Pengaruh Laju Alir Fluida Panas dan Fluida Dingin terhadap besarnya Transfer Panas pada Alat Heat Exchanger

Katherine Putri IM[1], Rachma Allifia[2], Erna Dia Purwita Sari[3], Dinar Pratiwi[4], dan Erlinda Ningsih[5*]

Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5]

e-mail: katherineputri3069@gmail.com, rachmaallifia6@gmail.com, ernadia09@gmail.com, erlindaningsih84@itats.ac.id*

ABSTRACT

The heat exchanger has many advantages, so it is widely used in various power industries and other industries. The fluid flow in the Heat Exchanger has an influence on the performance and the heat transfer process. In this study, a shell and tube type heat exchanger was used, which means 1 pass in the shell and 2 passes in the tube with counter flow flow. Counter flow flow is a flow that flows in the opposite direction. The greater the flow rate of cold fluid and hot fluid, the resulting heat transfer will also increase. When the hot fluid is 5.33 ft3/h the Q value is 513.726 btu/h, the hot fluid is 9.91 ft3/h the Q value is 690.634 btu/h, while the hot fluid is 10.68 ft^3/h the Q value is 885.105 btu /h. When the cold fluid is 4.07 ft^3/h the Q value is 513.726 btu/h, the hot fluid is 4.58 ft^3/h the Q value is 690.634 btu/h, while the hot fluid is 9.92 ft^3/h the Q value is 885.105 btu /h.

Key words: *Heat Exchanger, flow rate, fluid, Transfer, heat*

ABSTRAK

Penukar panas memiliki banyak keunggulan, sehingga banyak digunakan di berbagai industri tenaga dan industri lainnya. Aliran fluida dalam Heat Exchanger memberikan pengaruh terhadap performa dan proses perpindahan panasnya. Pada penelitian ini menggunakan alat heat exchanger jenis shell and tube yang berarti 1 lewatan pada shell dan terdapat 2 lewatan pada tube dengan aliran counter flow. Aliran counter flow adalah aliran yang mengalir secara berlawanan. Semakin besar laju alir fluida dingin dan fluida panas maka transfer panas yang dihasilkan juga akan meningkat. Pada saat fluida panas 5,33 ft^3/h nilai Q sebesar 513,726 btu/h, pada fluida panas 9,91 ft^3/h nilai Q sebesar 690,634 btu/h, sedangkan pada fluida panas 10,68 ft^3/h nilai Q sebesar 885,105 btu/h. Pada saat fluida dingin 4,07 ft^3/h nilai Q sebesar 513,726 btu/h, pada fluida panas 4,58 ft^3/h nilai Q sebesar 690,634 btu/h, sedangkan pada fluida panas 9,92 ft^3/h nilai Q sebesar 885,105 btu/h.

Kata kunci: Heat Exchanger, laju alir, fluida, Transfer, panas

PENDAHULUAN

Heat Exchanger adalah peralatan yang berfungsi sebagai pertukaran kalor antara fluida panas dan dingin, dimana fluida tersebut memiliki perbedaan temperatur [1], [2]. Industri dengan berbagai sektor umumnya menggunakan Heat Exchanger karena memiliki banyak keuntungan dan perawatan yang murah serta mudah. Dalam proses pertukaran panas pada Heat Exchanger secara umum tidak konstan, tetapi setiap titik ke titik berikutnya berbeda yang disebabkan oleh andanya aliran fluida dingin dan fluida panas [3], [4]. Untuk mendapakan efektifitas penukar panas, maka dihitung perbandingan total panas yg dipindahkan menggunakan total panas yg bisa dipindahkan [5], [6].

Perpindahan panas adalah ilmu yang memprediksi perpindahan energi yang disebabkan oleh perbedaan suhu antara benda atau bahan. Perpindahan panas tidak hanya mencoba untuk menggambarkan bagaimana energi panas ditransfer dari satu benda ke benda lain, tetapi juga dapat memprediksi laju perpindahan panas yang terjadi dalam kondisi tertentu[7].

Berdasarkan literasi yang dilakukan, pentingnya perlu dikaji pengaruh laju alir fluida untuk meningkatkan performa heat exchanger sehingga dapat meningkatkan transfer panas antara fluida panas dan fluida dingin.

