

PENGARUH KECEPATAN ALIRAN FLUIDA PANAS DAN KECEPATAN ALIRAN FLUIDA DINGIN TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS MENYELURUH PADA PERPINDAHAN PANAS MELALUI DINDING BERGELOMBANG

FILE

4P-PENGARUH KECEPATAN OCR.PDF (0.12M)

TIME SUBMITTED

23-AUG-2019 12:43PM (UTC+0700)

WORD COUNT

2250

SUBMISSION ID

1162603859

CHARACTER COUNT

9180

by Suratno Lourentius



PENGARUH KECEPATAN ALIRAN FLUIDA PANAS DAN KECEPATAN ALIRAN FLUIDA DINGIN TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS MENYELURUH PADA PERPINDAHAN PANAS MELALUI DINDING BERGELOMBANG

Oleh : Suratno Lourentius
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala
Jl. Kalijudan 37 Surabaya

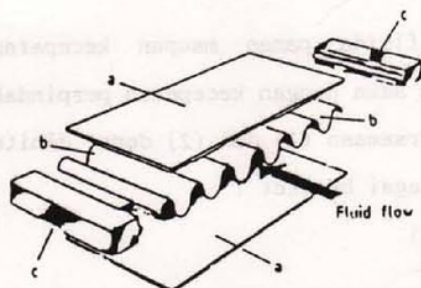
I. PENGANTAR

I.1. Latar Belakang

Satuan operasi merupakan penerapan dari satu atau lebih fenomena perpindahan baik perpindahan momentum, panas atau massa. Peralatan satuan operasi untuk perpindahan panas dikenal beberapa tipe, misalnya : "double pipe heat exchanger", "shell-tube heat exchanger" dan "plate-fin heat exchanger". Untuk merancang alat perpindahan panas tipe terakhir diperlukan persamaan dasar yang menghubungkan antara koefisien perpindahan panas dengan variabel-variabel lain yang mempengaruhinya. Persamaan tersebut masih jarang tersedia dalam publikasi ilmiah. Oleh karena itu dirasa perlu untuk mencari persamaan hubungan antara koefisien perpindahan panas keseluruhan dengan variabel-variabel yang berpengaruh pada alat penukar panas tipe "plate-fin", yang di dalam laboratorium didekati dengan plat bergelombang.

I.2. Tinjauan Pustaka

Plate-fin heat exchanger mempunyai sirip antara dua plat yang sejajar. Kadang-kadang sirip tergabung dalam sebuah plat bergelombang, seperti terlukis pada Gambar 1. Plat-plat tersebut memisahkan dua aliran fluida yang berbeda suhunya.

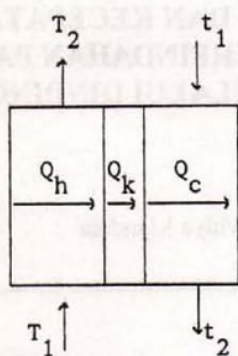


Keterangan Gambar

- a. plat
- b. fin
- c. batang tempat menempelnya plat.

Gambar 1. Komponen-komponen penyusun Plate-fin heat exchanger

Perpindahan panas antara dua fluida yang dipisahkan dengan dinding bergelombang secara skematis ditunjukkan dengan Gambar 2 berikut:



Keterangan Gambar:

Q_h = transfer panas dari fluida panas secara konveksi, w

Q_c = transfer panas dari fluida panas secara konveksi, w

Q = transfer panas dari fluida panas secara konduksi, w

T_1 = suhu air panas masuk, $^{\circ}\text{C}$

T_2 = suhu air panas ke luar, $^{\circ}\text{C}$

t_1 = suhu air dingin masuk, $^{\circ}\text{C}$

Gambar 2. Perpindahan panas melalui dinding bergelombang

I.3. Evaluasi Koefisien perpindahan panas menyeluruh

Kecepatan perpindahan panas dari fluida panas ke dinding = kecepatan perpindahan panas di dalam dinding = kecepatan perpindahan panas dari dinding ke fluida dingin. Dalam keadaan mantap maka kecepatan panas yang dilepaskan oleh fluida panas = kecepatan panas yang diserap oleh fluida dingin, yang dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$Q = m_h \cdot c_{p_h} \cdot (T_1 - T_2) = m_c \cdot c_{p_c} \cdot (t_2 - t_1) \quad (1)$$

