



Perencanaan Penukar Panas Tipe Coil sebagai Pemanas Air dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang

Muhammad Irfansyah¹, Oleh², Iman Dirja³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang. Jl. H.S Ronggowaluyo, Telukjambe Timur. Kabupaten Karawang. 41361

Abstract

Received: 16 Juli 2022
Revised: 19 Juli 2022
Accepted: 23 Juli 2022

The coil type heat exchanger is one of the important parts in the process of transferring heat from the exhaust heat to the water. This coil type heat exchanger has not been widely used in combustion exhaust gases. Heat transfer from gas to water in the coil is carried out by conduction and convection along the exhaust. The heat received by the water in the coil will change the liquid phase into steam and then the water vapor will naturally move to flow in the heat exchanger. The volume of water in the coil is half of the volume of the coil heat exchanger pipe. From the results of my research and simulations, the water in the water tank can be heated up to 82 oC. This heat exchanger is able to transfer heat from the hot water coming out of the heat exchanger in the exhaust into the water in the water tank (shell) as much as 2 liters. The final result of the calculation required a heat flow rate of 158.13 Watt.

Keywords: coil heat exchanger, temperature, water vapor

(*) Corresponding Author: muhammad@student.unsika.ac.id

How to Cite: Irfansyah, M., Oleh, O., & Dirja, I. (2022). Perencanaan Penukar Panas Tipe Coil sebagai Pemanas Air dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(12), 211-221. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6944531>

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 koil yang berada dalam tangki air berada pada kondisi uap jenuh. Sementara air diluar koil adalah air dingin yang berada pada kondisi subdingin dan akan dipanaskan sampai temperature 60oC.



Pada kondisi operasi, perpindahan panas dari uap-air ke air dalam keadaan transien sangat rendah. Proses pemanasan berjalan lambat karena jumlah uap air yang masuk sedikit. Sehingga perlu diperhitungkan energy panas dan luas perpindahan panas yang diperlukan pada alat penukar panas ini. Judul dalam penelitian ini adalah Perencanaan Penukar Panas Tipe Coil sebagai Pemanas Air dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang.

Analisa dan perancangan ditekankan pada penukar panas pada tangka air bukan pada knlpot sepeda motor.

METODOLOGI PENELITIAN

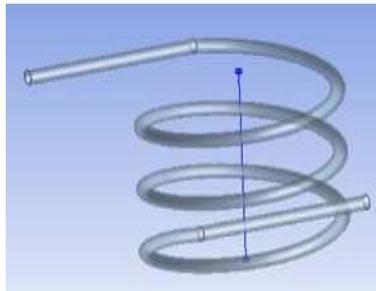
Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan, yaitu November s.d April 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Singaperbangsa Karawang. Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang diantaranya :

Komponen Utama Penukar Panas

Komponen-komponen yang digunakan dalam perencanaan penukar panas pada pemanfaatan gas buang mobil terdiri dari :

a. Hotcoil tube

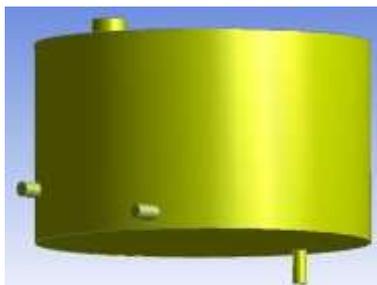
Hotcoil tube berfungsi untuk mengalirkan uap panas yang bersirkulasi dalam system pemanfaatan panas gas buang. Hotcoil tube dibuat dari bahan pipa alumunium berdiameter $D_t = \frac{1}{4}$ in.



Gambar 1. *Hotcoil tube*

b. Shell

Shell berfungsi sebagai tangka air yang akan dipanaskan oleh hotcoil tube tersebut. Volume air yang ditampung sebanyak 2 liter air. Bahan shell yang digunakan dalam perencanaan ini menggunakan baja tahan karat dengan diameter 6 in.



Gambar 2. *Shell tangki air*

Pengukuran dan Pengumpulan Data

Pengukuran dan pengumpulan data dibutuhkan sebagai bahan dalam merancang penukar panas hotcoil tube. Pengukuran dan data yang diperlukan terdiri dari :

- a. Pengukuran parameter perencanaan
- b. Pengukuran dan perhitungangeometri tangki air

Penentuan Volume Uap Air dalam Pipa

Uap air yang digunakan untuk membawa panas dari knalpot mobil adalah air kondensat. Berdasarkan pengamatandilapangan, air kondensat tersebut lebih baik dibandingkan dengan air biasa. Laju aliran massa uap air menuju tangki air diperoleh dari energy laten air dibagi dengan panas sensible air dalam tangki. Dalam hal ini juga waktu sangat berpengaruh dalam proses pemanasan airdan besarnya uap air yang digunakan.

