

# **ANALISIS KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS ALAT *DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER* BERBASIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

Donny Ivananda, Reza Dyota Ahmad, Mochammad Agung Indra Iswara  
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia  
[donnyivananda@gmail.com](mailto:donnyivananda@gmail.com) ; [\[m.agungindra.i@gmail.com\]](mailto:m.agungindra.i@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Double pipe heat exchanger* merupakan salah satu jenis *heat exchanger* di mana proses perpindahan panas terjadi secara tidak langsung melalui dinding pembatas antara fluida panas dan dingin yang mengalir. Desain *double pipe heat exchanger* harus dibuat semaksimal mungkin sebelum diimplementasikan berfungsi dengan baik dan efisien. Simulasi numerik menggunakan metode CFD umum digunakan untuk mengkaji fenomena aliran fluida dalam *heat exchanger*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis koefisien perpindahan panas pada alat *double pipe heat exchanger* dengan variasi material pipa dan konfigurasi aliran fluida. Analisis menggunakan *software* Ansys 2022 R2 versi *student* dengan variabel bebas berupa material pipa (*stainless steel* dan aluminium) dan konfigurasi aliran fluida (*counter current* dan *parallel current*) dengan fluida dingin di bagian *shell* dan fluida panas di bagian *tube*. Variabel tetap yang digunakan adalah laju alir fluida panas sebesar 0,1 kg/s, laju alir fluida dingin sebesar 0,5 kg/s, suhu *inlet* fluida dingin sebesar 298 K, dan suhu *inlet* fluida panas sebesar 350 K. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai koefisien perpindahan panas tertinggi terdapat pada konfigurasi *parallel current* dengan material pipa aluminium sebesar 41,9 W/m<sup>2</sup>K dan nilai terendah pada *counter current* dengan material pipa *stainless steel* sebesar 37,3 W/m<sup>2</sup>K.

**Kata kunci:** *Double pipe heat exchanger, Koefisien perpindahan panas, Simulasi CFD*

## **ABSTRACT**

*Double pipe heat exchanger* is type of *heat exchanger* in which the heat transfer process occurs indirectly through the dividing wall between the hot and cold fluids flowing. The *double pipe heat exchanger* design must be made as optimal as possible before it is implemented to function properly and efficiently. Numerical simulations using the CFD method are commonly used to study fluid flow phenomena in *heat exchanger*. This study aims to analyze the heat transfer coefficient on the *double pipe heat exchanger* with a variety of pipe materials and fluid flow configurations. The analysis uses the student version of Ansys 2022 R2 software with independent variables in the form of pipe material (*stainless steel* and aluminum) and fluid flow configuration (*counter current* and *parallel current*) with cold fluid in the shell section and hot fluid in the tube section. The fixed variables used are the hot fluid flow rate of 0.1 kg/s, the cold fluid flow rate of 0,5 kg/s, the cold fluid inlet temperature is 298 K, and the hot fluid inlet temperature is 350 K. The analysis results show that the highest heat transfer coefficient value is in the *parallel current* configuration with aluminum pipe material of 41.9 W/m<sup>2</sup>K and the lowest value is in the *counter current* with *stainless steel* pipe material of 37.3 W/m<sup>2</sup>K.

**Keywords:** *CFD Simulation, Double pipe heat exchanger, Heat transfer coefficient*

## 1. PENDAHULUAN

Perangkat penukar panas (*heat exchanger*) merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mentransfer panas dari satu fluida ke fluida lainnya secara efisien dan efektif [1]. Perangkat ini memiliki berbagai kegunaan, termasuk dalam industri pengolahan makanan dan minuman, industri kimia, pembangkit listrik, dan lain sebagainya. Dalam industri pengolahan makanan, perangkat penukar panas digunakan untuk memanaskan atau mendinginkan bahan makanan, seperti susu, minyak, dan saus. Di industri kimia, perangkat ini digunakan untuk mengubah suhu dan keadaan fluida dalam proses produksi. Sementara itu, di pembangkit listrik, perangkat penukar panas digunakan dalam sistem pendinginan dan pemanasan dalam generator uap dan pendingin reaktor nuklir [2].

*Double pipe heat exchanger* adalah salah satu jenis alat penukar panas yang banyak digunakan dalam industri. Alat ini terdiri dari dua pipa, yaitu pipa dalam (*tube pipe*) dan pipa luar (*shell pipe*). Pada *double pipe heat exchanger*, aliran fluida panas mengalir pada pipa dalam, sedangkan aliran fluida dingin mengalir pada pipa luar [1]. Panas kemudian dipindahkan dari fluida panas ke fluida dingin melalui dinding pipa yang memisahkan kedua fluida tersebut. Desain *geometry* pipa, jenis material pipa, kecepatan aliran fluida, dan jenis fluida yang digunakan menjadi faktor utama dalam merancang *double pipe heat exchanger* yang optimal agar dapat berfungsi dengan baik dan efisien dalam mengatur suhu dan memindahkan panas dari satu fluida ke fluida lainnya [3].

