

PERENCANAAN SISTEM PEMANAS PADA RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI EFISIENSI WIRE AND TUBE HEAT EXCHANGER

Moch. Baihaqi

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : haqikaizan41@yahoo.com

I Made Arsana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : dearsana67@yahoo.com

ABSTRAK

Di Perguruan tinggi sebagai penyelenggara proses pembelajaran senantiasa memberikan hal terbaik bagi para mahasiswa, dalam pembelajaran mata kuliah perpindahan panas diperlukan adanya alat praktek sehingga pembelajaran lebih faktual dan mudah difahami. Dari beberapa permasalahan di atas, studi ini hanya mengangkat permasalahan mengenai ada nya kebutuhan yang berupa alat trainer *Wire And Tube Heat Exchanger*.

. Hasil Pengujian yang dilakukan dengan mengukur temperatur fluida masuk dalam rancangan penukar panas yaitu pada temperatur fluida masuk 50°C , 60°C dan 70°C serta temperatur udara luar ruangan $T_{\infty} = 30^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 1 atm dengan daya heater 500 watt, pengambilan data dilakukan 3 kali dengan jeda waktu 5 menit setiap pengambilan data. Untuk memanaskan fluida pada suhu 50°C membutuhkan waktu 16,7 menit. Kemudian untuk waktu suhu steady kembali ke semula dari 54°C ke 50°C memerlukan waktu 10,35 menit. Selanjutnya untuk memanaskan fluida pada suhu 60°C membutuhkan waktu 14,13 menit, serta waktu suhu untuk steady dari 64°C ke 60°C memerlukan waktu 6,83 menit. Dan untuk memanaskan fluida pada suhu 70°C membutuhkan waktu 14,91 menit. Kemudian untuk waktu suhu steady kembali ke semula dari 74°C ke 70°C memerlukan waktu 9,08 menit. Jadi dari ke 3 hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa berdasarkan *setting thermocontrol* yang dilakukan pada saat pemanasannya diperoleh bahwa perilaku temperatur kontrol meningkat, seiring dengan dengan waktu untuk menuju titik SV (*setiing value*) yang di inginkan.

Kata Kunci : Heater, Termokontrol, Termokopel, Tangki Fluida.

ABSTRACT

In college learning process as organizers always give the best thing for the students, teaching courses in heat transfer is necessary to practice the tools so that learning is more factual and easily understood. From some of the above problems, this study only raised his concerns about the requirement that there be a trainer tool Wire And Tube Heat Exchanger.

Testing results performed by measuring the temperature of the fluid entering the heat exchanger design is the incoming fluid temperature 50°C , 60°C and 70°C as well as outdoor air temperature $T_{\infty} = 30^{\circ}\text{C}$ with a pressure of 1 atm with a heater power of 500 watts, data collection was done 3 times with a time lag 5 minutes each data retrieval. to heat the fluid at a temperature of 50°C takes 16.7 minutes. Then for a time back to the original steady temperature from 54°C to 50°C takes 10.35 minutes. Further to heat a fluid at a temperature of 60°C takes 14.13 minutes, and the time to steady temperature of 64°C to 60°C takes 6.83 minutes. And to heat the fluid a temperature of 70°C takes 14.91 minutes. Then for a time back to the original steady temperature from 74°C to 70°C takes 9.08 minutes. So from 3 to test results, we can conclude that by setting thermocontrol performed during heating was found that the behavior of the control temperature increases, along with the time to get to the point of SV (setting value) in the desired.

Keywords : Heater, Thermocontrol, Thermocouple, Tank Fluid.

PENDAHULUAN

Setiap individu di era global dituntut untuk mengembangkan kapasitasnya secara optimal, kreatif dan mengadaptasikan diri ke dalam situasi global yang amat bervariasi dan cepat berubah. Setiap individu dituntut memiliki daya nalar kreatif dan berkepribadian yang kompleks. Salah satu upaya perguruan tinggi untuk memenuhi tuntutan kebutuhan era global adalah dengan mengembangkan media pembelajaran.

Perguruan tinggi sebagai penyelenggara proses pembelajaran senantiasa memberikan hal terbaik bagi

para mahasiswa. Berbagai cara dilakukan agar mahasiswa mempunyai bekal hidup untuk *survival* di era globalisasi. Terkait dengan hal tersebut, maka perguruan tinggi menjadi satu acuan untuk peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM).