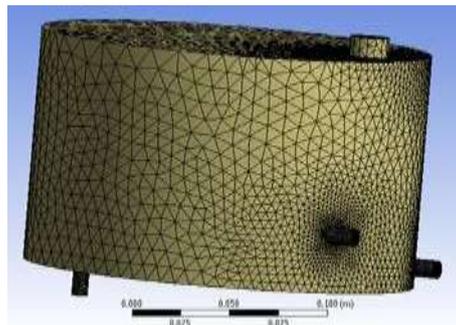
Pemilihan Jenis Penukar Panas

Pemilihan penukar panas didasarkan pada daerah kerja dan kebutuhan yang diminta. Berdasarkan pada beberapa literatur, bahwa tipe penukar panas yang cocok digunakan untuk fluida air pada shell dan uap air dalam pipa dengan aliran lawan (counter flow). Tube dibuat menyerupai koil dengan beberapa gulungan sehingga luas peprindahan panasnya sesuai dengan desain perencanaan.

Model CFD

a. Meshing

Diskritisasi elemen adalah membuat elemen-elemen kecil dari geometri yang telah dibuat sebelumnya. Hal ini dimaksudkan untuk membuat perhitungan matematik diskrit.

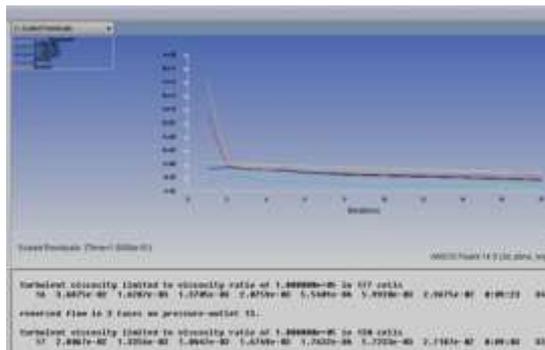


Gambar 3. *Meshing*

b. Solution

Solution berfungsi mengatur, memilih dan menentukan metoda, banyaknya iterasi perhitungan dan melakukan perhitungan.

Berikut adalah tahap untuk melakukan perhitungan secara berulang yang dilakukan oleh computer (iterasi) yaitu run calculation. Beberapa langkah yang harus dilakukan adalah dengan mengatur time step size sebesar 0.1, Number of time steps sebanyak 10 dan max iterations/time step sebanyak 50.

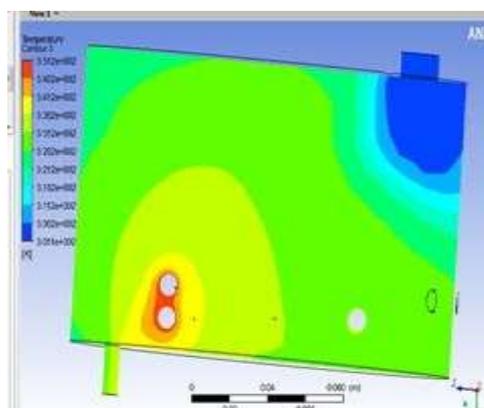


Gambar 4. Proses perhitungan iterasi dengan transien

Iterasi ini berlangsung sampai semua nilai mempunyai selisih yang sangat kecil (lihat garis-garis yang muncul pada saat run calculation) atau mendekati nilai konvergen.

c. *Result*

Merupakan tahap terakhir dari simulasi yang dilakukan oleh fluent. Hasil ini berupa sajian gambar pada beberapa bagian yang akan disajikan atau ditampilkan. Pemilihan contour maupun plane dari setiap sisi dapat dilakukan.