Kecepatan perpindahan panas secara menyeluruh yang merupakan hasil penggabungan proses konveksi dari fluida panas ke dinding, konduksi di dalam dinding dan proses konveksi dari dinding ke fluida dingin dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{LMTD} \quad (2)$$

dengan :

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1} \right)} \quad (3)$$

Baik kecepatan panas yang dilepas oleh fluida panas maupun kecepatan panas yang diterima oleh fluida dingin adalah sama dengan kecepatan perpindahan panas menyeluruh. Oleh karena itu dari persamaan (1) dan (2) dapat dihitung koefisien perpindahan panas menyeluruh sebagai berikut :

$$U = \frac{m_h \cdot c_{p_h} \cdot (T_1 - T_2)}{A \cdot \Delta T_{LMTD}} = \frac{m_c \cdot c_{p_c} \cdot (t_2 - t_1)}{A \cdot \Delta T_{LMTD}} \quad (4)$$

Analisa Dimensi

Koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) dipengaruhi oleh beberapa variabel, baik variabel yang berkaitan dengan fluida panas, fluida dingin maupun variabel yang berkaitan dengan peralatan. Variabel-variabel yang berkaitan dengan fluida panas antara lain: densitas (ρ_h), viskositas (μ_h), konduktivitas termis (k_h), kapasitas panas (c_{ph}) dan kecepatan aliran linier fluida (v_h). Variabel-variabel yang berkaitan dengan fluida dingin antara lain: densitas (ρ_c), viskositas (μ_c), konduktivitas termis (k_c), kapasitas panas (c_{pc}) dan kecepatan aliran linier fluida (v_c). Variabel-variabel yang berkaitan dengan peralatan antara lain: Diameter efektif aliran (D_e), jarak antara puncak 2 gelombang yang terdapat pada logam (L_a) dan tinggi gelombang plat (d_a).

Hubungan antara koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) dengan variabel-variabel lain yang mempengaruhinya secara analisa dimensi dengan beberapa penyederhanaan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

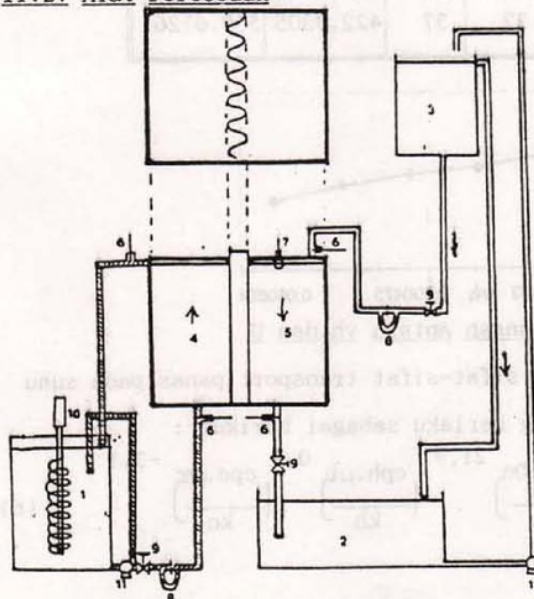
$$\frac{U \cdot D_e}{k_h \cdot k_c} = a_0 \cdot \left(\frac{\rho_h \cdot v_h \cdot D_e}{\mu_h} \right)^{a_1} \cdot \left(\frac{\rho_c \cdot v_c \cdot D_e}{\mu_c} \right)^{a_2} \cdot \left(\frac{c_{ph} \cdot \mu_h}{k_h} \right)^{a_3} \cdot \left(\frac{c_{pc} \cdot \mu_c}{k_c} \right)^{a_4} \quad (5)$$