Berdasarkan Diskusi yang telah dilakukan dengan bapak kepala laboratorium perpindahan panas, diketahui bahwa mata kuliah perpindahan panas memiliki beberapa kendala dalam berlangsungnya kegiatan belajar mengajar dikarenakan dalam pembelajaran mata kuliah perpindahan panas diperlukan adanya alat praktek sehingga pembelajaran lebih faktual dan mudah difahami.

Kendala tersebut antara lain : Tidak ada kebutuhan media pembelajaran yang berupa alat trainer *Wire And Tube Head Exchanger*, keterbatasan jumlah ruangan praktik. Dari beberapa permasalahan di atas, studi ini hanya mengangkat permasalahan mengenai adanya kebutuhan yang berupa alat trainer *Wire And Tube Head Exchanger*. Penggunaan media kegiatan praktek sangat berpotensi untuk membantu proses belajar mengajar serta meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

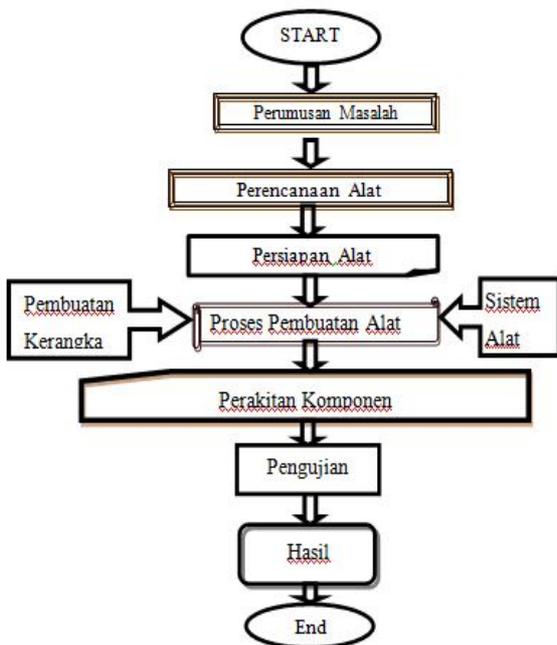
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran mata kuliah perpindahan panas guna meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang alat trainer ini dan diupayakan dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami materi perpindahan panas, sehingga dapat lebih mengefektifkan proses pembelajaran. Maka dari itu diperlukannya sebuah alat “Rancang Bangun Alat Penguji Efisiensi *Wire And Tube Heat Exchanger*”.

Tujuan dari penelitian Merancang Alat Penguji Efisiensi *wire and tube heat exchanger* yaitu untuk merancang bagaimana perencanaan sistem pemanas pada rancang bangun alat penguji efisiensi *wire and tube heat exchanger*, untuk mengetahui bagaimana performa dari alat penguji efisiensi penukar panas jenis pembuluh dan kawat, dan untuk mengetahui bagaimana cara perawatannya.

Manfaat dari penelitian ini adalah Sebagai masukan dalam perancangan alat yang sejajar skematis disajikan dalam gambar dibawah ini :

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

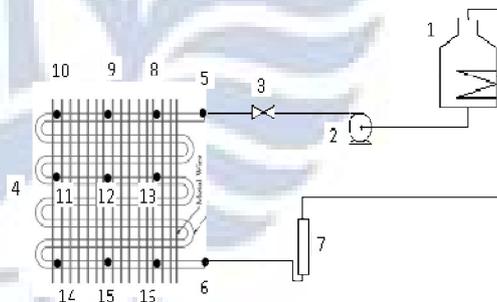
Tempat penelitian adalah tempat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian. Penelitian ini berlokasi di laboratorium perpindahan panas jurusan teknik mesin di kampus universitas negeri surabaya. sedangkan waktu penelitian adalah rentang waktu yang digunakan oleh peneliti selama penelitian berlangsung, mulai dari tahap persiapan sampai pada penyusunan laporan. Adapun waktu yang di perlukan untuk penelitian sampai pengolahan data dan penyusunan laporan adalah selama 3 bulan

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang berbentuk *eksperimen*, penelitian eksperimen yaitu dimana penelitian dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan *treatmen* (perlakuan tertentu) terhadap subjek penelitian guna mendapatkan suatu kejadian atau keadaan yang akan diteliti, dan mencatat sekaligus menganalisa bagaimana pengaruhnya. Dalam hal ini, yaitu untuk mengetahui pengaruh temperatur fluida yang masuk terhadap kapasitas fluida didalam tangki penukar panas jenis pembuluh dan kawat.