Gambar 5. Distribusi temperature pada cold simulasi CFD water

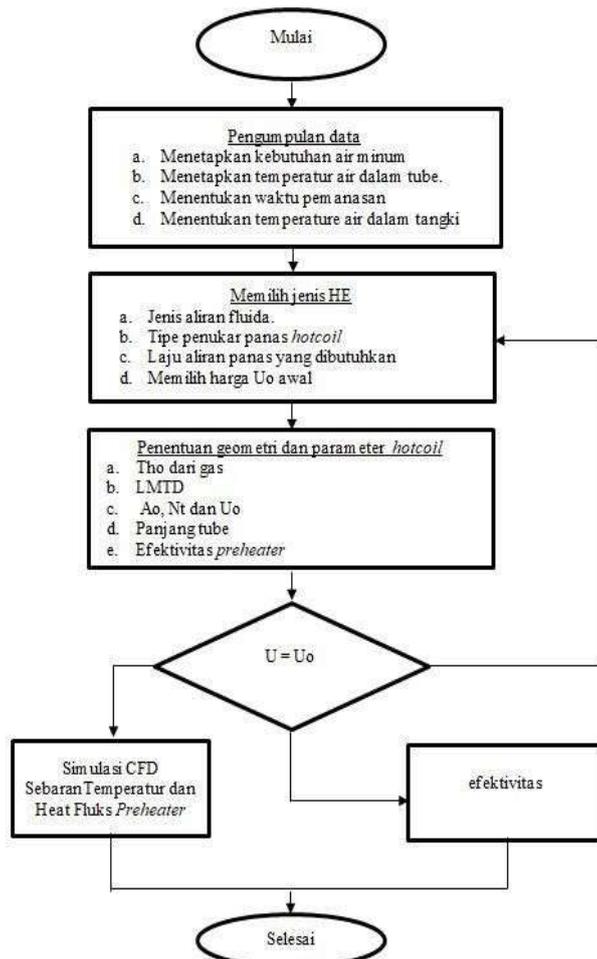
Material

Tabel 1. Material

No	Nama Bagian	Material
1	Part Water	Water H2O – Liquid
2	Part water Vapour	Water Vapour
3	Al	Alumunium

Diagram Alir

Pada gambar 6 menjelaskan proses dari awal pembuatan sampai akhir pembuatan komposit



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perkiraan Kebutuhan Panas

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

$$Q_c = m c_p (T_a - T_o) \text{ Dimana :}$$

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

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

$$m_{air} = 998 kg/m^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} m^3 = 1.996 kg$$

Temperatur awal air dalam tangki adalah $28^\circ C$ dan temperatur akhir yang diharapkan adalah $90^\circ C$ dengan panas jenis air sebesar $C_p = 4182 J/kg K$. 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.

$t = 1$ jam

$t = 3600$ detik

Sehingga laju aliran panas untuk memanaskan air adalah :

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

$$Q_a = 143.76 \text{ J/s}$$

2. Panas Minimum yang Dibutuhkan

$Q_h = 1,1 Q_a$

$Q_h = 1,1 143.76 \text{ J/s}$ $Q_h = 158.13 \text{ J/s}$

3. Laju Aliran Massa Uap-Air

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

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

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

Sedangkan untuk air diluar pipa

adalah:

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

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

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

4. 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

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

$$A_o = \frac{158.13 \text{ J/s}}{\frac{20 - \frac{20 - 29,97}{2}}{\ln \frac{20 - 29,97}{2}} \text{ } 29,97 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

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 Aluminium adalah :

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

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

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

Untuk luas penampang pipa (tube) bagian dalam Ait yang dialiri oleh air panas diperoleh sebesar :

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

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

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

5. Dimensi Shell dan Tube

Desain untuk *shell* dibatasi oleh volume air yang akan dipanaskan sebanyak 2 liter atau $0,002 \text{ m}^3$. Diameter *shell* D_s dipilih sebesar 6 in sesuai dengan konstruksi tempat yang terbatas. Ukuran panjang tangki dari *shell* L_s dihitung dengan persamaan :

$$L_s = \frac{4V}{\pi D_s^2}$$

$$L_s = \frac{4 (0,002) \text{ m}^3}{3,14 (0,1524)^2 \text{ m}^2}$$

$$L_s = 0,110 \text{ m}$$

$L_s = 110 \text{ mm}$ dan diameter *shell* $D_s = 6 \text{ in}$. Dengan batasan tersebut, maka digunakan beberapa jumlah lilitan tube N_t . Jumlah lilitan tube yang dipakai dihitung dengan persamaan :

$$N_t = \frac{13,24 \text{ m}}{0,251 \text{ mm}}$$

$$N_t = 52,7 \text{ gulungan}$$

Jarak pemasangan jarak antar gulungan ditentukan sebesar $2D_o$ satu sama lainnya. Untuk lintasan aliran air panas dalam pipa sebanyak 3 gulungan sedangkan untuk air dalam tangki sekali lintas. Harga N_t dan banyaknya gulungan tersebut merupakan perkiraan sementara. Harga ini akan dikoreksi pada perhitungan selanjutnya.