Agar *heat exchanger* dapat bekerja secara optimal, desain alat harus dibuat semaksimal mungkin sebelum diimplementasikan. Kemampuan desain perancangan *heat exchanger* sangat penting dalam meningkatkan kinerja instalasi di industri. Penggunaan *software engineering simulation* atau simulasi rekayasa untuk perancangan alat dapat menghemat biaya, waktu, dan energi sebelum penerapan di industri. Oleh karena itu, penguasaan teknologi *engineering simulation* menjadi penting untuk desain perancangan alat *heat exchanger* [4].

Ansys adalah sebuah *software* simulasi *engineering* yang memiliki kemampuan handal untuk menganalisis *double pipe heat exchanger*. Penggunaan *software* ini sangat praktis dan hemat biaya. *Software* yang mengacu pada *Computational Fluid Dynamics* adalah Ansys Fluent. *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan sebuah ilmu yang mempelajari mekanisme aliran fluida. Dalam lingkungan industri, CFD telah menjadi media yang sangat berguna dalam mengoptimalkan kinerja suatu produk dengan menguji berbagai alternatif desain pada model simulasi sebelum produk tersebut diproduksi secara fisik [5].

Cakupan penggunaan *Computational Fluid Dynamics* pada penelitian sangatlah luas. Dalam beberapa penelitian terdahulu, CFD telah digunakan untuk menguji *heat exchanger* dengan berbagai analisis yang beragam. Simulasi CFD *shell and tube heat exchanger* telah dikaji oleh Adhitiya dan Ichani (2018) untuk mengetahui karakteristik dan kinerja alat tersebut di tiap desain *baffle* [6]. Efektifitas *Concentric tube heat exchanger* yang diberi *vortex generator* yang diteliti oleh Aridi dkk (2021) berbasis *Computational Fluid Dynamics* [7]. Investigasi perbedaan nilai koefisien perpindahan panas di dalam *double pipe heat exchanger* dengan atau tanpa sirip pernah diteliti oleh Hasan dkk (2023) [8]. Sedangkan, penelitian yang berfokus pada koefisien perpindahan panas di tiap jenis material pipa berbasis *Computational Fluid Dynamics* belum pernah diteliti oleh peneliti terdahulu.

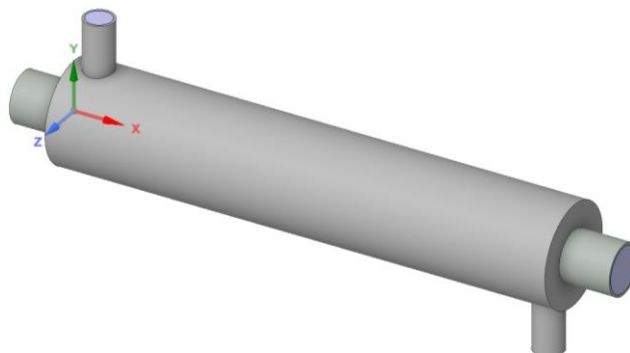
Penelitian dengan menggunakan *software* Ansys ini bertujuan untuk menganalisis koefisien perpindahan panas pada alat *double pipe heat exchanger* dengan variasi material pipa dan konfigurasi aliran fluida. Analisis menggunakan *software* Ansys 2022 R2 versi *student* dengan variabel bebas berupa material pipa (*stainless steel* dan *aluminium*) dan konfigurasi aliran fluida (*counter current* dan *parallel current*). Fluida yang digunakan pada proses transfer energi ini menggunakan air sebagai fluida panas dan fluida dingin.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, digunakan *software* Ansys Student versi 2022 R2. Ansys Student adalah paket *software* gratis dari Ansys yang mencakup berbagai fitur Ansys Workbench, seperti Ansys Mechanical, Ansys CFD, Ansys Discovery, Ansys SPEOS, Ansys Autodyn, Ansys DesignXplorer, Ansys Fluent, dan Ansys SpaceClaim. *Geometry* dan *mesh* yang dibutuhkan untuk memodelkan *domain* dalam simulasi *Computational Fluid Dynamics double pipe heat exchanger* telah dibangun. *Geometry* yang digunakan secara umum bersifat sederhana untuk mempermudah proses simulasi CFD. Ansys SpaceClaim digunakan untuk merancang *geometry double pipe heat exchanger*, sementara Ansys Workbench digunakan untuk membuat *mesh double pipe heat exchanger*. Selanjutnya, pemodelan simulasi dimulai dengan mendefinisikan batas dan kondisi awal untuk *domain* dan melibatkan seluruh *domain* sistem. Hasil simulasi berupa nilai koefisien perpindahan panas akan dianalisis dalam bentuk grafik dan *contour* distribusi suhu. Seluruh proses pemodelan simulasi dilakukan menggunakan Ansys Fluent.