Peralatan Eksperimen

Untuk mengetahui proses pengambilan data, maka disiparkan peralatan yang sejajar skematis disajikan dalam gambar dibawah ini :



Gambar 2. Skema Kerja Alat

Keterangan gambar :

- 1. Tangki fluida panas
- 2. Pompa dan motor listrik
- 3. Katup
- 4. Penukar panas jenis pembuluh dan kawat
- 5. *Thermocouple* suhu input
- 6. *Thermocouple* suhu output
- 7. *Flowmeter*
- 8-16. *Thermocouple wire and tube*

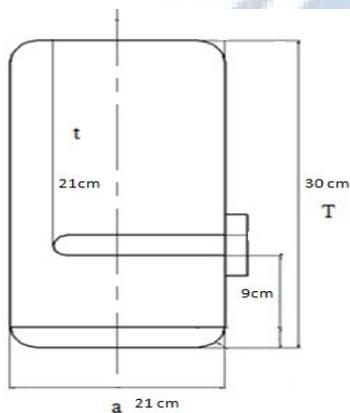
Fungsi komponen :

- Tangki fluida panas berfungsi untuk menampung dan memanaskan fluida sebelum dialirkan.

- Pompa fluida panas, untuk mesirkulasikan aliran fluida.
- Katup, untuk mengatur aliran fluida (*mass flow rate*).
- Penukar panas jenis pembuluh dan kawat.
- *Thermocouple input*, untuk mengukur suhu fluida masuk.
- *Thermocouple output*, untuk mengukur suhu fluida keluar.
- Flow meter, untuk mengukur volume aliran fluida yang mengalir.
Tw = *thermocouple* untuk kawat

Rancangan Sistem Pemanas

Sistem pemanas adalah sistem yang mengubah dari energi listrik ke energi panas melalui elemen pemanas.



Gambar 3. Desain Tangki Fluida

Keterangan :

- Tinggi (T) = 30 cm
- Kapasitas oli = 5 liter
- Tinggi antara heater ke permukaan atas (t) = 21 cm
- Diameter alas (a) = 21 cm



Gambar 4. Heater Element

Spesifikasi :

- Daya = 500 watt
- *Input voltage* = 220 V
- Merk = lasco
- Buatan = *Germany*



Gambar 5. Thermocontrol

Spesifikasi :

- Jenis = *Digital thermocontrol type PXR 9*
- Merk = Fuji, *japan*
- Range = 0 s/d 1000°C
- *Supply Voltage* = AC 100/240V

Teknik Pengumpulan Data

Untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari temperatur fluida masuk terhadap kapasitas penukar panas, dilakukan langkah-langkah percobaan sebagai berikut :

- Mempersiapkan semua peralatan yang diperlukan termasuk rancangan sistem pemanas pada rancang bangun alat penukar panas jenis pembuluh dan kawat.
- Menghidupkan heater beserta termokontrolnya
- Memanaskan minyak dengan menghidupkan pemanas pada tangki thermostatic.
- Panaskan fluida pada suhu yang diinginkan, beserta mengukur suhu pada tangki fluida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancang Bangun



Gambar 6. Rancang Bangun Sistem Pemanas

Sistem pemanas yang fungsinya untuk memanaskan fluida didalam tangki dengan menggunakan *heater*, kemudian dikendalikan oleh *thermocontrol* serta mengatur suhu yang sesuai dengan kebutuhan agar tidak terjadi *over heat*.

Sistem ini adalah salah satu bagian dari sistem yang keseluruhannya untuk membuat suatu rancang bangun alat penguji efisiensi *wire and tube heat exchanger*, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 7. Rancang bangun alat pengujian efisiensi *wire and tube heat exchanger*

Pelaksanaan Pengujian

Untuk pelaksanaan pengujian ada beberapa persiapan yang harus dilakukan. Pelaksanaan persiapan yang akan dilakukan sebagai berikut.