6. Menentukan Koefisien Perpindahan Panas pada Pipa

Penukar panas yang direncanakan terdiri dari gulungan pipa yang dililit secara vertikal dan aliran bergerak dari bagian atas menuju arah bawah dan air dalam tangki berada dalam kondisi steady. Aliran panas bergerak dari uap-air panas ke air yang dingin tersebut berturut-turut secara konveksi paksa, konduksi dan konveksi alamiah.

7. Faktor Pengotoran

Faktor pengotoran baik di dalam maupun diluar pipa dapat dilihat dalam lampiran. Harga untuk pengotoran yang terjadi pada air di bagian luar pipa adalah

$R_{fo} = 0,0002 \text{ [m] }^{-2} \text{ } ^\circ \text{C/W}$ dan untuk Freon didalam pipa R_{fi} adalah $0,0002 \text{ m}^{-2} \text{ } ^\circ \text{C/W}$.

8. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh

Koefisien perpindahan panas global diperoleh dengan menjumlahkan panas-panas yang terlibat dalam penukar panas tersebut. Perpindahan panas dari fluida panas yaitu Freon ke fluida dingin air diperoleh sebagai berikut :

$$U_o = \frac{1}{\frac{A_o}{A_i h_c} + \frac{A_o \ln \left(\frac{D_o/2}{D_i/2} \right)}{2 \pi k_a L N t} + R_{fo} + R_{fi} \frac{A_o}{A_i} + \frac{1}{h_h}}$$

$U_o = 21,8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$

Prosentase perbedaan harga U sebagai perkiraan awal dan U_o hasil perhitungan adalah :

$$\%U = \frac{U - U_o}{U} * 100$$

$$\%U = \frac{20 - 398,21}{20} * 100$$

$$\%U = 1892,02 \%$$

Hasil akhir menunjukkan bahwa kesalahan untuk nilai U_o sangat besar, sehingga proses perhitungan di atas perlu diulangi kembali dengan memasukkan harga U_o hasil perhitungan. Hasil perhitungan dengan berulang (iterasi) dapat dilihat dalam table berikut.

Tabel 2. Hasil akhir iterasi untuk $U_o = U$

No	Uraian	Sumber	Nilai	Iterasi 1	Iterasi 2
Uraian Geometri					
1	Volume air dipanaskan	V		0,0001	0,0001
2	Massa air	m		0,0001	0,0001
3	Perimeter pipa	P		0,0001	0,0001
4	Luas penampang pipa	A _s	0,0001	0,0001	0,0001
5	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
6	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
7	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
8	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
9	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
10	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
11	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
12	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
13	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
14	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
15	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
16	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
17	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
18	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
19	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
20	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
21	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
22	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
23	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
24	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
25	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
26	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
27	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
28	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
29	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
30	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
31	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
32	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
33	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
34	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
35	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
36	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
37	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
38	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
39	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
40	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
41	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
42	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
43	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
44	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
45	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
46	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
47	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
48	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
49	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
50	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
51	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
52	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
53	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
54	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
55	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
56	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
57	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
58	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
59	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
60	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
61	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
62	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
63	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
64	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
65	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
66	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
67	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
68	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
69	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
70	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
71	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
72	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
73	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
74	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
75	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
76	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
77	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
78	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
79	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
80	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
81	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
82	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
83	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
84	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
85	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
86	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
87	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
88	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
89	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
90	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
91	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
92	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
93	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
94	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
95	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
96	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
97	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
98	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
99	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001
100	Perimeter pipa	P	0,0001	0,0001	0,0001

9. Simulasi CFD

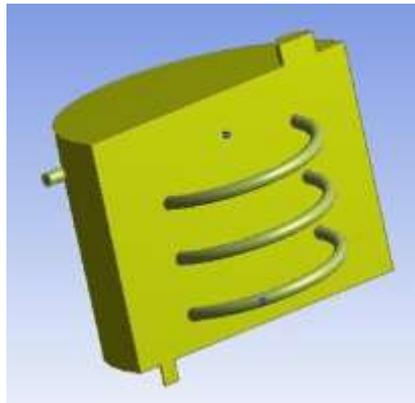
Tahap berikutnya adalah melakukan simulasi menggunakan CFD dari Ansys 14.5. data hasil perhitungan digunakan sebagai model yang akan disimulasi. Data-data yang diperoleh dari desain dan perhitungan dapat dilihat pada Bab III dari laporan ini.

