

PEMODELAN DAN ANALISIS KINERJA SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER DENGAN METODE CFD

Candra Damis Widiawaty¹, Gun Gun Ramdhan Gunadi² dan Adi Syuriadi³

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok 16425

Email: candamis@gmail.com , gungun.rg@mesin.pnj.ac.id , adi.syuriadi@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

One of the problem that faces by local heat exchanger manufactur is testing the heat performance test, because of customized product and facilities. It could be solved by CFD Method.

The purpose of this study is to describe the actual prosedure to simulate and analysis thermofluid ini shell and tube system. The procesure of this research are survey, calculating the heat performance test based on general concept of heat transfer, and verify the simulation result.

The CFD method results the temperatur of water inlet is 30 °C, water outlet 31 °C, oil inlet 55 °C, and oli outlet 53 °C. The manual calculation based on Kern method results the temperatur of water inlet is 30 °C, water outlet 31 °C, oil inlet 55 °C, and oli outlet 52 °C.

Keywords: Shell and tube heat exchanger, CFD , Kern Method

ABSTRAK

Salah satu kendala manufaktur lokal heat exchanger (HE) adalah tidak dapat melakukan performance test perpindahan panas, karena keterbatasan fasilitas. Kendala ini dapat diatasi dengan metode CFD.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi simulasi dan analisis termofluida pada sistem shell and tube heat exchanger (STHE). Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi berbasis CFD. Proses penelitian dimulai dari pengambilan data di manufaktur lokal STHE, perhitungan kinerja berdasarkan persamaan umum perpindahan panas, simulasi dan analisis kinerja STHE.

Perhitungan simulasi menunjukkan temperatur di inlet air sebesar 30oC, temperatur outlet air sebesar 31oC, temperatur inlet oli 55 oC dan temperatur outlet oli 53 oC. Perhitungan metode Kern menghasilkan temperatur di inlet air sebesar 30oC, temperatur outlet air sebesar 31oC, temperatur inlet oli 55 oC dan temperatur outlet oli 52 oC.

Kata Kunci : Shell and tube heat exchanger, CFD , metode Kern

PENDAHULUAN

Shell and Tube Heat exchanger (STHE) adalah tipe alat penukar kalor yang sering digunakan pada industri karena mampu bekerja pada temperatur dan tekanan tinggi. Perancangan berdasarkan standar TEMA dan pendekatan analisis menghasilkan kinerja fluida dan kinerja mekanik yang handal.

Manufaktur lokal sering memproduksi STHE customize (bukan produk massal). Hal inilah yang menjadi salah satu

kendala untuk melakukan performance test kinerja perpindahan panas. Performance test yang dilakukan saat ini adalah tes kebocoran dengan menggunakan udara bertekanan atau air.

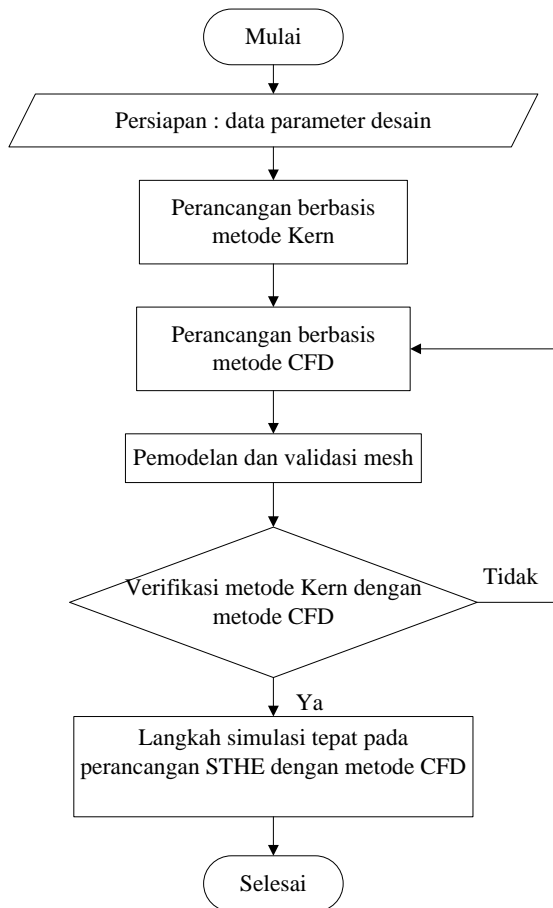
Kemajuan ilmu komputer, matematika, dan keteknikan menghasilkan program Computational Fluid Dynamics (CFD). Metode CFD mampu memvisualisasikan fenomena aliran fluida dan proses di dalamnya seperti perpindahan panas, reaksi kimia, multi fasa, dan lainnya.

