

Pengaruh Jarak Pitch Ulir Dalam Pada Pipa Bundar Terhadap Perpindahan Panas Konveksi

Fahmiyanti Kamal¹ Ishak Usman,² Iwan Gunawan,³
Universitas Khairun, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Indonesia
giwangiwan@gmail.com

Abstract

Diketahui bahwa suatu unit pendingin atau pemanas selalu dijumpai komponen-komponen berupa koil yang berbentuk pipa bundar yang berfungsi sebagai media penukar panas, dimana didalam koil tersebut berpentuk pipa polos dalam artian tidak memiliki hambatan sehingga menghasilkan nilai koefisien perpindahan panas konveksinya yang relatif rendah. Berdasarkan hal tersebut maka diharapkan dengan menambahkan ulir dalam pada pipa bundar ini mampu meningkatkan nilai dari koefisien perpindahan panas dan laju perpindahan panas konveksinya, penambahan ulir dalam pada pipa ini bertujuan agar mampu mengubah bentuk aliran yang tadinya laminar diubah secara paksa menjadi aliran turbulen, sehingga nilai bilangan Reynold dan bilangan Nusselnya lebih meningkat.

Studi eksperimental ini menggunakan tiga spesimen uji, dimana ketiga spesimen ini terbuat dari besi pipa GIP (Galvanish Iron Pipe) dengan spesifikasi medium B, jarak pitch ulir dalamnya divariasikan yakni, 2 mm, 3 mm dan 4 mm dengan diameter pipa yang digunakan adalah konstan untuk setiap specimen uji yakni 1,5 inch. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar koefisien perpindahan panas konveksi dan laju perpindahan panas konveksinya.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dari ketiga spesimen uji, meningkatnya bilangan Reynold, bilangan Nusselt, koefisien perpindahan panas dan laju perpindahan panas terbesar terdapat pada spesimen uji dengan jarak pitch ulir dalam 2 mm, dimana untuk spesimen uji 4 mm nilai $Re = 46.109,63$, $Nu = 108,6824$, $h = 67,423 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ dan $Q = 42,8491 \text{ W}$. Untuk spesimen uji 3 mm nilai $Re = 46.176,72$, $Nu = 108,872$, $h = 68,0189 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ dan $Q = 46,8602 \text{ W}$. Sedangkan untuk spesimen uji 2 mm nilai $Re = 46.909,65$, $Nu = 110,30$, $h = 68,37586 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$, dan $Q = 50,18674 \text{ W}$. Hasil analisa perhitungan ini menunjukkan bahwa semakin kecil jarak pitch ulir dalam pada pipa akan semakin tinggi nilai bilangan Re dan bilangan Nusselnya, begitu juga dengan besarnya koefisien perpindahan panas dan laju perpindahan panasnya.

Kata kunci: Jarak pitch, ulir dalam, Laju perpindahan panas konveksi

PENDAHULUAN

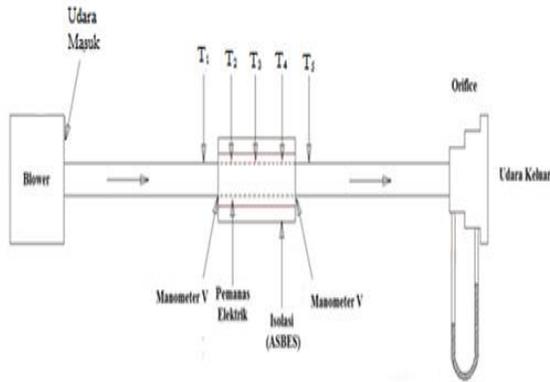
Berkembang pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi dimasa kini tidak terlepas dari banyaknya penelitian-penelitian yang terus dikembangkan. Salah satu penelitian diantaranya adalah penelitian tentang proses perpindahan panas. Proses perpindahan panas memainkan peranan penting dalam banyak aplikasi industri misalnya pada sistem pemanas udara dan pendinginan udara. Telah banyak penelitian yang dilakukan dengan tujuan meningkatkan laju perpindahan panas dalam pipa, diantaranya dengan menambahkan sisipan berupa kawat koil, penambahan sirip, dan masih banyak lagi bentuk penambahan yang diteliti. Desain perpindahan panas memerlukan analisis yang tepat terhadap tingkat dan tekanan perpindahan panas.