a. Geometri Objek

Tabel 3. Data geometri model

No	Nama bagian	Simbol	Ukuran
1	Diameter shell	Ds	152 mm
2	Panjang shell	Ls	110 mm
3	Diameter luar tube AI	Dot	6.35 mm
4	Diameter dalam tube AI	Dit	5.35 mm
5	Panjang tube	Lt	0.6 m
6	Jarak antar lilitan	Kl	25 mm
7	Jumlah lilitan	Nt	3 lilit

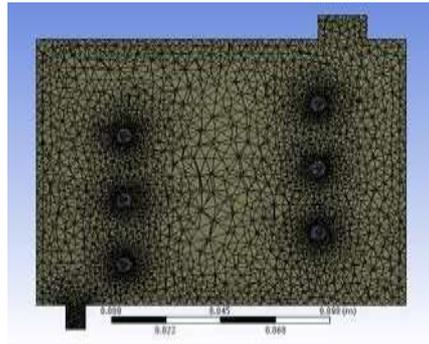
Hasil pembuatan model pada *design modeler* dapat dilihat dalam bentuk irisan berikut.



Gambar 7. Model irisan penukar panas koil

b. Diskritisasi model

Setelah model selesai dibuat selanjutnya membagi model dalam beberapa elem kecil sebagai fungsi dari matematik. Hasil akhir disajikan dalam gambar berikut.

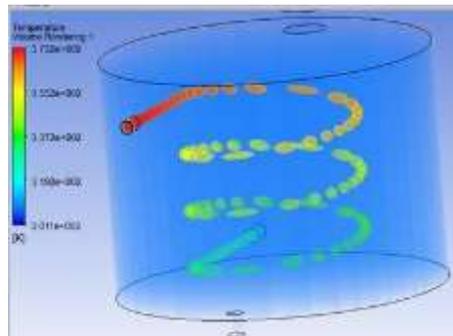


Gambar 8. *Meshing* pekar panas koil

Elemen yang dibentuk merupakan elemen tetrahedral varian dengan bentuk dan ukuran yang diatur oleh aplikasi (default). Jumlah elemen yang dibuat dapat dilihat pada lampiran penelitian ini.

a. Sebaran Temperatur pada *Tube*

Sebaran temperature yang terjadi baik pada air dalam pipa maupun air diluar pipa dapat dilihat dalam gambar 4.3. Temperatur maksimum pada sisi air panas masuk menunjukkan temperature $T_{hi} = 373.2$ K dan pada air panas sisi keluar dengan temperature $T_{ho} = 330.045$ K. sedangkan dari air dalam tangka memiliki temperature keluar sebesar 307 K.



Gambar 9. Distribusi temperature dalam penukar panas koil

10. Laju aliran massa fluida

Laju aliran masa kedua fluida yang dianalisa melalui CFD dalam penukar kalor dapat ditentukan melalui Fluks Report. Hasil target desain dan simulasi memberika perbedaan yang sangat kecil. Berikut adalah hasil simulasi dari CFD.

- Laju aliran massa air panas
Net -8.456409e-07
- Laju aliran massa air dingin
Net -2.5972258e-06

11. Laju aliran panas

Laju aliran panas yang terjadi menurut simulasi dapat disajikan dalam total heat *transfert rate*.

Dari hasil perhitungan bahwa laju energy yang dipindahkan sebanyak

158,13 J/s sedangkan pada simulasi memberikan hasil sebagai berikut.

Total Heat Transfer Rate (w) Net 313.88021

KESIMPULAN

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 158.13 Watt 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 indengan panjang 110 mm. untuk tube digunakan bahan alumunium dengan panjang 0.6 m dengan diameter tube ¼ 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 25mm.

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 samapada 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

- Holman, J.P, Jasfi, Perpindahan kalor, Edisi ke Enam, Erlangga, Jakarta, 1986.
- 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
- White, Frank, M, Fluid Mekaanics, Mc Graw Hill, USA, 1994
- Zainuddin , Jufriзал , Eswanto, Pemilihan Kapasitas Panas Dan Temperatur Udara Alat Penukar Kalor Shell Helical Coil Multi Tube UntukKebutuhan Pengering GabahTipe Rotari DenganMemanfaatkan 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 Sumater AUtara Medan