penelitian ini berada pada laju aliran massa 40 gr/sec, sehingga dapat dikatakan bahwa besarnya kecilnya laju aliran tidak dapat dijadikan patokan sebagai penentu besarnya kenaikan efektivitas penukar kalor. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ada nilai optimum laju aliran massa tertentu yang bisa menyebabkan kenaikan efektivitas penukar kalor sangat tajam.

DAFTAR PUSTAKA

- Holman, JP, 1994, "Perpindahan Kalor", 6th Edition, Erlangga, Jakarta
- Budiman Sudia, "Pengaruh Variasi Debit Aliran Fluida Dingin Terhadap Efektivitas Penukar Kalor WL 110 Tipe Concentric Tube Dengan Metode NTU", *Dinamika Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 7, No. 2, Mei 2016 ISSN: 2085-8817
- Rusadi, R. "Pengaturan Laju Aliran Fluida Untuk Meningkatkan Laju Perpindahan Panas Pada Solar Water Heater Di Kota Pontianak", *Elkha Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 9 No.1, March 2017, p-ISSN: 1858-1463
- Incropera, F.P & Dewitt, D.P., 2002, "Fundamental of Heat and Mass Transfer", John Wiley & Sons.
- Achmad Zulfikar Zakawali, Suryo Widodo, Ali Akbar,. "Penambahan Water Coolant Pada Cooling Tower Tipe Counter Flow", *Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri* Email:fikarzaka1@gmail.com.Vol 1 2018
- Anonim. "Pengujian Sifat-Sifat Termodinamika Udara". Laboratorium Mesin pendingin dan Pemanas, Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, 2011
- Army Correspondence Course Program, "Refrigeration And Air Conditioning IV (Equipment Cooling)", *The Army Institute For Profesional Development*.
- Awwaluddin, Puji Santosa, Suwardiyono,." Perhitungan Kebutuhan Cooling Tower Pada Rancang Bangun Untai Uji Sistem Kendali Reaktor Riset", *Muhammad Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir ,Batan*. 2012
- Budiman Sudia, "Pengaruh Variasi Debit Aliran Fluida Dingin Terhadap Efektivitas Penukar Kalor WL 110 Tipe Concentric Tube Dengan Metode NTU", *Dinamika Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 7, No. 2, Mei 2016 ISSN: 2085-8817
- Cengel, Yunus.A, "Heat Transfer, A Practical Approach", McGraw Hill Book Co, 2nd edition, 2003
- Dossat, RJ, 1991, "Principles Of Refrigeration". , John Wiley & Sons, London
- Eusiel R. C, Medardo S. G, Jose M. P, and Miguel A. M. C, "Optimization of mechanical draft counter flow wet-cooling towers using a rigorous model". *Jurnal*, 2011.
- Folaranmi Joshua , "Design and Construction of a Concentric Tube Heat Exchanger" *AU J.T.* 13(2): 128 -133 (Oct. 2009)
- Kern, D.Q., "Process Heat Transfer", International Student Edition, McGraw Hill Kogakusha, Ltd., New York. 2011
- Lienhard IV, JH & Lienhard V, JH, 2005, "A Heat Transfer Text Book", 3rd Edition, Phlogiston Press, Cambridge, Massachusetts, USA
- Mikheyev, M., "Fundamentals of Heat Transfer", John Willey & Sons Inc., New York, 1986.
- Nurisman Enggal, Zulfa Syafira, Fatina Shania,. "Studi Kinerja Cooling Tower Unit Amoniak Dan Urea Pada Sistem Utilitas Industri Petrokimia" *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*, Email: nurisman9908@gmail.com. Vol 1 .2020
- Ridho.W, Abdul. M, Hermanto, "Studi Kinerja Plate Heat Exchanger Pada Sistem Pendingin PLTGU" *Turbulen: Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 1, No. 1, hal. 40 – 47, Juni 2018, p-ISSN: 2621-3354
- Singham, J. R. *Hemisphere Handbook of Heat Exchanger Design, Section 3.12 (Cooling Towers)*, Hemisphere Publishing Corporation, New York, 1990

Syukran, Usman, Fakhriza, "Pengaruh Sudu Pengarah Terhadap Peningkatan Temperatur Aliran Penukar Panas Udara Tubular Aliran Berlawanan" , Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol.2 No.1 September 2018 | ISSN: 2598-3954

Unified Facilities Criteria (UFC), July 2003, " Heating, Ventilating, Air Conditioning, And Dehumidifying Systems" , Department Of Defense USA

www.tesla.cl/download/calculo_de_refrigeracion.pdf, "Refrigeration Selection Guide For Condensing Units & Units Coolers", Totaline

www.hss.energy.gov/nuclearsafety/ns/techstds/standard/.../h1012v2.pdf, "DOE Fundamental Handbook, Thermodynamic, Heat Transfer And Fluid Flow , Volume 1 of 3 "U.S. Department of Energy, FSC-6910, Washington, D.C