



KAJI EFISIENSI TEMPERATUR PENUKAR PANAS DENGAN VARIASI ALIRAN UNTUK APLIKASI PENERING

Syukran

*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh-Medan km. 280 Buketrata – Lhokseumawe
email : syukran@pnl.ac.id

Abstrak

Heat exchanger atau alat penukar panas adalah alat-alat yang digunakan untuk mengubah temperatur fluida atau mengubah fasa fluida dengan cara mempertukarkan panasnya dengan fluida lain. Pada sebuah penukar panas kemampuan mempertukarkan panas sangat ditentukan oleh tipe dan jenis aliran fluida yang melewati penukar panas. Secara garis besar penukar panas dibagi berdasarkan arah aliran fluidanya. Berdasarkan arah aliran fluida penukar panas dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis aliran, yaitu aliran searah (*parallel flow*), aliran berlawanan (*counter flow*) dan aliran silang (*cross flow*). Saat ini penukar panas banyak dipakai dalam industri pengeringan produk-produk pertanian, perkebunan dan perikanan skala kecil dan menengah. Penggunaan penukar panas dalam bidang pengeringan saat ini sudah menjadi kebutuhan untuk mengatasi permasalahan produktifitas pengeringan. Umumnya penukar panas yang digunakan adalah tipe aliran berlawanan. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui efektifitas penukar panas tersebut yang umumnya berfokus pada jenis aliran berlawanan. Penelitian penelitian spesifik yang mengkaji perbandingan efisiensi penukar panas untuk ketiga jenis aliran belum ditemukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi temperatur penukar panas untuk jenis aliran jenis aliran melintang, sejajar, dan berlawanan. Metode penelitian dilakukan fabrikasi 3 unit exchanger tipe gas-gas dengan dimensi 50 (P) x 10 (L) x 30 (T) dengan jumlah tube 17 susunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi temperatur untuk ketiga jenis penukar panas tersebut adalah 21,3% aliran melintang, 17,3% aliran berlawanan dan 15,9% aliran sejajar. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa efisiensi temperatur tertinggi diperoleh jenis penukar panas aliran melintang.

Kata kunci : Penukar panas, aliran sejajar, aliran berlawanan, aliran silang, temperatur.

Abstrack

Heat exchangers or heat exchangers are the means used to change the temperature of the fluid or to change the fluid phase by exchanging heat with other fluids. In a heat exchanger the heat exchange ability is greatly determined by the type and type of fluid flow passing through the heat exchanger. Broadly speaking the exchanger is divided based on the direction of fluid flow. Based on the direction of fluid flow exchanger is divided into 3 (three) types of flow, namely parallel flow, counter flow and cross flow. Currently, heat exchangers are widely used in the drying industry of small and medium-sized agricultural and small-scale plantation and fishery products. The use of exchangers in the field of drying is now a need to overcome the problems of drying productivity. Generally the exchanger used is the opposite flow type (counter flow). Several studies have been conducted to determine the effectiveness of these exchangers which generally focus on the opposite type of flow. Specific research studies that reviewed the efficiency of exchangers for the three types of flow have not been found. This research was conducted to find out the efficiency of heat exchanger temperature for flow type of cross flow, parallel flow and counter flow type. The research method was fabricated 3 units of gas-gas exchanger type with dimension 50 (P) x 10 (L) x 30 (T) with the number of tubes 17 staggered arrangement. The results show that the temperature efficiency for the three types of heat exchanger is 21.3% cross flow flow, 17.3% flow counter flow and 15.9% parallel flow flow. The results concluded that the highest temperature efficiency obtained by cross flow flow type exchanger.

Keywords: Heat exchanger, parallel flow, counter flow, cross flow, temperature

1. Pendahuluan

Heat exchangers atau alat penukar/pemindah panas adalah alat-alat yang digunakan untuk

mengubah temperatur fluida atau mengubah wujud fluida dengan cara mempertukarkan panasnya dengan fluida lain. Pada sebuah penukar panas, kemampuan mempertukarkan panas sangat

ditentukan oleh jenis aliran fluida dan fluida yang melewati penukar panas.