Diperlukan keterampilan dan keahlian dalam melakukan simulasi aliran dengan metode CFD sehingga hasilnya sesuai dengan konsep dan data aktual.

Kajian penelitian ini adalah prosedur simulasi, pemodelan, verifikasi, dan analisis kinerja STHE. Hasil penelitian ini diharapkan mampu membantu industri dan akademisi untuk melakukan simulasi proses perpindahan panas pada sistem STHE dengan metode CFD.

METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka disusunlah diagram alir kerja seperti pada gambar

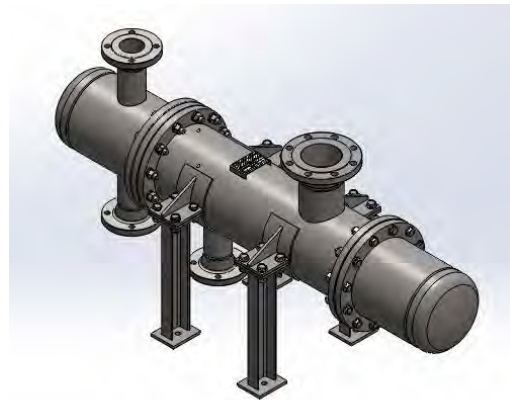


Gambar 1. Bagan alir penelitian

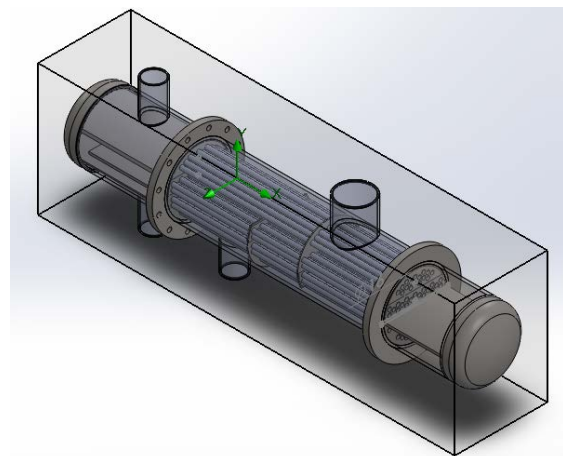
Pemodelan

Simulasi ini menggunakan model 3 Dimensi sesuai dengan desain saat ini. Tahapan pemodelan terdiri dari pembuatan model simulasi berdasarkan gambar produksi, pembangkitan grid, dan kondisi sempadan.

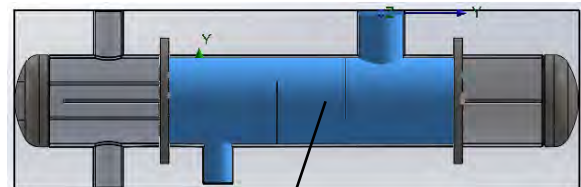
Fluida yang berkerja pada STHE adalah air dan oli. Air mengalir di sepanjang 4 laluan tube sedangkan oli mengalir di shell dengan 2 *baffle*.