Penyediaan Alat :

- Tangki
- *Thermocouple*
- *Heater*
- *Thermocontrol*

Memulai Pengujian

Pada tahap pengujian merupakan salah satu cara untuk mendapatkan data mengenai performa alat tersebut, langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- a) Mencatat langkah-langkah proses kerja alat.
- b) Mencatat hasil atau data selama proses berlangsung.
- c) Menganalisa kekurangan dan kelebihan dari pada alat tersebut.

Hasil Pengujian Sistem Pemanas

Untuk tahapan proses pengujian kerja alat adalah sebagai berikut :

- a) Siapkan tangki yang sudah terpasang *heater* dan *thermocouple*.
- b) Masukkan oli ke dalam tangki.
- c) Panaskan oli dengan menyalakan *heater*.
- d) Ukur suhu oli dengan menyalakan *digital thermocontrol*.

Pengujian dilakukan dengan mengukur temperatur fluida didalam tangki penukar panas yaitu pada temperatur fluida 50°C, 60°C dan 70°C, memakai *heater* dengan daya 500 watt, serta temperatur udara luar ruangan $T_{\infty} = 30^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 1 atm, pengambilan

data dilakukan 3 kali dengan jeda waktu 5 menit setiap pengambilan data, berikut ini adalah hasil pengambilan data memanaskan fluida yang disajikan dalam bentuk tabel :

Tabel 1. Distribusi Temperatur Pada Saat *Installing Thermocontrol* Pada Suhu 50°C

Suhu (T-)	Waktu (t) menit/det
40°C	0
41°C	1,19
42°C	1,03
43°C	0,32
44°C	0,09
45°C	0,14
46°C	0,17
47°C	0,19
48°C	0,16
49°C	0,19
50°C	0,24
51°C	0,23
52°C	0,29
53°C	0,47
54°C	0,46
53°C	4,14
52°C	1,40
51°C	1,50
50°C	1,51
Jumlah waktu	16,7

Jadi untuk memanaskan fluida pada suhu 50°C membutuhkan waktu 16,7 menit. Kemudian untuk waktu suhu steady kembali ke semula dari 54°C ke 50°C memerlukan waktu 10,35 menit.

Tabel 2. Distribusi Temperatur Pada Saat *Installing Thermocontrol* Pada Suhu 60°C

Suhu (T-)	Waktu (t) menit/det
50°C	0
51°C	0,50
52°C	0,40
53°C	0,39
54°C	0,34
55°C	0,34
56°C	0,49
57°C	0,19
58°C	0,26
59°C	0,19
60°C	0,22
61°C	0,39

62 ⁰ C	0,23
63 ⁰ C	0,44
64 ⁰ C	1,52
63 ⁰ C	0,35
62 ⁰ C	1,25
61 ⁰ C	1,23
60 ⁰ C	1,35
Jumlah waktu	14,13

untuk memanaskan fluida pada suhu 60⁰C membutuhkan waktu 14,13 menit. Kemudian untuk waktu suhu steady kembali ke semula dari 64⁰C ke 60⁰C memerlukan waktu 6,83 menit.

Tabel 3. Distribusi Temperatur Pada Saat *Installing Thermocontrol* Pada Suhu 70⁰C

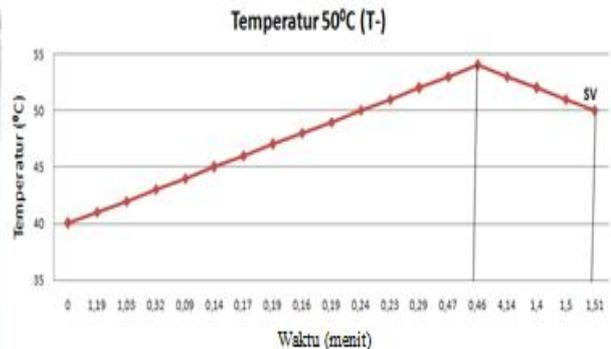
Suhu (T-)	Waktu (t) menit/det
60 ⁰ C	0
61 ⁰ C	0,3
62 ⁰ C	1,1
63 ⁰ C	0,3
64 ⁰ C	0,2
65 ⁰ C	0,2
66 ⁰ C	0,15
67 ⁰ C	0,15
68 ⁰ C	0,2
69 ⁰ C	0,15
70 ⁰ C	0,2
71 ⁰ C	0,25
72 ⁰ C	0,3
73 ⁰ C	0,4
74 ⁰ C	0,5
73 ⁰ C	0,4
72 ⁰ C	1,4
71 ⁰ C	2,05
70 ⁰ C	1,15
Jumlah waktu	14,91