### 2.1. 'Geometry' Set-up Menggunakan Ansys SpaceClaim

Pada Gambar 1 terlihat *geometry double pipe heat exchanger* yang dibangun menggunakan 2 bahan material pipa, yaitu *aluminium* dan *stainless steel*. Konsep 3 dimensi digunakan pada sumbu XY untuk membangun *geometry* tersebut. Konfigurasi aliran *double pipe heat exchanger* terdiri dari *counter current* dan *parallel current*. Pipa *double pipe heat exchanger* dibagi menjadi 2 bagian, yaitu *shell pipe* dan *tube pipe*, masing-masing memiliki 1 lubang *inlet* dan 1 lubang *outlet*. Diameter *inlet* dan *outlet shell pipe* sedikit lebih panjang dibandingkan dengan *tube pipe* untuk mencegah *backflow*.



**Gambar 1.** *Geometry* 3 Dimensi *Double Pipe Heat Exchanger*

Dimensi *geometry double pipe heat exchanger* ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Dimensi *Double Pipe Heat Exchanger*

Deskripsi Bagian Alat	Nilai	Satuan
Panjang <i>shell pipe</i>	200	cm
Panjang <i>tube pipe</i>	240	cm
Diameter <i>inlet-outlet shell pipe</i>	10	cm
Diameter <i>inlet-outlet tube pipe</i>	18	cm
<i>Volume shell pipe</i>	165.671	cm <sup>3</sup>
<i>Total Surface Area shell pipe</i>	39.057	cm <sup>2</sup>
<i>Volume tube pipe</i>	61.073	cm <sup>3</sup>
<i>Total Surface Area tube pipe</i>	14.081	cm <sup>2</sup>

## 2.2. 'Meshing' Set-up Menggunakan Ansys Workbench

*Meshing* dilakukan menggunakan metode *unstructured grid* dengan kombinasi tipe sel *tetrahedral* dan *quadrilateral*. Jumlah *node* pada *mesh* mencapai 52.616 dan jumlah elemen mencapai 135.779, dengan *minimum orthogonal quality* sebesar 0,10801. *Node* pada *mesh* adalah titik-titik diskritisasi pada *domain* atau wilayah yang akan dimodelkan [9]. Sedangkan elemen pada *mesh* adalah bentuk *geometry* sederhana yang digunakan untuk merepresentasikan suatu wilayah pada simulasi numerik [9]. Nilai *minimum orthogonal quality* mengukur sudut yang terbentuk antara vektor normal elemen dan vektor normal elemen yang bersebrangan dengannya. Semakin kecil sudut yang dihasilkan, semakin baik kualitas *mesh*-nya. Nilai *minimum orthogonal quality* diukur dalam rentang 0-1, di mana semakin mendekati 1, semakin baik kualitas *mesh*-nya [9].

## 2.3. 'Cell Zone' Set-up Menggunakan Ansys Fluent

Tabel 2 menunjukkan rincian tentang semua *cell zone* dalam *domain* simulasi. *Cell zone* digunakan untuk memberi batasan atau kondisi khusus pada wilayah tertentu dalam *domain* [10]. Setiap *cell zone* memiliki properti dan kondisi khusus yang berbeda, seperti kecepatan, suhu, tekanan, atau jenis fluida. Dengan menggunakan *cell zone*, pemodelan CFD dapat memperhitungkan efek dari kondisi dan batasan khusus pada wilayah tertentu dalam *domain* dan menghasilkan hasil simulasi yang lebih akurat.

