

## PERENCANAAN JUMLAH TUBE SEBUAH ALAT PENUKAR KALOR PADA SAAT BEDA TEMPERATUR RATA-RATA 20% LEBIH TINGGI DARI DISAIN RANCANGAN

Sulis Yulianto<sup>1\*</sup>, Fadwah Maghfurah<sup>2</sup>, Munzir Qadri<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

JL Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat

Tlp: 0812111456768

\*sulis.yulianto@yahoo.com

### ABSTRAK

Perencanaan jumlah tube pada sebuah alat penukar kalor sangatlah penting dilakukan dengan tepat agar performance dari unit dapat tercapai secara maksimal, maka dalam kegiatan penelitian ini akan dilakukan suatu prediksi perencanaan perhitungan jumlah *tube* pada saat beda temperatur rata-rata fluida didalam sistem telah mencapai 20% dari spesifikasi disain rancangannya. Alat penukar kalor dalam penelitian ini memiliki 37 tube yang akan dioperasikan pada beban *thermal* konstan sebesar (Q) 5675 Watt dengan laju aliran fluida dingin (mc) 0,122 kg/s dengan kecepatan aliran fluida panas (mh) 0,075 kg/s yang kemudian akan dilakukan pengambilan data untuk dapat memprediksi jumlah tube terbaru dari disain sebelumnya saat beda temperatur rata-rata telah mencapai 20 % lebih tinggi dari spesifikasi disain rancangannya. Sehingga didapatkanlah jumlah tube sebanyak 10 buah tube dari sebelumnya sebanyak 37 buah *tube*, maka dengan adanya suatu prediksi terhadap variasi jumlah *tube* tersebut dapat dijadikan suatu rujukan pada suatu disain rancang bangun pada sebuah alat penukar kalor dimasa yang akan datang sehingga dapat lebih ekonomis, efisien dan memiliki kehandalan dalam suatu kegiatan produksi.

**Kata kunci:** Alat penukar kalor, *Tube*, *Cleaning interval*.

### ABSTRACT

*Planning the number of tubes in a heat exchanger is very important to do the right so that the performance of the unit can be achieved to the maximum, then in this research activity will be carried out a predictive planning of calculating the number of tube when the difference the average temperature of fluid within the system had reached 20% of rancangannya design specifications. Heat exchanger in this study had a 37 tube to be operated at a load thermal constant of (Q) 5675 Watt with the fluid flow rate of cold (mc) 0.122 kg / s at a flow rate of the hot fluid (mh) 0.075 kg / s which will then be carried out retrieval of data to be able to predict the amount of the latest tube from the previous design is different when the average temperature has reached 20% higher than the design specifications rancangannya. So didapatkanlah number of tube sebanyak 10 pieces tube from the previous total of 37 pieces of tube, then the presence of a prediction of the variation of the number of tubes can be used as a reference to design the design on a heat exchanger in the future so it can be more economical, efficient and having reliability in a production activity.*

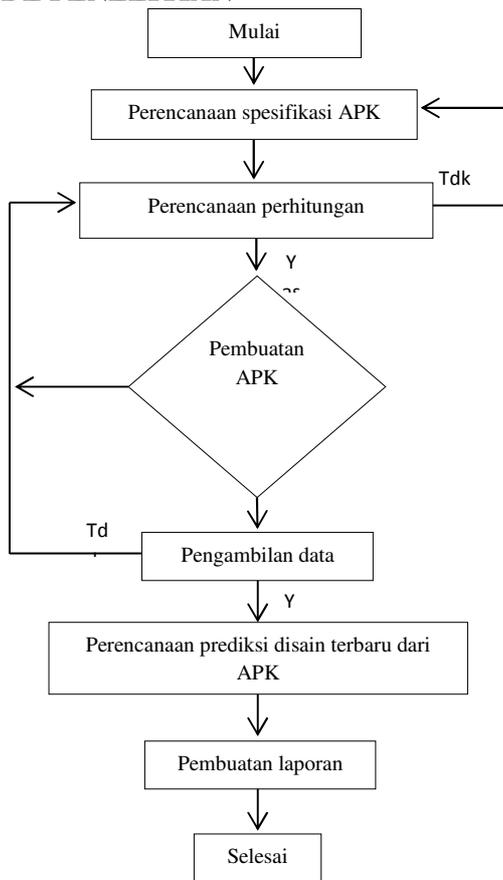
**Keywords:** *Heat exchanger, Tube, Cleaning intervals.*