Jadi, untuk memanaskan fluida pada suhu 70⁰C membutuhkan waktu 14,91 menit. Kemudian untuk waktu suhu steady kembali ke semula dari 74⁰C ke 70⁰C memerlukan waktu 9,08 menit.

Berdasarkan dari ke 3 tabel diatas dapat disimpulkan bahwa berdasarkan *setting thermocontrol* yang dilakukan pada saat pemanasannya diperoleh bahwa perilaku temperatur kontrol meningkat, seiring dengan dengan waktu untuk menuju titik SV (*setting value*) yang diinginkan.

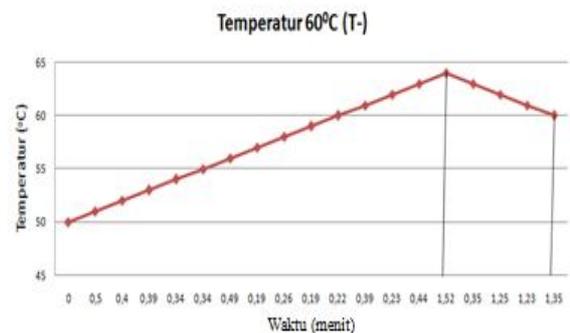
Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa hasil uji alat penukar panas sudah cukup baik dikarenakan tidak mengalami kendala yang begitu berarti pada saat proses pemanasan, alat ini sudah mampu memanaskan dan mengukur suhu oli dengan beberapa ukuran yang diinginkan. Yaitu pada suhu masuk 50⁰C, 60⁰C, dan 70⁰C dengan memakai *heater* memiliki daya 500 watt serta temperatur udara ruangan 30⁰C, beserta tekanan 1 atm. Kemudian diambil data tersebut dilakukan 3 kali dengan selang waktu selama 5 menit di setiap pengambilan data. Berikut ini adalah grafik yang diambil dari tabel tersebut :



Gambar 8. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Pada Saat *Installing Thermocontrol* Pada Suhu 50⁰C

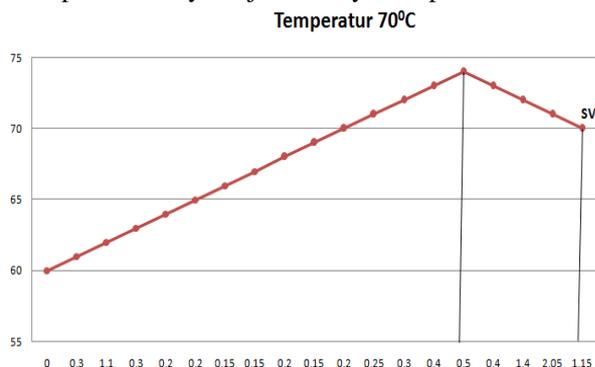
Berdasarkan grafik diatas dapat ditunjukkan bahwa terjadi kenaikan temperatur suhu yang melampaui SV (*setting value*) pada titik tertinggi dengan suhu 54⁰C dengan waktu 0,46 menit, dan kembali lagi ke nilai SV beberapa menit kemudian dan pada akhirnya terjadi steady state pada suhu 50⁰C dengan waktu 1,51 menit.



Gambar 9. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Pada Saat *Installing Thermocontrol* Pada Suhu 60⁰C

Berdasarkan grafik diatas dapat ditunjukkan bahwa terjadi kenaikan temperatur suhu yang melampaui SV (*setting value*) pada titik tertinggi dengan suhu 64⁰C dengan waktu 1,52 menit, dan

kembali lagi ke nilai SV beberapa menit kemudian dan pada akhirnya terjadi steady state pada suhu 60°C



dengan waktu 1,35 menit.