**Tabel 2.** *Cell Zone Double Pipe Heat Exchanger*

Cell Zone	Tipe Bahan	Material
<i>Shell_domain</i>	<i>Fluid</i>	H <sub>2</sub> O
		Alumunium
<i>Shell_pipe</i>	<i>Solid</i>	<i>Stainless Steel</i>
<i>Tube_domain</i>	<i>Fluid</i>	H <sub>2</sub> O
		Alumunium
<i>Tube_pipe</i>	<i>Solid</i>	<i>Stainless Steel</i>

Data material pipa untuk *geometry double pipe heat exchanger* ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Karakteristik Material Pipa *Double Pipe Heat Exchanger*

Material Pipa	Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	Cp [J/(Kg.K)]	Konduktivitas
			Termal [W/(m.K)]
Alumunium	2.719	871	202,04
<i>Stainless Steel</i>	8.030	502,48	16,27

#### 2.4. 'Boundary Condition' Set-up Menggunakan Ansys Fluent

*Boundary conditions* digunakan sesuai dengan kebutuhan model simulasi [10]. Dalam simulasi ini, fluida panas dan dingin yang digunakan adalah air (H<sub>2</sub>O). Kondisi kecepatan dan suhu tiap fluida panas dan dingin memiliki kondisi batas yang berbeda. Konfigurasi "wall" pada model simulasi ditentukan secara terpisah dengan kondisi batas masing-masing. Kondisi termal wall pada *shell pipe* dan *tube pipe* menggunakan flux panas 0 dan setiap wall diatur sebagai "coupled" untuk mentransfer panas antara fluida sisi *shell* dan *tube*. Rincian *boundary conditions* ditampilkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Boundary Condition Double Pipe Heat Exchanger*

Bagian DPHE	Tipe <i>Boundary Condition</i>	Shell	Tube
<i>Inlet</i>	<i>Mass-flow-inlet</i>	0,05 kg/s	0,01 kg/s
<i>Outlet</i>	<i>Pressure-outlet</i>	0 Pa	0 Pa
<i>Wall</i>	<i>No-slip condition</i>	<i>No Heat Flux</i>	<i>No Heat Flux</i>
<i>Turbulence</i>	<i>Turbulence intensity</i>	3%	3%
	<i>Hydraulic diameter</i>	0,1 m	0,18 m
Suhu	<i>Inlet suhu</i>	350 K	298 K

#### 2.5. 'Solution' Set-up Menggunakan Ansys Fluent

Simulasi *double pipe heat exchanger* menggunakan metode solusi "Coupled" dengan skema diskritisasi "Second order upwind". Metode ini dipilih untuk menghindari difusi numerik dan mendapatkan konvergensi yang lebih baik dibandingkan dengan skema orde pertama [11]. Skema diskritisasi orde kedua lebih akurat dalam memenuhi sifat transportivitas [11]. Simulasi dilakukan dengan menggunakan 500 iterasi, dengan interval perhitungan dan *report* 1 kali tiap iterasi.

#### 2.6. Contour Temperature Set-up Menggunakan Ansys Fluent

Tahap interpretasi hasil simulasi dilakukan melalui "Contour Suhu Set-up" yang menampilkan profil distribusi suhu fluida di dalam *double pipe heat exchanger* setelah melakukan 500 iterasi. Proses ini dimulai dengan mengklik "Contour", lalu memilih opsi "New". Pada opsi "Color by", dipilih "temperature", sedangkan pada opsi "New surfaces", dipilih "Plane" dan metode "xy". Selanjutnya, *contour* ditampilkan dengan opsi "Global range" [12].

#### 2.7. Suhu Pada Surface Integral Menggunakan Ansys Fluent

*Surface integral* digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata parameter tertentu pada permukaan model simulasi. Dalam hasil simulasi *double pipe heat exchanger*, nilai suhu pada *inlet* dan *outlet* ditampilkan menggunakan *surface integral*. Untuk menggunakan fitur ini, pengguna perlu mengklik "Surface integral", kemudian memilih "New". Pada "Report type" dipilih "Area-Weighted Average", lalu pada "Field Variable"

dipilih "Suhu". Selanjutnya, pengguna memilih permukaan "inlet" dan "outlet" yang ingin dilihat nilai rata-ratanya [12].

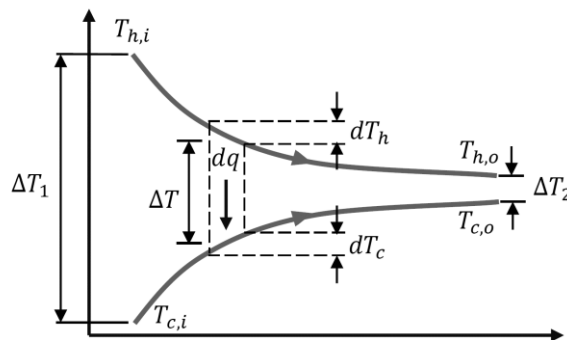
### 2.8. Nilai Koefisien Perpindahan Panas Menggunakan Ansys Fluent

