

Perencanaan Alat Penukar Panas (APK) Tipe Coil Untuk Pemanas Air Memanfaatkan Panas Gas Buang Sepeda Motor

Mochamad Candra Wibisono¹, Oleh²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

e-mail: muhammadchandrawbsn@gmail.com

Abstrak

Penukar panas tipe coil adalah salah satu bagian penting dalam proses pemindahan panas dari panas gas buang knalpot ke air. Penukar panas tipe coil ini belum banyak dimanfaatkan pada gas-gas buang hasil pembakaran. Pemindahan panas dari gas ke air dalam coil dilakukan secara konduksi dan konveksi sepanjang knalpot. Panas yang diterima air dalam coil akan mengubah fasa cair menjadi uap dan kemudian mengalirkan uap air tersebut secara alamiah bergerak mengalir dalam penukar panas. Volume air dalam coil jumlahnya setengah dari volume ruang pipa peukar panas coil. Dari hasil penelitian dan simulasi yang saya lakukan air dalam tangki air dapat dipanaskan hingga mencapai 82 oC. Penukar kalor ini mampu memindahkan panas dari air panas yang keluar dari penukar panas pada knalpot kedalam air dalam tangka air (shell) sebanyak 2 liter. Hasil akhir dari perhitungan diperlukan laju aliran panas sebesar 158.13 Watt.

Kata kunci: *Penukar Panas Coil, Temperatur, Uap Air*

Abstract

Type of coil heat exchange is one of the important parts in the process the hot transfer from the heat of the gas station is exhaust of water. This type of coil heat exchange not much used in combustion gases. Moving the heat from gas to water in the coil is done in conduction and convection along the way. The heat received by water in the coil will change the liquid phase become steam and then carry the water vapor naturally move flowed through a heat exchange. The volume of water in coil is half as number the volume of peukar hot coil pipe space. From the research results and simulations that I found do water in the water tank can be heated to 82 oC. Redemption This calories are able to move hot from the hot water coming out of exchanges The heat is exhaust into the water in tangka water (shell) has 2 liters. Result the end of the calculation is needed by the heat flow rate of 158,13 Watt

Keywords : *Hot Exchange Of Coil, Temperature, Water Vapor*

PENDAHULUAN

Penukar panas adalah salah satu alat yang berfungsi memindahkan panas dari fluida satu ke fluida lainnya melalui mekanisme konveksi, konduksi, radiasi atau kombinasi dari ketiganya. Dengan demikian penukar panas harus memiliki karakteristik yang memenuhi syarat dalam memindahkan panas