Gambar 2. Geometri STHE

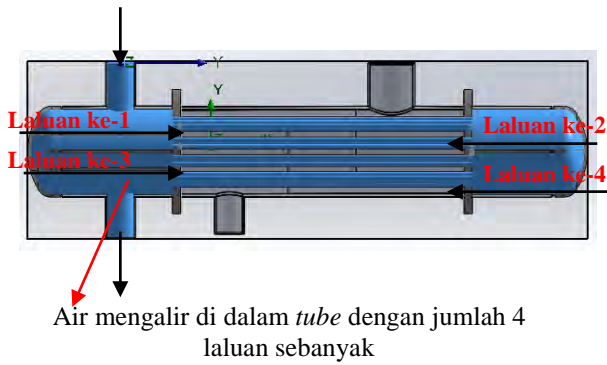


Gambar 3. Model simulasi STHE

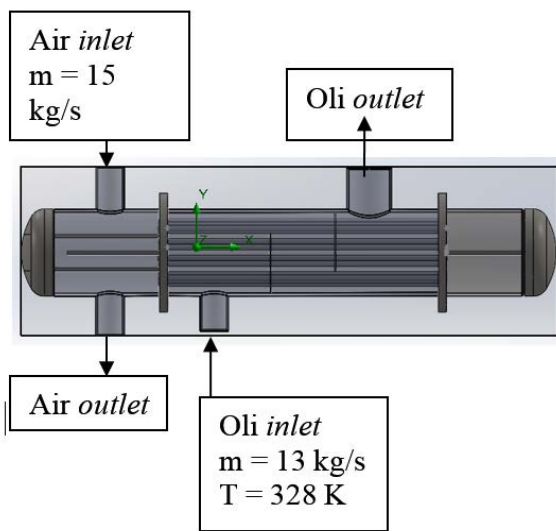


Oli mengalir di dalam *shell*

Gambar 4. Kondisi sempadan domain oli di *shell* STHE



Gambar 5. Kondisi sempadan domain air di tube STHE



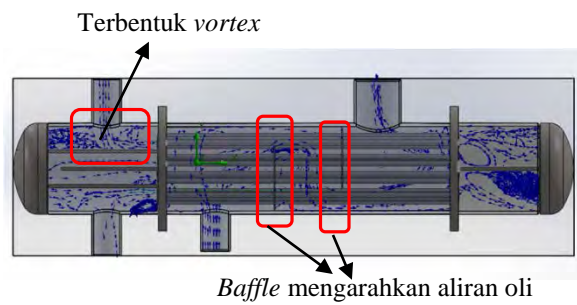
Gambar 6. Kondisi sempadan model simulasi STHE

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kinerja perpindahan panas heat exchanger menggunakan metode Kern dan metode CFD. Perhitungan metode Kern dapat dilihat pada Tabel 1.

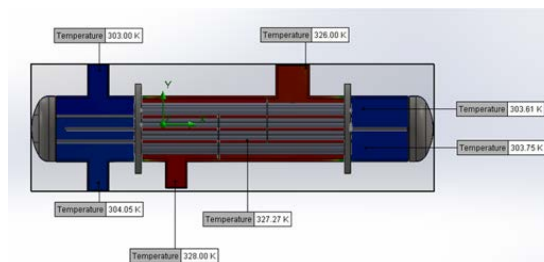
Tabel 1. Kinerja STHE berdasarkan metode Kern

Kinerja STHE			
U	1431,14 W/m ² K		
ΔT _{LMTD}	22,8°C		
m _{oli}	13 kg/s	m _{air}	15 kg/s
T _{in,oli}	T _{out,oli}	T _{in,air}	T _{out,air}
55°C	52°C	30°C	31°C



Gambar 7. Hasil simulasi vektor kecepatan

Hasil simulasi vektor kecepatan pada sisi tube menunjukkan air mengalir dari header sisi atas (*inlet*) melalui kelompok tube pada laluan 1, kemudian melalui kelompok tube pada laluan 2, setelah itu melalui kelompok tube pada laluan 3, lalu melalui kelompok tube pada laluan 4 menuju *outlet*. Perbedaan luas penampang sisi *inlet* dengan luas penampang total kelompok tube laluan 1 menyebabkan gangguan aliran di sisi *inlet tube* sehingga terbentuk vortex. Fenomena ini sesuai dengan konsep aliran fluida, yaitu Bernaoulli. Konsep Bernaoulli menjelaskan prinsip kekekalan energi aliran fluida, yaitu jumlah tekanan, tekanan statik, dan tekanan dinamis pada setiap titik sama.