Secara garis besar penukar panas dibagi berdasarkan arah aliran fluidanya. Berdasarkan arah aliran fluida, penukar panas dibedakan menjadi tiga jenis aliran, yaitu aliran searah (*parallel flow*), berlawanan (*counter flow*) dan silang (*cross flow*).

Pada penukar panas jenis aliran searah, fluida yang memanaskan dan fluida yang dipanaskan masuk pada sisi yang sama kemudian keluar pada sisi yang sama pula. Pada penukar panas aliran berlawanan, kedua fluida masuk dan keluar pada sisi yang berbeda, sedangkan pada penukar panas aliran silang, kedua fluida mengalir dengan saling bersilangan.

Saat ini penukar panas banyak dipakai dalam industri pengolahan minyak dan gas. Selain itu penukar panas juga banyak dipakai dalam aplikasi industri pengeringan produk-produk pertanian, perkebunan dan perikanan skala besar. Sedangkan dalam industri kecil dan menengah umumnya masih mengandalkan pengeringan dengan pengeringan matahari yang membutuhkan lahan yang besar dan waktu pengeringan yang lama.

Penggunaan penukar panas dalam bidang pengeringan saat ini sudah menjadi kebutuhan untuk mengatasi permasalahan pengeringan langsung yang membutuhkan waktu yang relatif lama dan area pengering yang luas. Umumnya penukar panas yang digunakan di lapangan untuk pengering tersebut adalah tipe aliran berlawanan (*counter flow*) dimana fluida masuk dan keluar pada sisi yang berbeda.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui efektifitas penukar panas tersebut. Sebagai contoh penelitian yang dilakukan oleh Ali Rukmini[1], yang melakukan uji pengeringan tongkol jagung menggunakan panas pembakaran serbuk gergaji menggunakan penukar panas aliran berlawanan. Hasil penelitian menunjukkan suhu tungku pembakaran 171-179°C, udara masuk 141-149°C dan udara keluar 61.9-69.9°C. Selain itu Angga Riansyah[2] juga melakukan penelitian pengeringan ikan menggunakan penukar panas dalam bentuk oven. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan suhu pengovenan berpengaruh terhadap kadar air ikan yang dikeringkan. Temperatur pengeringan terbaik diperoleh pada 70°C dengan waktu pengeringan 12 jam dan kadar air 39,05%. Selanjutnya M. Yahya[3], yang melakukan penelitian pengeringan kakao dengan tenaga surya. Hasil penelitian diperoleh efisiensi termal alat pengering berkisar antara 19%-59%.

Dari gambaran penelitian di atas dan penelitian-penelitian yang lainnya belum ditemukan penelitian spesifik yang mengkaji perbandingan efisiensi penukar panas untuk ketiga jenis aliran,

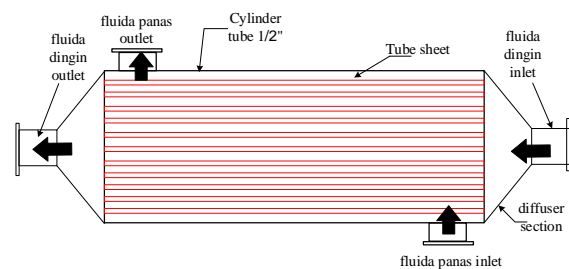
yakni aliran searah, aliran berlawanan dan aliran silang. Sangat dimungkinkan setiap jenis aliran tersebut akan diperoleh efisiensi yang berbeda untuk ukuran dan dimensi peralatan penukar panas yang relatif sama.

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi temperatur *heat exchanger* untuk jenis searah (*parallel flow*), aliran berlawanan (*counter flow*) dan aliran silang (*cross flow*) dalam upaya optimasi sistem pengeringan produk pertanian dan perikanan. Hasil penelitian ini nantinya sangat diperlukan dalam mengembangkan model pengering terbaik yang dapat difabrikasi sesuai dengan karakteristik batasan temperatur aman bagi produk pengering yang ditentukan.