II. METODOLOGI PENELITIAN

II.1. Bahan

Sebagai fluida kerja dipakai air PDAM dengan sifat-sifat fisis pada 30°C densitas $995,68 \text{ kg/m}^3$ dan viskositas $0,8007 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$

II.2. Alat Percobaan



Keterangan Gambar:

1. Tangki air panas;
2. Tangki penampung air dingin;
3. Tangki air dingin;
4. Tangki untuk fluida panas;
5. Tangki untuk fluida dingin;
6. Termometer;
7. Pengukur ketinggian air;
8. Orificemeter;
9. Kran pengatur aliran;
10. Pemanas celup;
11. Pompa;

Gambar 3. Rangkaian Alat Penelitian

II.3. Prosedur Penelitian

- Mengisi tangki 1, dan tangki 2 serta tangki 5 dengan air;
- Pemanas tangki 1 dinyalakan;
- Setelah air pada tangki 1 mencapai suhu tertentu, pompa dinyalakan dan air panas dialirkan dengan kecepatan tertentu. Bersamaan dengan itu air dingin dari tangki 3 dialirkan dengan kecepatan tertentu pula;
- setelah tinggi permukaan air pada tangki bagian 4 dan 5 konstan, suhu air masuk dan suhu air ke luar pada tangki 4 dan 5 dicatat;
- percobaan di atas diulangi sebanyak 7 kali dengan mengubah kecepatan masuk pada tangki 4, dengan kecepatan masuk ke tangki 5 konstan;
- percobaan 5 diulangi lagi dengan mengubah kecepatan masuk pada tangki 5, kecepatan masuk pada tangki 4 konstan.

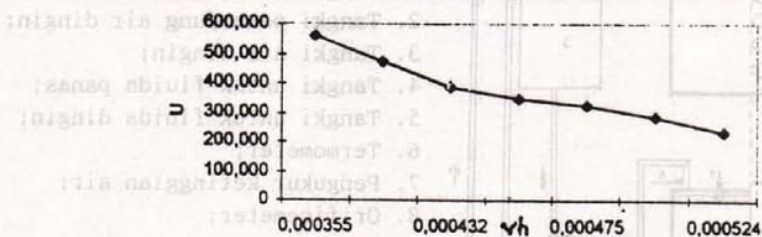
III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan dalam Tabel 1, 2, 3 dan Gambar 4, 5.

III.1. Pengaruh Variasi Kecepatan Linier Air Panas

Tabel 1. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U) untuk berbagai Variasi Kecepatan Linier Air Panas Masuk (vh) (vc=0,000442 m/s, La=0,05 m, De=0,14776m, da=0,03m, Ap=0,043475m², A=0,02475m²)

Vh, m ³ /s	vh, m/s	T1, °C	T2, °C	t1, °C	t2, °C	Qavg, w	U, w/m ² . °C
2,280x10 ⁻⁵	5,24x10 ⁻⁴	68,5	65,5	32	33,5	200,5278	236,5932
2,185x10 ⁻⁵	5,03x10 ⁻⁴	68,5	65	32	34	237,1345	283,9376
2,065x10 ⁻⁵	4,75x10 ⁻⁴	68,5	64,5	32	34,5	269,7368	327,8323
1,980x10 ⁻⁵	4,55x10 ⁻⁴	68,5	64	32	34,5	283,1316	346,7615
1,880x10 ⁻⁵	4,32x10 ⁻⁴	68,5	63,5	32	35	313,2120	389,5178
1,700x10 ⁻⁵	3,91x10 ⁻⁴	68,5	62,5	32	36	369,6910	474,3564
1,545x10 ⁻⁵	3,55x10 ⁻⁴	68,5	61,5	32	37	422,3305	559,6726



Gambar 4. Kurva Hubungan Antara vh dan U

Dari tabel 1 disertai dengan data sifat-sifat transport panas pada suhu yang sesuai dapat dibuat persamaan yang berlaku sebagai berikut :