### PENDAHULUAN

Alat penukar kalor adalah suatu alat yang sangat penting dalam kegiatan proses industri, dimana dukungan yang maksimal dari alat tersebut dapat mempengaruhi suatu proses menjadi kurang maksimal, maka perlu adanya

suatu perencanaan disain yang tepat dan ekonomis dalam pembuatan suatu alat penukar kalor tersebut sehingga dapat dioperasikan dengan baik dan berjalan secara maksimal sesuai prediksi disain yang telah dirancang.

**METODE PENELITIAN**



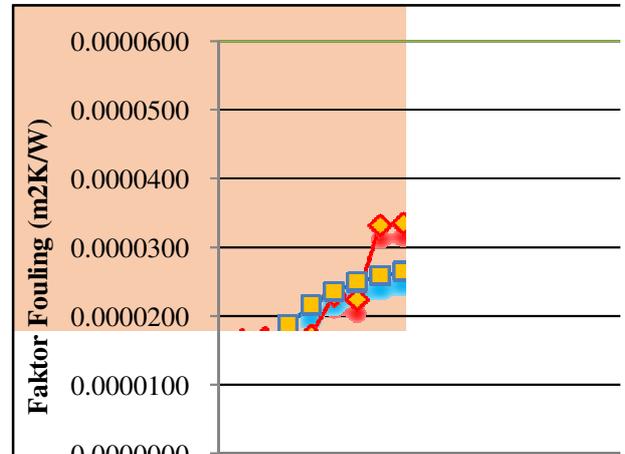
Gambar 1. Diagram alir perencanaan penelitian

Metode dalam kegiatan penelitian ini yaitu dengan cara memprediksi sebuah alat penukar kalor terbaru dari sebelumnya dengan menggunakan metode analisa perencanaan kegiatan cleaning interval pada saat beda temperature rata-rata kedua fluida telah mencapai 20 % lebih tinggi dari spesifikasi disain rancanganya  $(\Delta T_{mf}/\Delta T_{mc}) = 1,2$

**PEMBAHASAN**

Pada konsep perencanaan disain terbaru pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode disain alternatif dengan faktor *fouling* fungsi waktu dimana data yang telah didapat akan dilakukan suatu evaluasi mengenai pembentukan pengotoran didalam sistem APK tersebut, yang kemudian data-data tersebut dievaluasi dalam bentuk analisa perhitungan untuk dapat menghasilkan suatu spesifikasi disain alat penukar kalor terbaru dari sebelumnya. Sehingga dari hasil pengamatan dan analisa pengambilan data didapatkanlah

hasil berupa karakteristik perkembangan faktor pengotoran didalam sistem dengan metode pendekatan *assymtotik* seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 2. Karakteristik *assymtotik* faktor pengotoran APK.

Kemudian tahap selanjutnya, dilakukan perencanaan analisa perhitungan disain terbaru dimana alat penukar *kalor* ini akan dioperasikan pada beban *thermal* konstan ( $Q_{cst}$ ) dan akan dimana kegiatan *maintenace* tersebut akan dilakukan pada saat kondisi beda temperatur rata-rata kedua fluida telah mencapai 20 % lebih tinggi dari kondisi awalnya sehingga bila nilai  $\Delta T_{mc}$  disain rancanganya adalah sebesar 6,4 K, maka didapatkanlah nilai sebesar 7,6 K yaitu 20 % lebih tinggi dari nilai desainya maka didapatkan nilai beda temperatur tersebut adalah sebesar 1,2 K.