Koefisien perpindahan panas konveksi adalah besaran yang menggambarkan kemampuan aliran fluida untuk memindahkan panas dari suatu permukaan ke fluida tersebut [13]. Dalam hasil simulasi *double pipe heat exchanger*, nilai koefisien perpindahan panas menggunakan persamaan yang terkait dengan laju perpindahan panas ( $Q$ ) [14].

$$Q = UA\Delta T_{LMTD} \quad (1)$$

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

$A$  merupakan *total surface area* dari *tube pipe* pada *double pipe heat exchanger* yang diukur dalam satuan  $m^2$ .  $\Delta T_{LMTD}$  merupakan perbedaan suhu rata-rata logaritmik antara dua fluida yang diukur dalam kelvin (K). Konfigurasi *parallel current* memiliki fluida pendingin dan fluida panas yang mengalir sejajar satu sama lain dalam arah yang sama [15].



**Gambar 2.** Variasi Suhu di Sepanjang Bagian dari *Heat Exchanger* Konfigurasi *Parallel Current*

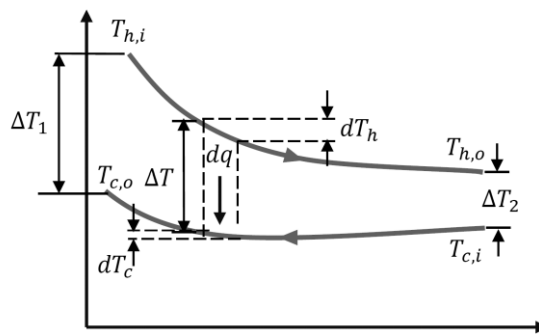
$\Delta T_{LMTD}$  konfigurasi *parallel flow* memiliki persamaan yang dapat dilihat sebagai berikut.

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

$$\Delta T_1 = T_{h1} - T_{c1} = T_{hi} - T_{ci} \quad (4)$$

$$\Delta T_2 = T_{h2} - T_{c2} = T_{ho} - T_{co} \quad (5)$$

Berbeda dengan *parallel current*, konfigurasi *counter current* memiliki fluida pendingin dan fluida panas yang mengalir dalam arah yang berlawanan satu sama lain [15].



**Gambar 3.** Variasi Suhu di Sepanjang Bagian dari *Heat Exchanger* Konfigurasi *Counter Current*

Analisis yang dilakukan untuk *parallel current* juga berlaku untuk *counter current*. Namun, titik akhir suhu dalam kasus *counter current* harus didefinisikan sebagai berikut.

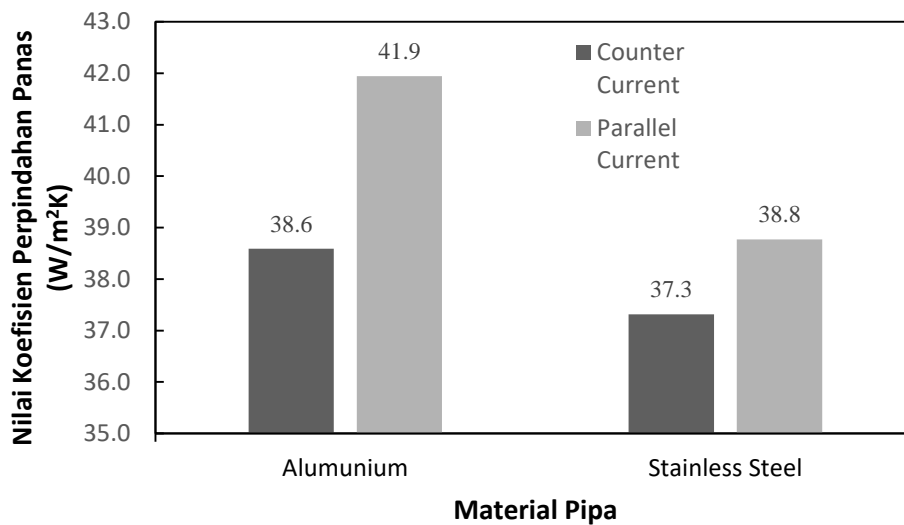
$$\Delta T_1 = T_{h1} - T_{c1} = T_{hi} - T_{co} \quad (6)$$

$$\Delta T_2 = T_{h2} - T_{c2} = T_{ho} - T_{ci} \quad (7)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Nilai Koefisien Perpindahan Panas pada Konfigurasi Aliran dan Material Pipa Berbeda

Analisis nilai koefisien perpindahan panas dilakukan dengan memvariasikan konfigurasi aliran *parallel current*, *counter current*, dan material pipa (aluminium dan *stainless steel*) pada laju alir fluida dingin sebesar 0,5 kg/s pada suhu 298 K dan laju alir fluida panas sebesar 0,1 kg/s pada suhu 350 K. Dalam eksperimen ini, digunakan *Computational Fluid Dynamics* dengan *geometry* dan *mesh* pada *double pipe heat exchanger*. Alat *heat exchanger* ini menggunakan satu lajur lewat fluida panas melalui *shell side* dan satu lajur lewat fluida dingin melalui *tube side* yang menggunakan fluida air. Proses transfer panas terjadi ketika fluida panas mengalir melalui *inlet tube* dan terus menurunkan suhu hingga mencapai aliran keluar pada *outlet tube*. Selanjutnya, fluida dingin yang mengalir melalui *inlet shell* akan mengalami peningkatan suhu hingga mencapai *outlet shell* [16-17].