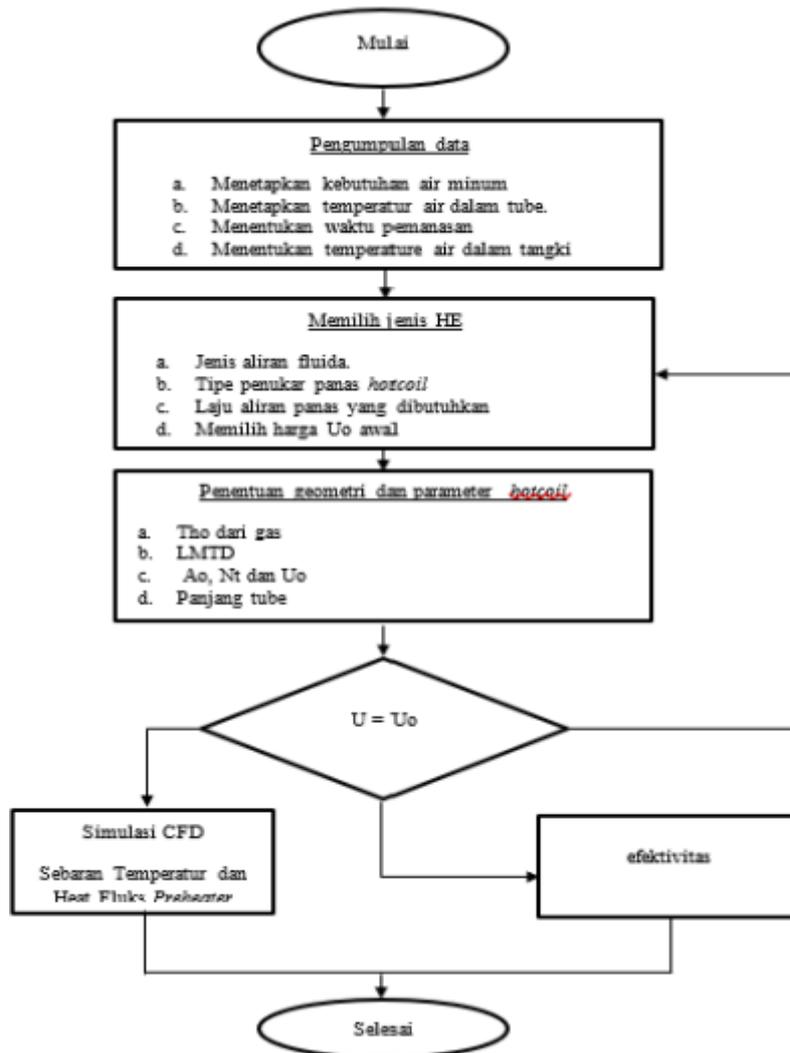
Dalam penggunaannya, penukar panas terdiri dari beberapa jenis dan bentuk yang berbeda satu dengan yang lainnya. Salah bentuk yang paling banyak digunakan adalah tipe shell dan tube, karena bentuk ini paling dasar dalam perancangan penukar panas. Fluida-fluida yang bekerja terdiri dari fluida panas dan fluida dingin. Fluida-fluida tersebut dapat berupa gas atau cair dimana kedua fluida saling bertukar panas satu sama lainnya.

Dalam penelitian ini, penulis akan merancang penukar panas tipe tube dan shell dimana penukar panas ini akan digunakan sebagai pemanas air dari panas gas buang sepeda motor. Air panas yang mengalir dalam pipa berupa uap-air hasil pemanasan pada

knalpot motor. Uap-air yang masuk kedalam coil yang berada dalam tangki air berada pada kondisi uap jenuh. Sementara air diluar coil adalah air dingin yang berada pada kondisi sub dingin dan akan dipanaskan sampai temperature 60oC.

METODE

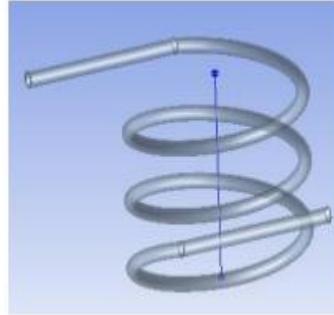
Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir perencanaan hotcoil

Komponen Utama Penukar Panas

Komponen-komponen yang digunakan dalam perencanaan penukar panas pada pemanfaatan gas buang mobil terdiri dari : a. Hotcoil tube Hotcoil tube berfungsi untuk mengalirkan uap panas yang bersirkulasi dalam system pemanfaatan panas gas buang. Hotcoil tube dibuat dari bahan pipa alumunium berdiameter $D_t = \frac{1}{4}$ in. Bentuk dari Hotcoil tube ini adalah pipa yang digulung menyerupai bentuk coil. Lihat gambar 3.4 berikut :



Gambar 2. Hotcoil tube

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkiraan Kebutuhan Panas

Energy panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air dalam tangki air sebanyak 2 liter adalah :

$$Q_c = mc C_{pc} (T_a - T_o)$$

Dimana :

m_a = massa air, kg

V = Volume air dalam tangki, m^3

$V_a = 2$ liter

$$V_a = 2 \cdot 10^{-3} m^3$$

ρ_a = rapat massa air, kg/m^3

$$\rho_a = 998 kg/m^3$$

$$m_{air} = 998 kg/m^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$m_{air} = 1.996 kg$$

Temperatur awal air dalam tangka adalah 28oC dan temperatur akhir yang diharapkan adalah 90oC dengan panas jenis air sebesar $C_{pc} = 4182 J/kg K$. Sehingga panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air sebesar :

$$Q_a = 1.996 kg \cdot 4182 \frac{J}{kg K} (90 - 28) K$$

$$Q_a = 517530,86 J$$

Waktu pemanasan yang digunakan dalam desain penukar panas ini adalah selama 1 jam pemanasan.