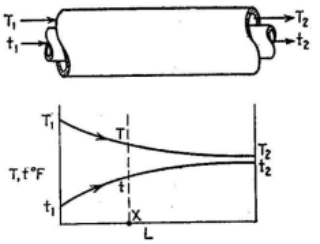
TINJAUAN PUSTAKA

Heat Exchanger

Penukar panas adalah suatu unit yang bertindak sebagai tempat perpindahan panas antara dua atau lebih Fluida [3]. Pada umumnya heat exchanger disebabkan oleh perbedaan temperatur antara fluida dimana terdapat fluida yang lebih panas dan fluida yang lebih dingin yang bertindak sebagai fluida. Berdasarkan proses perpindahan panasnya, heat exchanger dibagi menjadi dua yaitu tipe kontak langsung (*direct contact*) dan tidak kontak langsung (*indirect contact*). Dalam mode kontak langsung, perpindahan panas antara cairan panas dan cairan dingin terjadi dalam kontak langsung tanpa penghalang apapun. Tidak seperti kontak tidak langsung, perpindahan panas antara dua cairan dibatasi oleh dinding pemisah[7].

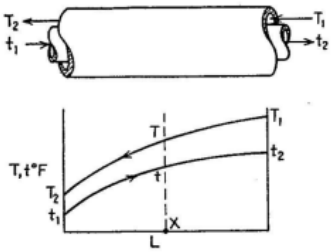
Aliran Heat Exchanger

Ada dua jenis arus dalam penukar panas, paralel dan arus berlawanan. Pola aliran searah dapat dilihat pada arah aliran dua fluida pada heat exchanger paralel, yang berarti kedua fluida yang masuk satu sisi dan keluar sisi lainnya mengalir searah seperti ditunjukkan pada Gambar 1 [3].



Gambar 1. Tipe Aliran Searah

Prinsip aliran berlawanan arah adalah arah dua fluida yang berbeda, dimana satu fluida masuk pada salah satu ujung penukar panas dan yang lainnya masuk pada ujung penukar panas yang lain. Dua cairan mengalir dalam arah yang berlawanan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Jenis aliran berlawanan ini dapat mentransfer panas lebih baik daripada aliran searah [3].



Gambar 2. Tipe Aliran Berlawanan Arah

Perpindahan Panas Heat Exchanger

1. Laju perpindahan panas pada heat exchanger tipe *shell and tube*
   Untuk mengetahui besaran laju perpindahan panas heat exchanger dapat menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:
   $$Q = U.A.\Delta T \quad (1)$$
   Luas permukaan perpindahan panas (A) diperoleh dari persamaan 2, berikut:

$$A = n.(\pi.D.L) \quad (2)$$

2. Beda Temperatur *Logaritmic* Rata-Rata (LMTD)
   Beda temperatur pada alat penukar panas bervariasi sehingga yang digunakan adalah LMTD (*Logaritmic Mean Temperatur Diffrence*). Parameter *Log Mean Temperature Differenec* (LMTD) merupakan penentuan nilai perbedaan suhu yang terjadi pada heat exchanger. Penentuan LMTD tergantung pada jenis aliran yang diaplikasikan pada heat exchanger[8], [9].
   a. Heat exchanger aliran searah
      Untuk menghitung LMTD aliran searah dapat diselesaikan dengan rumus:

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{[(T_{h,in}-T_{c,in})-(T_{h,out}-T_{c,out})]}{ln[(T_{h,in}-T_{c,in})-(T_{h,out}-T_{c,out})]} \quad (3)$$

   b. Heat exchanger aliran berlawanan arah
      Untuk menghitung LMTD aliran berlawanan arah dapat diselesaikan dengan rumus:

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{[(T_{h,in}-T_{c,out})-(T_{h,out}-T_{c,in})]}{ln[(T_{h,in}-T_{c,ot})-(T_{h,out}-T_{c,in})]} \quad (4)$$

3. Laju Perpindahan Panas (Q)
   Peristiwa perpindahan panas yang terjadi pada heat exchanger karena adanya beda teperatur, dimana fluida dengan lebih yang tinggi bergerak menuju fluida yang memiliki temperatur lebih rendah. Hukum yang berlaku adalah hukum keseimbangan energi, kalor yang dipindahkan dari zat cair panas sama besarnya dengan kalor yang diserap zat cair dingin. Koefisien perpindahan panas total yang dihasilkan kemudian dihitung menggunakan Persamaan 5 di bawah ini [8]:

$$Q = M_h\ Cp_h\ (T_{h,in} - T_{h,out}) \text{ atau } Q = M_c\ Cp_c\ (T_{c,in} - T_{c,out}) \quad (5)$$