Kemudian dengan diketahuinya nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh sebesar 3174,6 W/m<sup>2</sup>K, maka dimensi luas penampang serta jumlah tube yang akan dipakai pada disain terbaru dari alat penukar kalor dapat diketahui yaitu sebesar 0,25 m<sup>2</sup>.

$$Q_c = U_c \cdot A_c \cdot \Delta T_{mc}$$

$$A = \frac{Q_c}{U_c \cdot \Delta T_{mc}}$$

$$A = \frac{5657,8 \text{ W}}{3571,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 6,4 \text{ K}} = 0,25 \text{ m}^2$$

Dimana:

$$A = \pi \cdot D_o \cdot L \cdot N$$

$$N = \frac{A}{\pi \cdot D_o \cdot L}$$

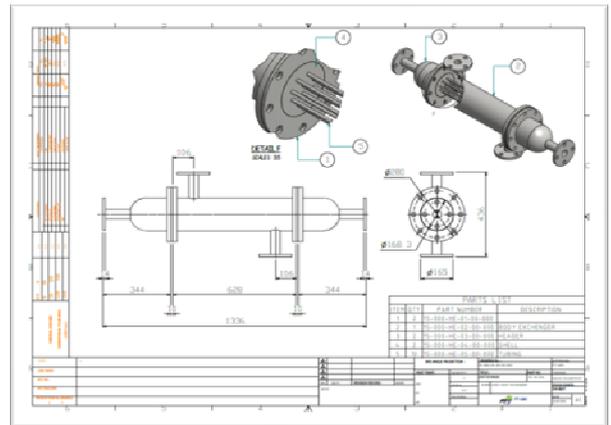
$$N = \frac{0,25 \text{ m}^2}{3,14 \cdot 0,0127 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m}}$$

$$= 10 \text{ Tube}$$

Sehingga pada konsep rancangan disain alat penukar kalor yang kedua ini dengan menggunakan metode konvensional didapatkan nilai jumlah tube adalah sebanyak 10 tube. Kemudian dari analisa perhitungan metode disain alternatif tersebut diatas maka didapatkan sebuah spesifikasi disain terbaru yang menggunakan faktor *fouling* fungsi waktu seperti yang terdapat pada tabel 1 dibawah.

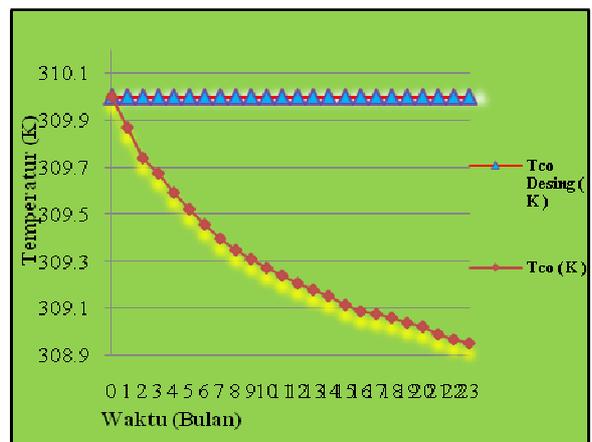
Tabel 1. Spesifikasi disain APK terbaru

SPEKIFIKASI DISAIN APK RANCANGAN KE 1	SATUAN	SPEKIFIKASI DISAIN APK RANCANGAN KE 2	SATUAN
Jumlah Tube	37 Tube	Jumlah tube	10 Tube
Luas penampang APK	0,88 m <sup>2</sup>	Luas penampang APK	0,25 m <sup>2</sup>
Diameter tube (OD)	0,0127 mm	Diameter tube (OD)	0,0127 mm
Panjang tube	0,6 m	Panjang tube	0,6 m
Diametr shell	0,15 m	Diametr shell	0,15 m
Laju aliran fluida masuk shell (mh)	0,075 kg/s	Laju aliran fluida masuk shell (mh)	0,075 kg/s
Laju aliran fluida masuk tube (mc)	0,122 kg/s	Laju aliran fluida masuk tube (mc)	0,122 kg/s
Temp.fluida dingin masuk tube (Tci)	27 °C/ 300 K	Temp.fluida dingin masuk tube (Tci)	27 °C/ 300 K
Temp. fluida dingin keluar tube (Tco)	37 °C / 310 K	Temp. fluida dingin keluar tube (Tco)	37 °C / 310 K
Temp. fluida panas masuk shell (Thi)	320 K	Temp. fluida panas masuk shell (Thi)	320 K
Temp. fluida panas keluar shell (Tho)	303,8 K	Temp. fluida panas keluar shell (Tho)	303,8 K
Beban termal (Qc) desain =5100 W dengan Qc maks 6270 W	5100 Watt	Beban termal (Qc)	5657,8 Watt