Gambar 10. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Pada Saat *Installing Thermocontrol* Pada Suhu 70°C

Berdasarkan grafik diatas dapat ditunjukkan bahwa terjadi kenaikan temperatur suhu yang melampaui SV (*setting value*) pada titik tertinggi dengan suhu 74°C dengan waktu 0,5 menit, dan kembali lagi ke nilai SV beberapa menit kemudian dan pada akhirnya terjadi steady state pada suhu 70°C dengan waktu 1,15 menit.

Dari ke 3 grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa hal ini menandakan pengukuran di elemen penukar panas (kondensor) siap dilakukan.

Simpulan

Dari pelaksanaan kegiatan tersebut diperoleh sebuah alat penguji efisiensi penukar panas jenis pembuluh dan kawat dengan kesimpulan bahwa kinerja dari sistem pemanas menghasilkan semua komponen dapat bekerja secara maksimal sesuai dengan fungsinya. Simpulan dari pelaksanaan kegiatan ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Telah dirancang sistem pemanas, yang komponennya terdiri dari tangki fluida dengan diameter alasnya 21 cm, dan tinggi 30 cm, serta menggunakan kapasitas fluida 5 liter, kemudian untuk elemen pemanasnya memakai *heater element* dengan daya 500 watt dengan merk lasco dari Germany. Kemudian untuk pengontrol temperaturnya, kita memakai *thermocontrol* dengan type PXR 9 Fuji dari Jepang.
- Hasil peforma sistem pemanas dapat bekerja dengan baik, ini terbukti dapat memanaskan suhu oli masuk pada 50°C dengan waktu (t) : 16,7 menit, untuk suhu oli pada 60°C dengan waktu (t) : 14,13 menit, kemudian untuk suhu oli pada 70°C dengan waktu (t) : 14,91 menit dan dapat dihasilkan lagi untuk mengukur aliran fluida pada kondensor.
- Perawatan untuk menjaga peforma dari sistem perlu dilakukan lagi tindakan pencegahan dalam

menghindari kerusakan pada komponen alat – alat yang dibutuhkan. Untuk perawatan yang baik harus dilakukan sesuai dengan petunjuk atau buku pedoman yang jauh lebih baik lagi sehingga apabila ada kerusakan pada komponen alat yang dibutuhkan gantilah atau perbaiki dengan benar.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, jika dilakukan penelitian yang sama dengan penelitian ini, peneliti menyarankan:

- Jangan menyalakan heater pada saat tangki tidak berisi fluida, karena menyebabkan terjadinya kerusakan pada sistem pemanas yang khususnya di elemen pemanas (*heater*).

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, I Made.**, 2001, Studi Eksperimental Pengaruh Geometri Kawat Terhadap Efisiensi Penukar Panas Jenis Pembuluh dan Kawat Konveksi Bebas, Tesis, ITS.
- Bejan, A.**, 1993, Heat Transfer, John Willey & Sons, New York.
- Hoke, J.L., Clausing, A.M., and Swofford, T.D.**, 1997, An Experimental Investigation of Convective Heat Transfer From Wire-On-Tube Heat Exchangers, Transactions of the ASME, Journal of Heat Transfer, Vol. 119, pp. 348-356.
- Incropera, Frank P., DeWitt, David P.**, 1990, Fundamentals of Heat and Mass transfer, John Wiley & Sons, New York.
- Kreith, F dan Prijono, A.**, 1986, Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tagliafico, L., and Tanda, G.**, 1997, Radiation and natural convection heat transfer from wire-and-tube heat exchangers in refrigeration appliances, International Journal of Refrigeration, Vol. 20, No. 7, pp. 461-469.
- Witzell, O.W. dan Fontaine, W.E.**, 1957, "Design of Wire and Tube Condensers", Journal of Refrigerating Engineering, Vol. 65, pp 41 - 44.

<http://www.shop.affordablespasandparts.com/images/12494073864711358764674.jpeg> diakses tanggal 20 agustus 2013.

http://www.ia.omron.com/Images/1_167-13-118767-198x198.jpg diakses tanggal 21 agustus 2013.