4. Koefisien perpindahan panas menyeluruh (U)
   Nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh dapat dihitung menggunakan persamaan 6 :

$$U = \frac{q}{A \times LMTD} \quad (6)$$

5. Efektivitas perpindahan kalor heat exchanger tipe *shell and tube*
   Efektifitas suatu perpindahan kalor diartikan sebagai rasio antara laju perpindahan kalor sebenarnya terhadap laju perpindahan kalor maksimum. Secara umum efektifitas dapat dinyatakan dalam persamaan 7, sebagai berikut[10]:

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q_{maks}} \times 100\% \quad (7)$$

METODE

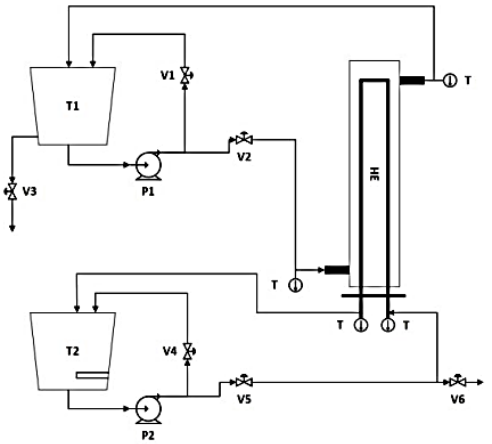
Alat dan Bahan

Alat dan Bahan Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu rangkaian heat exchanger yang disajikan pada Gambar 3, sedangkan bahan yang digunakan adalah air.

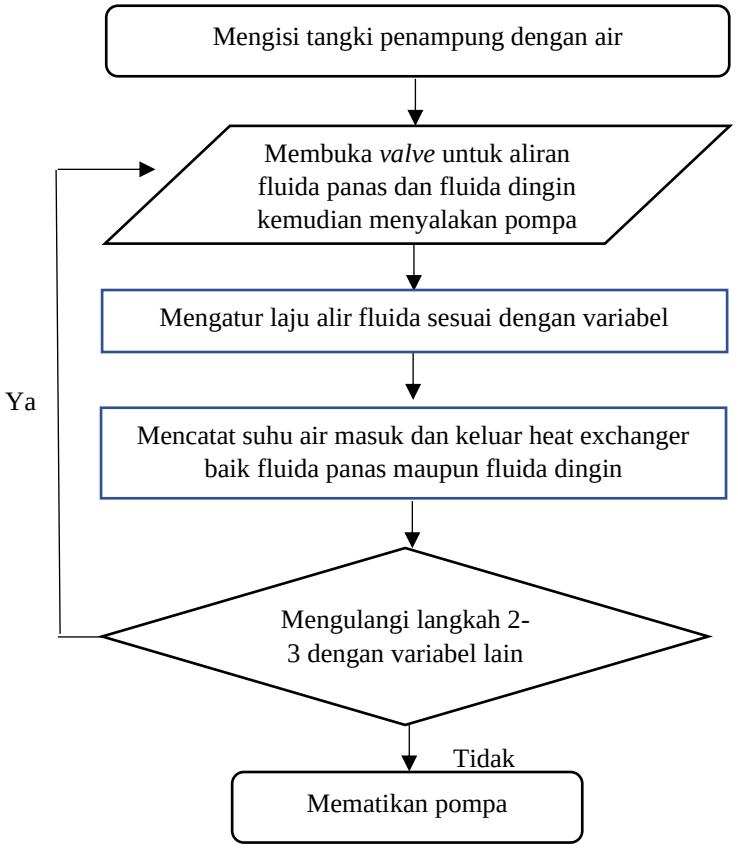
Prosedur

Eksperimen penelitian ini melalui tahap-tahap sebagai berikut: tangki penampung diisi air. Valve untuk aliran fluida dingin dan fluida panas dibuka, kemudian pompa dinyalakan. Laju alir fluida diatur sesuai dengan variabel yang telah ditentukan yaitu 30-30, 30-60, 30-90, 60-30, 60-60, 60-

90, 90-30, 90-60, dan 90-90. Suhu air masuk dan keluar heat exchanger baik fluida panas maupun fluida dingin dicatat.