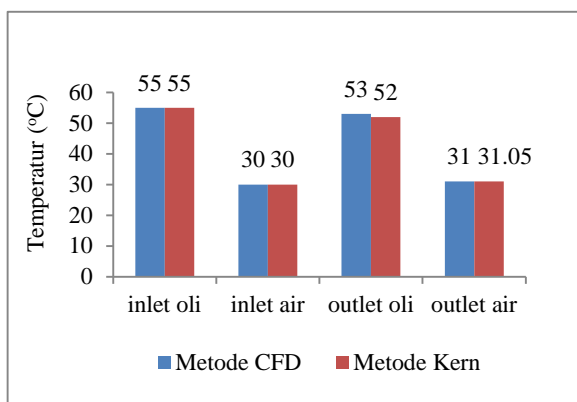


Gambar 8. Hasil simulasi kontur temperatur

Hasil simulasi kontur temperatur menunjukkan temperatur air meningkat seiring dengan panjang lintasannya. Distribusi temperatur adalah sebagai berikut : temperatur air di sisi *inlet* sebesar 30 °C, temperatur air di sisi keluaran laluan 1 sebesar 30.61 °C, temperatur air di sisi keluaran laluan 3 sebesar 30.75 °C, dan temperatur air di sisi *outlet* sebesar 31.05 °C.

Hasil simulasi kontur temperatur oli menunjukkan temperatur oli menurun seiring dengan panjang lintasan. Distribusi temperatur adalah sebagai berikut : temperatur oli di sisi *inlet* sebesar 55 °C, temperatur oli setelah melewati *baffle* 1 sebesar 54,27 °C, dan temperatur oli di sisi *outlet* sebesar 53 °C.

Kedua fenomena ini sesuai dengan konsep perpindahan panas, yaitu pelepasan dan penyerapan panas akan berlangsung terus-menerus sehingga tercapai keseimbangan termal.



Gambar 9. Hasil verifikasi temperatur Verifikasi menunjukkan selisih temperatur di outlet temperatur sebesar 1 °C. Hasil ini menunjukkan prosedur simulasi dan penggunaan grid standar tingkat tiga cukup akurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari Penelitian ini adalah:

1. Perhitungan kinerja perpindahan panas berdasarkan metode kern menghasilkan temperatur di sisi *inlet* air 30 °C, temperatur di sisi *outlet* air 31 °C, temperatur di sisi *inlet* oli 55 °C dan temperatur di sisi *outlet* temperatur 52 °C.
2. Penggunaan fasilitas *grid* tingkat tiga pada perhitungan simulasi menghasilkan temperatur di sisi *inlet* air 30 °C, temperatur di sisi *outlet* air 31 °C, temperatur di sisi *inlet* oli 55 °C

dan temperatur di sisi *outlet* temperatur 53 °C.

3. Hasil verifikasi perhitungan kinerja dengan metode Kern dan metode CFD sesuai dengan konsep perpindahan panas. Terdapat selisih temperatur di sisi *outlet* oli sebesar 1 °C. Hasil ini menunjukkan bahwa prosedur simulasi dan *grid* tingkat tiga mampu menghasilkan perhitungan yang akurat.

Saran

Perlu dilakukan penggunaan fasilitas *grid* tingkat 4 dan tingkat 5 sebagai pembandingan hasil simulasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Dana DIPA Politeknik Negeri Jakarta, Penelitian Dosen Pemula, Tahun Anggaran 2016 dan PT. Intan Prima Kalorindo yang telah memberikan fasilitas pendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Candra D. Widiawaty. 2012. Analisis Desain dan Redesain Alat penukar kalor Tipe *shell and tube* dengan CFD. UI Depok.
- [2] Ender Ozden, Ilker Tari. 2010. *Shell Side CFD Analysis of a Small Shell and tube Heat exchanger*. Energy Conversion and Management, 1004-1014.
- [3] Gaddis D. 2007. Standard of the Tubular Exchanger Manufacturers. Ninth edition.
- [4] Incopera. 2008. Fundamental of Heat and Mass Transfer. Sixth edition. McGraw-Hill.
- [5] Jiyuan Tli, Heng Yeoh, Chaoqun Li. 2008. Computational Fluid Dynamics A Practical Approach. Elsevier Inc.
- [6] Kern DQ. 1950. Process heat transfer. New York(NY) : McGraw-Hill.

- [7] Uday C. Kapale, Satish Chand. 2005. Modelling for shell-side pressure drop for liquid flow in *Shell and tube Heat exchanger*. International Journal of Heat and Mass Transfer 49, 601-610.