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Nilai Koefisien Perpindahan Panas pada Berbagai Material Pipa dan Konfigurasi Aliran

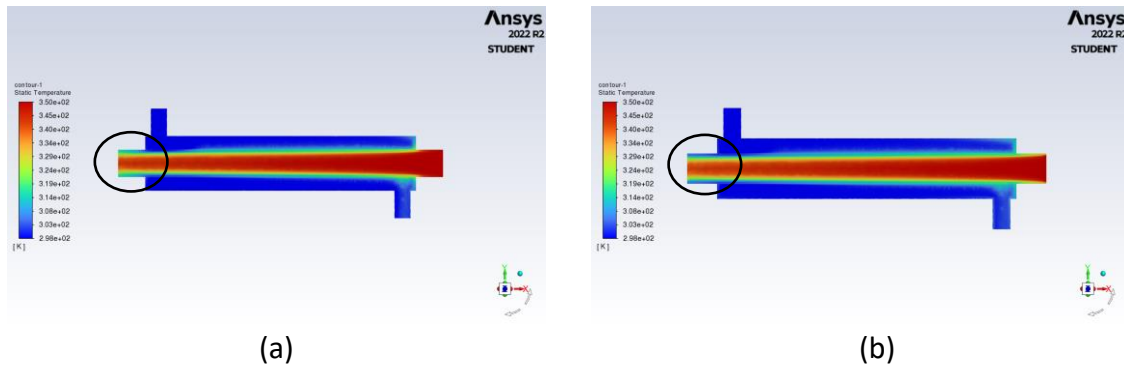
Gambar 4 merupakan nilai koefisien perpindahan panas yang diperoleh dari hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics*. Analisis menunjukkan bahwa koefisien perpindahan panas tertinggi terdapat pada konfigurasi *parallel current* dengan material pipa aluminium sebesar 41,9 W/m<sup>2</sup>K dan nilai terendah pada *counter current* dengan material pipa stainless steel sebesar 37,3 W/m<sup>2</sup>K. Koefisien perpindahan panas pada konfigurasi aliran *parallel current* lebih tinggi dibandingkan dengan *counter current*. Perbedaan suhu yang lebih besar pada *inlet double pipe heat exchanger* aliran *parallel current* memungkinkan terjadinya perpindahan panas yang lebih efektif antara fluida panas dan dingin. Sebaliknya, pada aliran *counter current*, semakin dekatnya posisi fluida di ujung *double pipe heat exchanger* menyebabkan perbedaan suhu antara kedua fluida semakin kecil, sehingga perpindahan panas yang terjadi semakin sedikit [18].

Konduktivitas panas aluminium yang lebih tinggi dari *stainless steel* memungkinkan transfer panas yang lebih efektif antara fluida panas dan dingin pada *heat exchanger*. Selain itu, aluminium memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menyerap dan menyalurkan panas dibandingkan dengan *stainless steel*. Hal ini disebabkan oleh sifat termal aluminium yang lebih tinggi, sehingga lebih efisien dalam memindahkan panas antara fluida yang mengalir di dalam pipa. Berbeda dengan *stainless steel* yang memiliki sifat termal yang lebih rendah, sehingga transfer panas yang terjadi pada *heat exchanger* tidak seefektif aluminium [19].