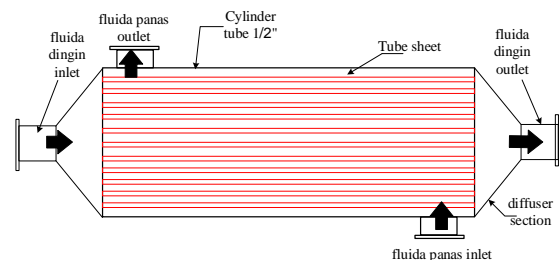
2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan fabrikasi unit penukar panas tipe gas-gas untuk ketiga jenis aliran yaitu aliran searah, berlawanan dan aliran silang. Ketiga jenis penukar panas tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut:

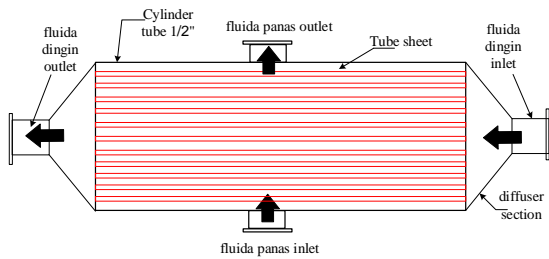
Tipe	: Rectangular Shell / Circular Tube
Jenis aliran	: Paralel flow, Counter flow dan Cross Flow
Dimensi	: Rectangular Shell ASTM SA.36 : 50 (P) x 10 (L) x 30 (T) Tube ASTM SA.53 diameter 0.5 inci
Header Inlet	: 3 inci
Header Outlet	: 3 inci
Induced Forced	: Blower



Gambar 1. Konstruksi penukar panas jenis aliran Sejajar



Gambar 2. Konstruksi penukar panas jenis aliran berlawanan



Gambar 3. Konstruksi penukar panas jenis jenis aliran melintang

Perhitungan efisiensi temperatur didefinisikan sebagai perbandingan antara perubahan temperatur dari fluida dingin dengan perbedaan antara dua temperatur inlet fluida (Arthur P. Fraas)

$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

Dimana :

- t₂ = temperatur keluar fluida dingin
- t₁ = temperatur masuk fluida dingin
- T₁ = temperatur masuk fluida panas

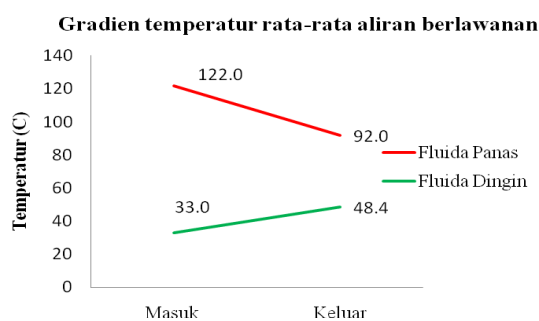
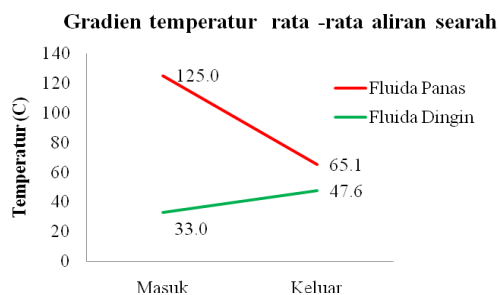
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Parameter pengujian

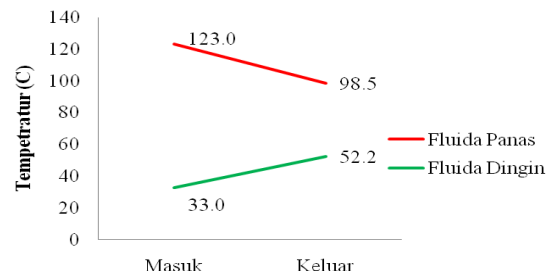
Data pengujian yang diperoleh adalah (a) temperatur inlet dan outlet fluida panas; (b) temperatur inlet dan outlet fluida dingin untuk kecepatan aliran sisi inlet yang sama 2.4 m/s.