Penambahan ulir dalam pada pipa ini bertujuan agar mampu mengubah bentuk aliran yang tadinya laminar diubah secara paksa menjadi aliran turbulen, kerana berdasarkan pada penelitian sebelumnya diatas mengatakan bahwa dengan menambahkan sisipan

berupa pita putar dengan tujuan mengubah bentuk aliran laminar menjadi aliran turbulen dapat meningkatkan nilai koefisien perpindahan panasnyaselain itu juga bagaimana hubungan dan pengaruhnya juga jika ulir-ulir tersebut divariasikan jarak pitchnya namun dengan diameter pipa yang tetap (konstan)

URAIAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tiga buah pipa besi GIP medium B, dengan diameter yang sama yaitu 1,5 inch untuk setiap spesimen uji, dan memiliki panjang masing – masing spesimen uji yaitu 10 cm, dengan jarak pitch ulir dalam yang divariasikan yakni: 2 mm, 3 mm dan 4 mm. ketebalan pipa yang digunakan sesuai dengan spesifikasi pipa GIP, dan fluida kerja yang digunakan adalah udara dimana laju aliran massanya adalah konstan untuk masing – masing spesimen.



Gambar 1 Skematik alat pengujian



Gambar 2 Diagram alir penelitian

HUBUNGAN MATEMATIS

Berbagai persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Temperatur udara masuk rata – rata spesimen, (T_{1R})

$$T_{1R} = \frac{(T_{1(1)} + T_{1(2)} + T_{1(3)})}{3} \quad (1)$$

Temperatur udara keluar rata - rata spesimen, (T_{5R})

$$T_{5R} = \frac{(T_{5(1)} + T_{5(2)} + T_{5(3)})}{3} \quad (2)$$

Menghitung temperatur borongan, (T_b)

$$T_b = \frac{(T_{1R} + T_{5R})}{2} \quad (3)$$

Menghitung debit aliran, (\dot{V})

$$\dot{V} = C_d A_1 A_2 \sqrt{\frac{(2gH_{\text{udara}})}{(A_2^2 - A_1^2)}} \quad (4)$$

Kecepatan udara dalam spesimen uji adalah

$$U = \frac{\dot{V}}{A} \quad (5)$$

Menghitung bilangan Reynold, (Re)

$$Re = \frac{\rho U D}{\mu} \quad (6)$$

Menghitung bilangan Nusselt, (Nu)

$$Nu = \frac{h D}{k} = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \quad (7)$$

Menghitung koefisien perpindahan panas (h)

$$h = Nu \frac{k}{D} \quad (8)$$

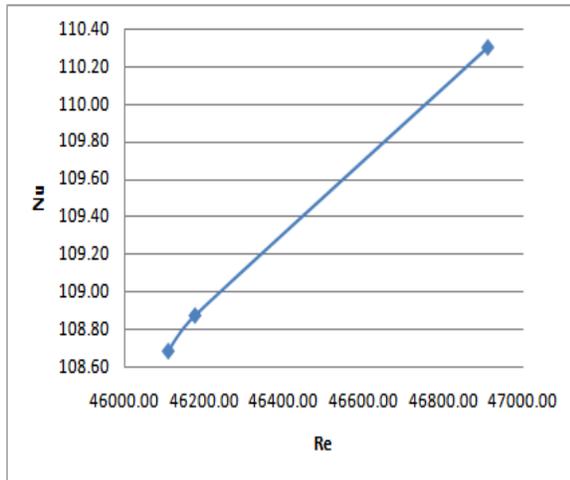
Dengan demikian besarnya laju perpindahan panas yang diserap oleh udara adalah

$$\dot{Q} = h A_s \Delta T_{LMTD} \quad (9)$$

PEMBAHASAN

Hubungan bilangan Reynolds, (Re) terhadap bilangan Nusselt, (Nu)

Gambar berikut menunjukkan bahwa jarak pitch ulir dalam pada pipa bundar mempengaruhi besarnya nilai bilangan Reynold dan nilai bilangan Nusselt, dimana apabila semakin kecil jarak pitch ulirnya maka nilai bilangan Re dan Nu akan semakin meningkat.