### 3.2 Profil *Contour* Suhu Konfigurasi Aliran dan Material Pipa Berbeda

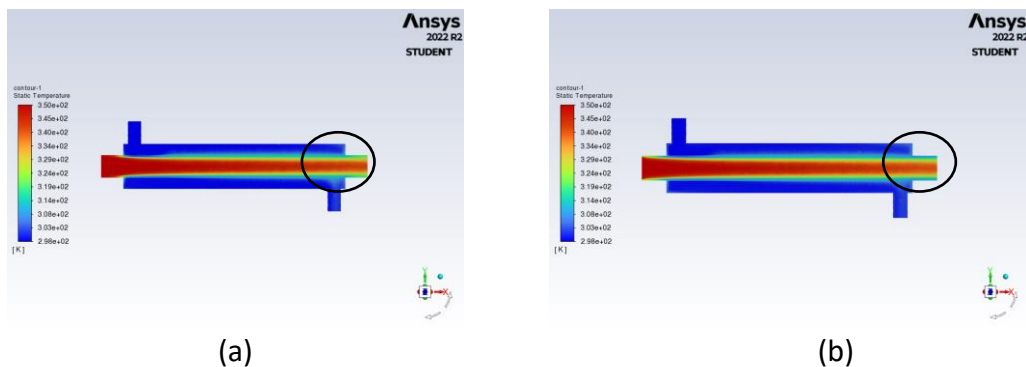
Profil *contour* suhu memvisualisasikan variasi material pipa dalam dua konfigurasi aliran yang berbeda pada *double pipe heat exchanger*. *Inlet* dan *outlet* fluida dingin disimulasikan sama di tiap konfigurasi aliran. *Colourmap* suhu pada simulasi ini ditandai dengan adanya warna merah, kuning, hijau, dan biru. Semakin tinggi suhunya maka warna yang ditampilkan cenderung menjadi merah, sementara jika suhu semakin rendah maka warnanya cenderung biru.





**Gambar 5.** *Contour* Suhu Fluida Konfigurasi *Counter Current* : a. *Stainless Steel*, b. Aluminium

*Contour* suhu hasil simulasi dengan konfigurasi *counter current* dapat dilihat pada Gambar 5. Terlihat bahwa terdapat sedikit perbedaan perubahan suhu antara pipa *stainless steel* dan aluminium. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada bahan aluminium, bagian *outlet tube pipe* masih dalam suhu yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan bahan *stainless steel*. Perbedaan suhu antara material dapat mempengaruhi kekuatan dan kekerasan bahan logam yang pada akhirnya dapat menyebabkan perubahan bentuk akibat ekspansi termal [20-21].



**Gambar 6.** *Contour* Suhu Fluida Konfigurasi *Parallel Current* : a. *Stainless Steel*, b. Aluminium

Pada Gambar 6 yang menunjukkan konfigurasi *parallel current*, terlihat bahwa terdapat sedikit perbedaan perubahan suhu antara pipa *stainless steel* dan aluminium, mirip dengan hasil simulasi pada konfigurasi *counter current*. Namun, karena *parallel current* menghasilkan nilai koefisien perpindahan panas yang lebih tinggi, *contour* suhu menunjukkan adanya area yang dominan berwarna jingga pada bagian tengah *outlet*, yang menandakan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan konfigurasi *counter current*.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada simulasi CFD *double pipe heat exchanger* pada konfigurasi aliran *counter current* dan *parallel current* menggunakan *computational fluid dynamics* dengan air sebagai fluida panas dan dingin, nilai koefisien perpindahan panas *double pipe heat exchanger* yang

menggunakan bahan alumunium lebih besar daripada bahan *stainless steel* karena nilai konduktivitas termal yang lebih besar. Konfigurasi aliran *parallel current* menghasilkan nilai koefisien perpindahan panas terbaik.

Saran untuk penelitian berikutnya yang dapat dilakukan adalah melakukan penelitian simulasi jenis fluida, variasi suhu fluida dan laju alir fluida dingin yang mempengaruhi nilai koefisien perpindahan panas diperlukan. Selain itu, perlu melakukan kalkulasi terhadap nilai *Number of Transfer Units* agar memperoleh nilai efektivitas *double pipe heat exchanger*.