3.2 Gradien temperatur rata-rata

Hasil pengujian penukar panas untuk ketiga jenis aliran ditunjukkan dalam Gambar 4 berikut:



Gradien temperatur rata-rata aliran silang



Gambar 4. Gradien temperatur penukar panas untuk jenis aliran sejajar, berlawanan, dan melintang.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa nilai TTD (*terminal temperature difference*) atau beda temperatur terbesar diperoleh pada jenis aliran sejajar sebesar 77,4°C sedangkan untuk jenis aliran melintang dan aliran berlawanan masing-masing 70,8 °C dan 73,6 °C. Namun sebaliknya nilai TD (*temperature difference*) atau beda temperatur terkecil diperoleh pada jenis aliran cross flow sebesar 65,5 °C, sedangkan untuk jenis aliran berlawanan dan aliran sejajar masing-masing 59,0°C dan 32,1 °C.

3.3 Efisiensi temperatur

Berdasarkan data hasil penelitian dari ketiga jenis aliran sebagaimana gambar 4 maka diperoleh efisiensi temperatur untuk ketiga jenis exchanger tersebut seperti ditunjukkan gambar 5 berikut:



Gambar 5. Efisiensi temperatur penukar panas

Berdasarkan gambar 5 dapat dijelaskan bahwa efisiensi tertinggi dari ketiga jenis penukar panas tersebut adalah jenis aliran silang sebesar 21,3%. Sedangkan untuk jenis aliran berlawanan dan aliran sejajar masing-masing 17,3% dan 15,9%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari ketiga jenis penukar panas, maka penukar panas aliran silang cenderung memiliki nilai *outlet* temperaur tertinggi, yakni 52,2°C. Sedangkan penukar panas aliran searah dan aliran berlawanan memiliki *outlet* temperatur

- masing-masing 47,6 °C dan 48,4 °C.
2. Peluang penggunaan penukar panas tersebut sebagai media penghasil udara pemanas pada aplikasi pengering produk pertanian dimungkinkan sebagai berikut
 - a. Penukar panas aliran searah dapat digunakan untuk pengeringan kedelai, kopi
 - b. Penukar panas aliran berlawanan dapat digunakan untuk pengeringan kedelai, kopi
 - c. Penukar panas aliran silang dapat digunakan untuk pengeringan kopi, pinang
 3. Selisih temperatur fluida panas keluar terhadap temperatur fluida dingin masuk (*Temperatur Different*, TD) untuk ketiga jenis penukar panas aliran searah, berlawanan dan silang masing-masing adalah 65,5°C; 59°C; 32,1°C.
 4. Selisih temperatur fluida panas masuk terhadap temperatur fluida dingin keluar (*Terminal Temperatur Different*, TD) untuk ketiga jenis penukar panas aliran searah, berlawanan dan silang masing-masing adalah 70,8°C; 73,6°C; 77,4°C.
 5. Efisiensi temperatur untuk ketiga untuk ketiga jenis penukar panas aliran searah, berlawanan dan silang masing-masing adalah 15,9%; 17,3%; 21,3%.

Daftar pustaka

- [1] Ai Rukmini, *Perancangan uji penukar panas (Heat Exchanger) tipe counter flow*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Teknologi Pertanian, IPB Bogor, 2006
- [2] Angga Riansyah, dkk. (2013,Nov.) “Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam”, *Jurnal Fishtech*, 2(1)
- [3] M. Yahya. (2013, Oct.) “Alat Pengering hasil-hasil pertanian untuk daerah pedesaan di Sumatera Barat”. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 3(2), pp.26-31
- [4] Arthur P. Fraas, *Heat Exchanger Design*, John Wiley & Sons, United States of America, 1988
- [5] C.M. Vant Land, *Industrial Drying Equipment Selection and Application*, Marcel Dekker, Inc, America, 1991