Gambar 3. Rangkaian Alat Heat Exchanger



Gambar 4. Skema Penelitian

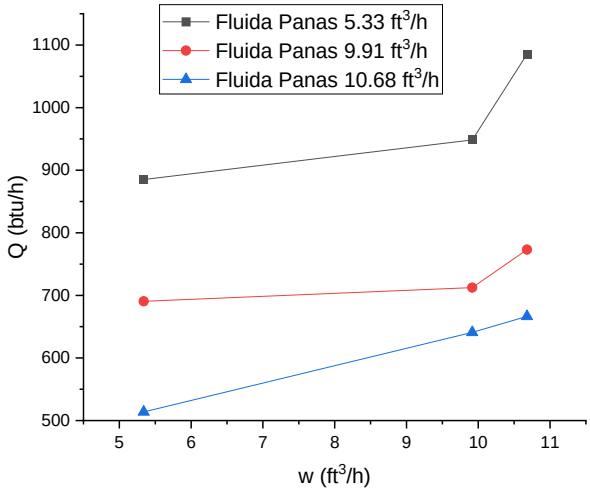
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan

Pada penelitian ini menggunakan alat heat exchanger jenis *shell* and *tube* yang berarti 1 lewatan pada *shell* dan terdapat 2 lewatan pada *tube* dengan aliran *counter flow*. Aliran *counter flow* adalah aliran yang mengalir secara berlawanan. Terdapat dua macam proses perpindahan panas yaitu konveksi dan konduksi. Perpindahan panas secara konduksi yaitu perpindahan panas yg terjadi berdasarkan dalam dinding bagian pada tube ke dinding bagian luar tube, sedangkan perpindahan panas secara konduksi merupakan perpindahan panas yg ditentukan sang viskositas, densitas, & laju alir fluida yg terlibat pada proses[11], [12].

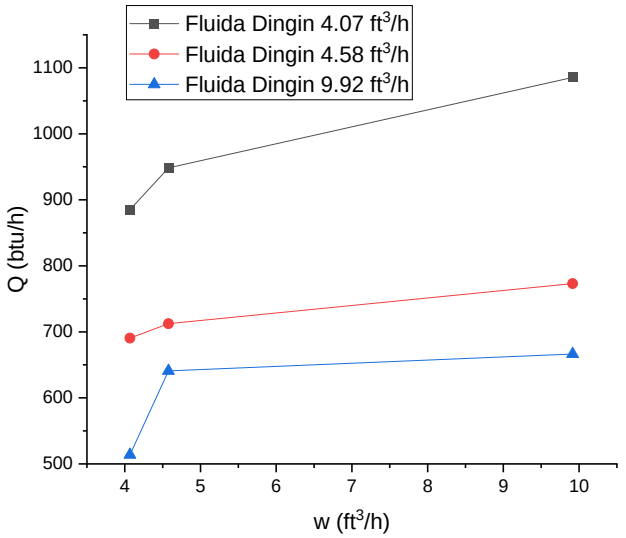
Peristiwa yang terjadi pada perpindahan panas ini yaitu fluida panas yang masuk ke dalam heat exchanger akan mengalami penurunan suhu begitu pula pada saat fluida panas keluar dari heat exchanger, sedangkan pada fluida dingin yang masuk ke dalam heat exchanger akan mengalami kenaikan suhu begitu pula pada saat fluida dingin keluar dari heat exchanger. penelitian ini akan didapatkan nilai besar transfer panas yang dipengaruhi oleh besarnya laju alir fluida pada masing-masing bukaan *valve*[13].

Pada gambar 5 memperlihatkan bahwa semakin besar aliran fluida panas maka semakin besar pula transfer panas yang diterima. Berikut grafik hubungan antara besar transfer panas dengan laju alir fluida dingin. Pada fluida panas 5,33 ft^3/h didapatkan nilai Q sebesar 513,726 btu/h, pada fluida panas 9,91 ft^3/h didapatkan nilai Q sebesar 690,634 btu/h, sedangkan pada fluida panas 10,68 ft^3/h didapatkan nilai Q sebesar 885,105 btu/h.



Gambar 5. Grafik Hubungan Besar Transfer Panas dengan Laju Alir Fluida Panas

Pada gambar 6 juga menunjukkan bahwa semakin besar aliran fuida dingin maka semakin besar pula transfer panas yang diterima. Pada fluida dingin 4,07 ft^3/h didapatkan nilai Q sebesar 513,726 btu/h, pada fluida panas 4,58 ft^3/h didapatkan nilai Q sebesar 690,634 btu/h, sedangkan pada fluida panas 9,92 ft^3/h didapatkan nilai Q sebesar 885,105 btu/h.