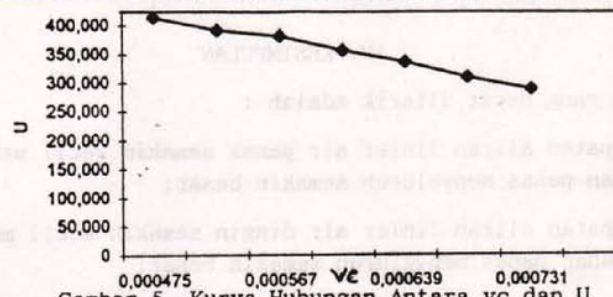
$$\frac{U \cdot De}{k_h \cdot k_c} = 8,9 \times 10^{-40} \left(\frac{\rho_h \cdot V_h \cdot De}{\mu_h} \right)^{2,6} \cdot \left(\frac{\rho_c \cdot V_c \cdot De}{\mu_c} \right)^{21,9} \cdot \left(\frac{c_{ph} \cdot \mu_h}{k_h} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{c_{pc} \cdot \mu_c}{k_c} \right)^{-3,1} \quad (6)$$

Dari tabel 1 dan Gambar 4 terlihat bahwa semakin kecil kecepatan air panas (vh) maka nilai koefisien perpindahan panas (U) semakin besar. Hal ini dapat dijelaskan karena dengan semakin kecilnya nilai vh maka kesempatan air panas untuk melepaskan panas ke dinding logam juga semakin besar, sedangkan jumlah panas (Q) berbanding lurus dengan nilai U. Disamping itu, apabila vh semakin kecil maka suhu air dingin semakin besar akibatnya viskositas air dingin menjadi semakin kecil sehingga gerakan partikel-partikel cairan semakin cepat.

III.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Linier Air Dingin

Tabel 2. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U) untuk berbagai Variasi Kecepatan Linier Air Dingin Masuk (vc) (vh=0,000455 m/s, La=0,05m De=0,14776 m, da=0,03 m, Ap=0,043475 m², A=0,02475 m²)

Vc, m ³ /s	vc, m/s	T1, °C	T2, °C	t1, °C	t2, °C	Qavg, w	U, w/m ² . °C
3,180x10 ⁻⁵	7,31x10 ⁻⁴	68,5	65	32	33,5	241,7529	287,3726
3,040x10 ⁻⁵	6,99x10 ⁻⁴	68,5	64,5	32	33,5	257,7579	308,7138
2,780x10 ⁻⁵	6,39x10 ⁻⁴	68,5	64,5	32	34	278,5738	336,0856
2,640x10 ⁻⁵	6,06x10 ⁻⁴	68,5	64	32	34	292,9206	356,1165
2,470x10 ⁻⁵	5,67x10 ⁻⁴	68,5	64	32	34,5	311,4971	381,5017
2,180x10 ⁻⁵	5,01x10 ⁻⁴	68,5	63,5	32	34,5	317,0556	391,3462
2,070x10 ⁻⁵	4,75x10 ⁻⁴	68,5	63,5	32	35	332,5606	413,5670



Gambar 5. Kurva Hubungan Antara vc dan U

Dari tabel 2 disertai dengan data sifat-sifat transport panas pada suhu yang sesuai dapat dibuat persamaan yang berlaku sebagai berikut :

$$\frac{U \cdot De}{k_h \cdot k_c} = 1,5 \times 10^{-7} \left(\frac{\rho_h \cdot V_h \cdot De}{\mu_h} \right)^{0,2} \cdot \left(\frac{\rho_c \cdot V_c \cdot De}{\mu_c} \right)^{-0,5} \cdot \left(\frac{c_{ph} \cdot \mu_h}{k_h} \right)^{-0,7} \cdot \left(\frac{c_{pc} \cdot \mu_c}{k_c} \right)^{13,8} \quad (7)$$

Dari tabel 2 dan Gambar 5 terlihat bahwa semakin kecil kecepatan air panas (vc) maka nilai koefisien perpindahan panas (U) semakin besar. Hal ini dapat dijelaskan karena dengan semakin kecilnya nilai vc maka kesempatan air panas

untuk melepaskan panas ke dinding logam juga semakin besar, sedangkan jumlah panas (Q) berbanding lurus dengan nilai U.