Gambar 3 Grafik hubungan bilangan Reynold,(Re)

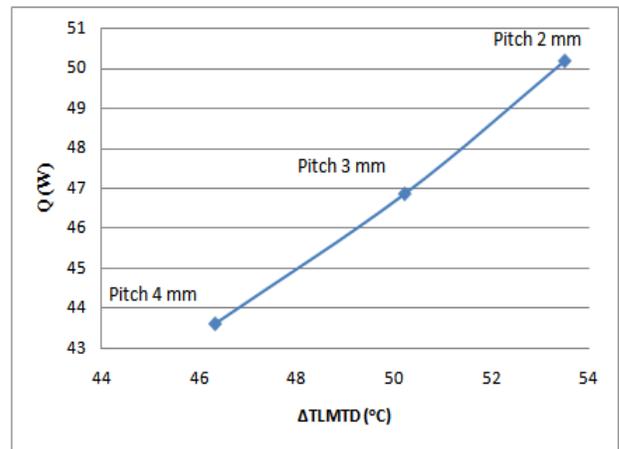
terhadap bilangan Nusselt, (Nu)

Besarnya nilai bilangan Reynold dan bilangan Nusselt minimum terdapat pada specimen uji yang jarak pitch ulir dalamnya 4 mm, dimana nilai untuk bilangan Reynoldnya adalah sebesar 46.109,63 sedangkan nilai untuk bilangan Nusseltnya adalah sebesar 108,6824. Sedangkan untuk nilai maksimum dari bilangan Re dan Nu terdapat pada spesimen uji dengan jarak pitch ulir dalam 2 mm, dimana nilai untuk bilangan Re adalah sebesar 46.909,95 sedangkan nilai bilangan Nu adalah sebesar 110,2999

Hubungan beda temperatur rata-rata logaritmik, (ΔT_{LMTD}) terhadap laju Perpindahan panas, (Q).

Gambar berikut menunjukkan pengaruh jarak pitch ulir dalam pipa, pada beda temperatur rata – rata logaritmik terhadap laju perpindahan panas konveksi pada pipa bundar untuk masing – masing specimen uji (2 mm, 3mm dan 4mm).

Dimana terlihat bahwa laju perpindahan panas konveksi meningkat seiring dengan meningkatnya beda temperatur rata – rata logaritmik. Laju perpindahan panas maksimum terjadi pada specimen uji dengan jarak pitch ulir dalam 2 mm, sebesar 50,1867 W dengan laju aliran udara yang konstan untuk setiap specimen uji.

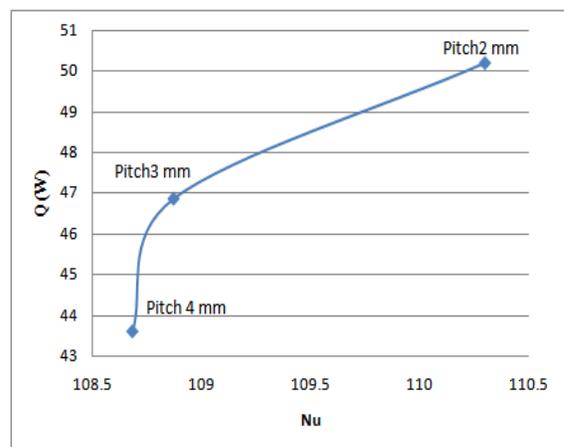


Gambar 4 Grafik hubungan beda temperatur rata-rata logaritmik, (ΔT_{LMTD})

terhadap laju perpindahan panas, (Q)

Hubungan bilangan Nusselt, (Nu) terhadap laju perpindahan panas, (Q)

Dari Gambar berikut menunjukkan bahwa meningkatnya laju perpindahan panas konveksi bersamaan dengan meningkatnya nilai bilangan Nusselt. Peningkatan laju perpindahan panas maksimum terjadi pada specimen uji dengan jarak pitch ulir dalam 2 mm.