Gambar 6. Grafik Hubungan Besar Transfer Panas Terhadap Laju Alir Fluida Dingin

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Semakin besar laju alir fluida dingin dan fluida panas makan transfer panas yang dihasilkan juga akan meningkat.
2. Pada saat fluida panas 5,33 ft^3/h nilai Q sebesar 513,726 btu/h, pada fluida panas 9,91 ft^3/h nilai Q sebesar 690,634 btu/h, sedangkan pada fluida panas 10,68 ft^3/h nilai Q sebesar 885,105 btu/h.
3. Pada saat fluida dingin 4,07 ft3 /h nilai Q sebesar 513,726 btu/h, pada fluida panas 4,58 ft^3/h nilai Q sebesar 690,634 btu/h, sedangkan pada fluida panas 9,92 ft^3/h nilai Q sebesar 885,105 btu/h.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Thulukkanam, “Heat Exchanger Design Handbook, Second Edition - Kuppan Thulukkanam,” p. 1260, 2013.

[2] J. Saari, “Faculty of Technology LUT Energy HEAT EXCHANGER,” pp. 1–101, 2011.

[3] A. Husen, T. M. I. Akbar, and N. Cholis, “Analisis pengaruh kecepatan aliran fluida dingin terhadap efektivitas shell and tube heat exchanger,” vol. 16, no. Vc, pp. 1–10, 2020.

[4] R. Shanahan and A. Chalim, “STUDI LITERATUR TENTANG EFEKTIVITAS ALAT PENUKAR PANAS SHELL AND TUBE 1-1 SISTEM FLUIDA GLISERIN –,” vol. 6, no. 9, pp. 164–170, 2020.

[5] E. Ningsih, Fitriana, and D. Pratiwi, “Desain Alat Penukar Panas Tipe Shell and Tube dengan Material Stainless Steel,” pp. 81–89, 2022.

[6] A. A. Permanasari, P. Puspitasari, S. Sukarni, and R. Wulandari, “Performance Enhancement of Shell and Tube Heat Exchanger on Parallel Flow with Single Segmental Baffle,” *J. Mech. Eng. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 43–53, 2020, doi: 10.17977/um016v4i12020p043.

[7] B. Septian, A. Aziz, and P. D. Rey, "Design of Heat Exchanger Shell and Tube," *J. Baut dan Manufaktur*, vol. 03, no. 1, pp. 53–60, 2021.

[8] Burmawi, Mulyanef, and A. P. Saputra, "Analisa Unjuk Kerja Dari Heat Exchanger Tipe Shell And Tube Menggunakan Air Sebagai Fluida Panas Dan Fluida Dingin," *Menara Ilmu*, vol. 15, no. 1, pp. 1–8, 2021.

[9] R. I. Yaqin, M. Huda, M. Tumpu, Y. E. Priharanto, and J. Preston, "Analisa Perpindahan Panas Heat Exchanger Mesin Induk (Studi Kasus : Km . Sumber Mutiara)," vol. 8, pp. 53–60, 2022.

[10] G. Marawijaya, T. Tahdid, L. Trisnaliani, and C. Purna, "Protoype Heat Exchanger Type Shell and Tube Ditinjau Dari Variasi Jarak Baffle Dan Laju Alir Massa Udara Panas," *J. Kinet.*, vol. 10, no. 01, pp. 18–23, 2019.

[11] M. Bakrie and M. Fatimura, "Optimalisasi Rancangan Shell-Dan-Tube Heat Exchagers (Tinjauan Literatur)," *J. Redoks*, vol. 5, no. 2, p. 116, 2020, doi: 10.31851/redoks.v5i2.4992.

[12] R. Beldar and S. Komble, "Mechanical Design of Shell and Tube Type Heat Exchanger as per ASME Section VIII Div.1 and TEMA Codes for Two Tubes," *Int. J. Eng. Tech. Res.*, vol. 8, no. 7, pp. 1–4, 2018.

[13] A. Shalsa, B. Wardhani, and A. T. Labumay, "Influence of Fluid Inflow Rate on Performance Effectiveness of Shell and Tube Type Heat Exchanger," 2022, doi: 10.31284/j.jmesi.2022.v2i1.2993.