III.3. Pengaruh Gabungan Variasi Kecepatan Linier Air Panas dan Dingin

vh,m/s	vc,m/s	T1, °C	T2, °C	t1, °C	t2, °C	Qavg,w	U,w/m ² . °C
5,240x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	65,5	32	33,5	200,5278	236,5932
5,030x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	65	32	34	237,1345	283,9376
4,750x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	64,5	32	34,5	269,7368	327,8323
4,550x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	64	32	34,5	283,1316	346,7615
4,320x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	63,5	32	35	313,2120	389,5178
3,910x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	62,5	32	36	369,6910	474,3564
3,550x10 ⁻⁴	4,42x10 ⁻⁴	68,5	61,5	32	37	422,3305	559,6726
4,550x10 ⁻⁴	7,31x10 ⁻⁴	68,5	65	32	33,5	241,7529	287,3726
4,550x10 ⁻⁴	6,99x10 ⁻⁴	68,5	64,5	32	33,5	257,7579	308,7138
4,550x10 ⁻⁴	6,39x10 ⁻⁴	68,5	64,5	32	34	278,5738	336,0856
4,550x10 ⁻⁴	6,06x10 ⁻⁴	68,5	64	32	34	292,9206	356,1165
4,550x10 ⁻⁴	5,67x10 ⁻⁴	68,5	64	32	34,5	311,4971	381,5017
4,550x10 ⁻⁴	5,01x10 ⁻⁴	68,5	63,5	32	34,5	317,0556	391,3462
4,550x10 ⁻⁴	4,75x10 ⁻⁴	68,5	63,5	32	35	332,5606	413,5670

Dari tabel 3 disertai dengan data sifat-sifat transport panas pada suhu yang sesuai dapat dibuat persamaan yang berlaku sebagai berikut :

$$\frac{U \cdot De}{k_h \cdot k_c} = 2,8 \times 10^{-10} \left(\frac{\rho_h \cdot V_h \cdot De}{\mu_h} \right)^{0,6} \cdot \left(\frac{\rho_c \cdot V_c \cdot De}{\mu_c} \right)^{0,1} \cdot \left(\frac{c_{ph} \cdot \mu_h}{k_h} \right)^{25,9} \cdot \left(\frac{c_{pc} \cdot \mu_c}{k_c} \right)^{-1,6} \quad (8)$$

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik adalah :

- apabila kecepatan aliran linier air panas semakin kecil maka nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh semakin besar;
- apabila kecepatan aliran linier air dingin semakin kecil maka nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh semakin besar;
- apabila kecepatan aliran linier baik air panas maupun air dingin semakin kecil maka nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Geankoplis, C.J., 1983, "Transport Processes and Unit Operations"; 2ed., pp. 797- 799, Allyn and Bacon Inc., Boston.
- Holman, J.P., 1991, "Perpindahan Panas" (edisi terjemahan), edisi ke-6, hlm.32-33, hlm.480-491, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. dan Harriott, P., 1985, "Operasi Teknik Kimia", (edisi terjemahan), edisi ke-4, jilid 1, hlm.297-307, Penerbit Erlangga, Jakarta.

PENGARUH KECEPATAN ALIRAN FLUIDA PANAS DAN KECEPATAN ALIRAN FLUIDA DINGIN TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS MENYELURUH PADA PERPINDAHAN PANAS MELALUI DINDING BERGELOMBANG

ORIGINALITY REPORT

% 1	% 0	% 0	% 1
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Politeknik Negeri Bandung	% 1
	Student Paper	

EXCLUDE QUOTES	ON	EXCLUDE MATCHES	< 10
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY	ON		WORDS