Gambar 3. Disain APK terbaru hasil rancangan

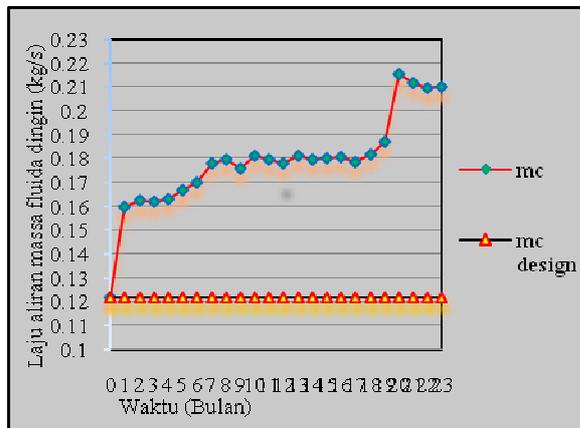
Pada konsep disain dengan menggunakan faktor *fouling* fungsi waktu ini didapatkan data hasil eksperimen seperti terdapat pada gambar 4 , dimana data grafik tersebut menunjukkan bahwa karakteristik tempratur pada aliran fluida dingin (Tco) pada alat penukar kalor hasil rancangan disain ke2 memiliki kecendrungan menurun dari disain rancanganya seiring bertambahnya waktu pengoperasionalan alat tersebut.



Gambar 4. Karakteristik tempratur fluida dingin.

Sedangkan untuk karakteristik laju aliran fluida dingin (mco) pada alat penukar kalor hasil rancangan disain ke2 seperti terlihat pada gambar 5 dimana memiliki kecendrungan kecepatanya terus akan terus meningkat dari disain rancanganya yang dikarenakan telah terbentuknya pengotoran didalam system APK tersebut yang menjadi penghambat terjadinya pelepasan panas, maka fluida dingin harus terus dinaikan untuk dapat meningkatkan serta menstabilkan nilai tempratur kerja yang

diinginkan pada spesifikasi disain rancangan awal.



Gambar 5. Karakteristik laju aliran fluida dingin.

#### Studi pendahuluan yang telah dilakukan:

#### KESIMPULAN:

Bahwa untuk dapat meningkatkan efektifitas dari APK hasil rancangan dengan menggunakan metode perencanaan alternative disain dengan menggunakan *factor fouling* fungsi waktu ini diperlukan adanya suatu tambahan alat pengontrol pada unit mesin pompa sebagai pengatur kecepatan fluida dingin sesuai dengan prediksi perkembangan pengotoran didalam system APK tersebut baik pengontrol secara otomatis ataupun secara konvensional.

#### DAFTAR PUSTAKA:

- Ramesh K. Sahah and Dusan P Sekulic 2003. Fundamentals of Heat Exchanger Design. John Wiley & Son, INC. Hoboken, New Jersey.
- Ricahard. C. Byrne. 2000. Standard of the Turbular Exchanger Manufactures Association, standards of the Turbular Exchanger Manufacture Association, INC. New York.
- Keith Escoe, A., *Mechanical Design of Process Systems*, vol. 2, Gulf Pub. Company, Houston Texas, 1986.
- Soekardi. C. April 2001. Prediksi karakteristik termal sebuah penukar kalor dampak pemilihan faktor pengotoran konstan, Poros, 4 No 2, 141-150.
- Soekardi.C. April 2002. Implikasi Perancangan Sebuah penukar kalor dengan faktor Pengotoran dan fungsi waktu terhadap kinerjanya pada kondisi operasi beban thermal konstan, Poros, Vol. 5. NO. p. 129-137.
- Thurmarimurungan M. 2006. Performance Analysis of Shell and Tube Heat Exchanger Using Misedle System. American Journal of Applied Sciences.