Gambar 5 Grafik hubungan bilangan Nusselt, (Nu)

terhadap laju perpindahan panas, (Q)

Pada jarak pitch ulir dalam 4 mm nilai bilangan Nusseltnya sebesar 108,682 sedangkan untuk jarak pitch 3 mm nilai bilangan Nusseltnya bertambah

menjadi 108,872, dan peningkatan maksimum bilangan Nusselt terjadi pada jarak pitch 2 mm yaitu sebesar 110,2999. Laju perpindahan panas minimum terjadi pada jarak pitch ulir dalam 4 mm, sedangkan peningkatan maksimumnya terjadi pada spesimen uji terkecil yakni 2 mm.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Nilai bilangan Nusselt meningkat dengan meningkatnya nilai bilangan Reynold. Dimana untuk jarak pitch 2 mm nilai bilangan Reynoldnya sebesar 46.909,65 dan nilai bilangan Nusseltnya sebesar 110,2999, untuk jarak pitch 3 mm nilai bilangan Reynoldnya sebesar 46.176,72 dan nilai bilangan Nusseltnya sebesar 108,8716, dan untuk jarak pitch 4 mm nilai bilangan Reynoldnya sebesar 46.109,63 dan nilai bilangan Nusseltnya sebesar 108,6824. Dengan demikian meningkatnya nilai bilangan Reynold dan bilangan Nusselt terbesar terdapat pada jarak pitch ulir dalam 2 mm.
2. Semakin kecil jarak pitch ulir dalam pada pipa, maka akan semakin besar nilai laju perpindahan panas konveksinya, dimana untuk jarak pitch 2mm nilai laju perpindahan panasnya adalah 50,186 W, untuk jarak pitch 3 mm nilai laju perpindahan panasnya sebesar 46,860 W, dan untuk jarak pitch ulir dalam 4 mm nilai laju perpindahan panasnya adalah sebesar 42,849 W. Dengan demikian laju perpindahan panas maksimum terdapat pada spesimen uji dengan jarak pitch ulir dalam 2 mm.
3. Koefisien perpindahan panas meningkat seiring dengan meningkatnya nilai bilangan Reynold dan bilangan Nusseltnya. Nilai koefisien perpindahan panas untuk jarak pitch ulir dalam 2 mm adalah $68,37586 \text{ W/m}^2$, untuk jarak pitch ulir dalam 3 mm nilai koefisien perpindahan panasnya adalah $68,01857 \text{ W/m}^2$. Dan untuk jarak pitch ulir dalam 4 mm nilai koefisien perpindahan panasnya adalah $67,42287 \text{ W/m}^2$. Dengan demikian nilai koefisien perpindahan panas terbesar terdapat pada spesimen uji dengan jarak pitch ulir dalam 2 mm.

4. Secara umum dapat disimpulkan bahwa, bilangan Reynold, bilangan Nusselt, koefisien perpindahan panas dan laju perpindahan panas konveksi akan meningkat dengan menurunnya jarak pitch ulir dalam pada pipa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cengel, Yunus A, "Heat Transfer A. Practical approach", 2nd edition. New York: McGraw-hill companies inc. 2005
2. Ganesh R. Ghodake, *Experimental Analysis of Heat Transfer and Friction Factor Characteristics in Turbulent Flow through a Tube Fitted with Screw Tape*, Global Research and Development Journal for Engineering, Volume 1 , Issue 7, June 2016
3. Ganesha Murali J. Subrahmanya S Katte, "Experimental Investigation of heat transfer enhancement in radiating pin fin", Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, ISSN: 1995-6665, Vol- 2, No- 3, Sep 2008. pp 163-167.
4. J.P. Holman, Heat Transfer, ninth ed. McGraw-Hill, New York, 1997
5. Prashant Tikhe, *Heat Transfer Enhancement in Circular Tube using Twisted Tape Inserts of Different Width Ratio under Constant Wall Heat flux Condition*, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), ISSN: 2278-018 , Vol. 4 Issue 06, June-2015
6. S.S. Hsieh, F.Y. Wu, H.H. Tsai, *Turbulent heat transfer and flow characteristics in a horizontal circular tube with strip-type inserts: Part I. Fluid mechanics*, International Journal of Heat and Mass Transfer 46 (2003) pp- 823–8