## REFERENSI

- [1] Muslimin, U. A. Ghani, dan M. Taufiqurrahman, "Rancang Bangun Alat Praktikum Heat Exchanger Tipe Pipa Ganda," *JTRAIN Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, vol. 2, no. 2, hlm. 192–196, 2021.
- [2] B. E. Gustawan, "Analisis Variasi Helical Baffle pada Shell and Tube Heat Exchanger Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, 2017.
- [3] M. A. M. Ali, W. M. El-Maghlany, Y. A. Eldrainy, dan A. Attia, "Heat transfer enhancement of double pipe heat exchanger using rotating of variable eccentricity inner pipe," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 57, no. 4, hlm. 3709–3725, Des 2018, doi: 10.1016/J.AEJ.2018.03.003.
- [4] A. Reddy Y, Archana, M. Dabair, dan P. Kalyan S, "CFD Analysis on Nickel and Titanium Double Pipe Heat Exchanger," *International Journal of Mechanical and Industrial Technology*, vol. 8, no. 1, hlm. 8–16, Apr 2020, [Daring]. Tersedia pada: [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)
- [5] Rahmawaty, S. Dharma, Suherman, dan Ilmi, "Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil," *9th Applied Business and Engineering Conference*, hlm. 1253–1262, Agu 2021.
- [6] A. Adhitiya dan D. Ichسانی, "Simulasi Performansi Heat Exchanger Type Shell and Tube dengan Double Segmental Baffle terhadap Helical Baffle," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no. 3, hlm. B419–B424, 2013.
- [7] R. Aridi, S. Ali, T. Lemenand, J. Faraj, dan M. Khaled, "CFD analysis on the spatial effect of vortex generators in concentric tube heat exchangers – A comparative study," *International Journal of Thermofluids*, vol. 16, hlm. 100247, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2022.100247>.
- [8] M. F. Hasan, M. Danişmaz, dan B. M. Majel, "Thermal performance investigation of double pipe heat exchanger embedded with extended surfaces using nanofluid technique as enhancement," *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 43, hlm. 102774, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.102774>.
- [9] Y. P. Damayanti, "Simulasi Temperature Control System pada Internal Flow Fluida Viscous dengan menggunakan Perangkat Lunak CFD (Computational Fluid Dynamics)," Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2012.
- [10] A. Agung Krisunarya dan F. Markus L Nainggolan, "Simulasi CFD Karakteristik Hidrodinamika Fermentor Bioetanol," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.

- [11] E. C. Eukharisto, "Investigasi Karakteristik Perpindahan Panas terhadap Diamond Vortex Generator pada Shell and Tube Heat Exchanger menggunakan Komputasi Dinamika Fluida," Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2020.
- [12] T. R. Agust, A. Setiawan, N. A. Maliky, dan A. Aminudin, "Simulasi Pengaruh Bentuk dan Jumlah Sudu Kincir Air Undershot Terhadap Kecepatan Sudut Melalui Metode Computation Fluid Dynamics(CFD) Menggunakan Software ANSYS Fluent," *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, vol. 6, hlm. 262–268, 2020.
- [13] M. Ma'a, "Karakteristik Perpindahan Panas pada Double Pipe Heat Exchanger, perbandingan aliran parallel dan counter flow," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 1, no. 2, hlm. 161–168, Okt 2013, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/279805576>
- [14] M. Ma'a, "Distribusi Koefisien Perpindahan Panas Konveksi Daerah Entrance Dan Fully Developed Perbandingan Empiris dan Eksperimen Pada Double Pipe Heat Exchanger," *Jurnal ELEMENTER*, vol. 1, no. 2, hlm. 20–28, Nov 2015, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.pcr.ac.id>
- [15] K. Putri, R. Allifia, E. D. P. Sari, D. Pratiwi, dan E. Ningsih, "Pengaruh Laju Alir Fluida Panas dan Fluida Dingin terhadap besarnya Transfer Panas pada Alat Heat Exchanger," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan X*, 2022.
- [16] N. Titahelu, "Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Searah Terhadap Karakteristik Heat Exchanger Shell and Tube," *J Teknol*, vol. 5, no. 2, hlm. 819–824, 2010.
- [17] A. S. B. Wardhani, A. T. Labumay, dan E. Ningsih, "Influence of Fluid Inflow Rate on Performance Effectiveness of Shell and Tube Type Heat Exchanger," *Journal of Mechanical Engineering, Science, and Innovation*, vol. 2, no. 1, hlm. 9–15, Mei 2022, doi: 10.31284/j.jmesi.2022.v2i1.2993.
- [18] R. Firdaus, T. A. Ajiwiguna, dan M. R. Kirom, "Evaluasi Koefisien Perpindahan Kalor dan Efektivitas pada Penukar Kalor Spiral Tube in Shell," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 2, hlm. 5051–5057, Agu 2019.
- [19] Prianggono, Danial, dan F. Prima, "Rancang Bangun dan Pengujian Alat Ukur Konduktivitas Termal untuk Alat Bantu Praktikum Jurusan Teknik Mesin Universitas Tanjungpura," *JTRAIN*, vol. 3, no. 1, hlm. 27–31, 2022.
- [20] B. S. Ardana, A. Akbar, dan Y. S. Pramesti, "Rancang Bangun Alat Konduktivitas Thermal Logam," *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, hlm. 182–187, Jul 2021.
- [21] E. Prasetya, Z. Arifin, dan T. Joko, "Simulasi Perpindahan Panas Konduksi pada Pengelasan Logam Tak Sejenik antara Baja Tahan Karat AISI 304 dan Baja Karbon Rendah SS 400 dengan Metode Beda Hingga," *MEKANIKA*, vol. 9, no. 1, hlm. 262–267, Sep 2010.