$$t = 1 \text{ jam}$$

$$t = 3600 \text{ detik}$$

Sehingga laju aliran panas untuk memanaskan air adalah :

$$Q_a = \frac{1.996 kg}{3600 \text{ detik}} \cdot 4182 \frac{J}{kg K} (90 - 28) K$$

$$Q_a = 143.76 J/s$$

Panas Minimum yang Dibutuhkan

Panas minimum dari tangka air adalah panas yang paling rendah yang dikeluarkan oleh uap air. Hal ini akan menjamin bahwa penukar kalor yang 34 dirancang akan bekerja sesuai perhitungan. Laju panas minimum untuk uap-air harus lebih besar dari laju panas yang dibutuhkan oleh air yang dipanaskan tadi. Dalam penulisan ini, besarnya laju energy

panas minimum adalah 110% dari panas air yang dibutuhkan. Besarnya panas yang harus dilepaskan uap-air adalah :

$$Q_h = 1,1 Q_a$$

$$Q_h = 1,1 \cdot 143.76 \text{ J/s}$$

$$Q_h = 158.13 \text{ J/s}$$

Laju Aliran Massa Uap-Air

Fluida yang bekerja pada penukar kalor ini terdiri dari air panas yang mengalir dalam pipa aluminum dan air yang mengalir diluar pipa aluminum. Dari literature diperoleh bahwa entalpi untuk air pada temperatur 100 oC pada tekanan 1 atm diperoleh panas jenis air $C_{ph} = 4182 \text{ J/kg}\cdot\text{C}$. Maka aliran massa fluidafluida adalah :

Untuk uap-air :

$$\dot{m}_h = \frac{\dot{Q}_h}{C_{ph} (T_{hi} - T_{ho})}$$

$$\dot{m}_h = \frac{158.13 \text{ J/s}}{4182 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} (100 - 95) \text{ K}}$$

$$\dot{m}_h = 0,007563 \text{ kg/s}$$

Sedangkan untuk air diluar pipa adalah :

$$\dot{m}_c = \frac{m_a}{t}$$

$$\dot{m}_c = \frac{1.996 \text{ kg}}{3600 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_c = 0,0005544 \text{ kg/s}$$

Menentukan LMTD

Dari hasil pengukuran pada outdoor Condensor AC dan perhitungan pada bab III diperoleh :

$$T_{hi} = 100^\circ\text{C}$$

$$T_{ho} = 95^\circ\text{C}$$

$$T_{ci} = 28^\circ\text{C}$$

$$T_{co} = 90^\circ\text{C}$$

maka LMTD dengan persamaan 2.8 adalah :

$$LMTD = \frac{(T_{hi} - T_{co}) - (T_{ho} - T_{ci})}{\ln \frac{(T_{hi} - T_{co})}{(T_{ho} - T_{ci})}}$$

$$LMTD = \frac{(100 - 90) - (95 - 28)}{\ln \frac{(100 - 28)}{(95 - 28)}}$$

$$LMTD = 29,97^\circ\text{C}$$

Perkiraan Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh

Perkiraan perpindahan panas menyeluruh U ditentukan berdasarkan pada jenis fluida yang digunakan pada penukar panas. Pada penelitian ini fluida kerja terdiri atas freon dan fluida air. Dari nilai kira-kira koefisien perpindahan panas global U berkisar antara 10 – 850 W/m²oC. Harga U dipilih nilai terendah yaitu 250 W/m²oC. Harga U ini diperoleh pada perhitungan sebelumnya (lihat bab II).

Luas Perpindahan Panas

Luas perpindahan panas dalam penukar kalor adalah daerah yang bersinggungan antara sisi fluida panas dengan sisi fluida dingin (T_h dan T_c). Dalam hal ini luas perpindahan panas adalah pipa alumuniuma yang dialiri oleh air. Diameter pipa alumuniuma pada penukar panas baik pada sisi masuk maupun keluar memiliki ukuran yang sama sebesar \varnothing 6.35 mm dengan ketebalan 0.5 mm. Dari persamaan 2.7 maka luas perpindahan panas

$$A_{is} = \pi D_i L_t$$

$$A_{is} = \pi ((8 - 2(0,00535)) \text{ m}) 13,24 \text{ m}$$

$$A_{is} = 0,22241 \text{ m}^2$$

Untuk luas penampang pipa (tube) bagian dalam Ait yang dialiri oleh air

panas diperoleh sebesar :

$$A_{it} = \frac{\pi D_{it}^2}{4}$$

$$A_{it} = \frac{3,14 (0,00535)^2}{4}$$

$$A_{it} = 0,00002 \text{ m}^2$$

adalah :

$$A_o = \frac{Q_h}{U \text{ LMTD}}$$

$$A_o = \frac{158,13 \text{ J/s}}{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} 29,97 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$A_o = 0,263982 \text{ m}^2$$

Dengan demikian panjang pipa (tube) yang digunakan sebagai penukar panas

adalah :

$$L_t = \frac{A_o}{\pi D_o}$$

$$L_t = \frac{0,263982 \text{ m}^2}{\pi 0,00635 \text{ m}}$$

$$L_t = 13,24 \text{ m}$$

Sehingga luas selimut perpindahan panas bagian dalam pipa Alumunium Ai

adalah :

SIMPULAN

Penukar kalor tipe koil terdiri komponen shell, tube dari aluminium dan kedua fluida kerjanya adalah air. Penukar kalor ini mampu memindahkan panas dari air panas yang keluar dari penukar panas pada knalpot kedalam air dalam tangka air (shell) sebanyak 2 liter. Hasil akhir dari perhitungan diperlukan laju aliran panas sebesar 158,13Watt sedangkan dari simulasi memberikan hasil 313 watt. Temperature air yang dicapai untuk air dalam tangka sebesar 307 K. hasil ini berbeda karena jumlah iterasi dan dimensi penukar panas yang sedikit berbeda dari rancangan awal.

Sedangkan dimensi untuk shell digunakan pipa dengan diameter 6 in dengan panjang 110 mm. untuk tube digunakan bahan alumunium dengan panjang 0.6 m dengan diameter tube $\frac{1}{4}$ in dengan ketebalan 0.5 mm. jumlah gulungan koil dibuat sebanyak 3 lilit lebih dari ukuran yang seharusnya yaitu 2.6 lilit. Jarak antar gulungan koil satu dengan koil yang lainnya digunakan jarak sebesar 25 mm.

Laju aliran massa air panas dan air dingin baik secara perhitungan manual dan simulasi memberikan hasil yang sama. Kedua fluida yang digunakan menggunakan sifat-sifat air yang sama pada temperature rata-rata 65oC. Untuk aliran massa air dingin pada saat pemanasan berlangsung tidak mengalir. Artinya air dalam tangka tidak bergerak karena

kecepatan air yang sangat kecil sekali. Sehingga distribusi temperature air dalam tangka secara global menunjukkan dstribusi temperature yang seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Kakak, Sadik & Liu, Hongtan, Heat Exchangers, Selection, Rating, and Thermal Design, Second edition, CRC Press, New York, 2002.
- Kreit, Frank, Perpindahan Panas, Third Edition, Mc Graw-Hill, New York, 1994
- Perkins dan Reynolds, Harahap, Filino , Termodinamika Teknik, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1991
- Holman, J.P, Jasfi, Perpindahan kalor, Edisi ke Enam, Erlangga, Jakarta, 1986.
- White, Frank, M, Fluid Mecahanics, Mc Graw Hill, USA, 1994
- Zainuddin , Jufrizal , Eswanto, PEMILIHAN KAPASITAS PANAS DAN TEMPERATUR UDARA ALAT PENUKAR KALOR SHELL HELICAL COIL MULTI TUBE UNTUK KEBUTUHAN PENDINGIN GABAH TIPE ROTARI DENGAN MEMANFAATKAN THERMAL GAS BUANG MESIN DIESEL, Jurnal Ilmiah Mekanika, volume 15 Nomor 2, September 2016
- ULIL, AMRI UPAYA PENINGKATAN PERFORMANCE ACWH DENGAN PENAMBAHAN SIRIP PADA APK SHELL HELICAL COIL, Tugas Akhir, PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA MEDAN