

## Pengaruh Kondisi Temperatur dan Laju Aliran Massa Terhadap Kapasitas Radiator (Assy St-100) Mobil Suzuki Carry

Tri Darma Setiawan

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: tri.15050524093@mhs.unesa.ac.id

I Made Arsana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: madearsana@unesa.ac.id

### Abstrak

Pendinginan yang terdapat pada mobil sangat diperlukan karena ditujukan untuk mendinginkan kinerja mesin yang begitu besar sehingga panas dari kinerja mesin tersebut harus segera terlepas agar mesin tidak terjadi panas yang secara berlebihan atau sering dinamakan *overheating*. Jika penyerapan panas yang terdapat pada mesin dapat terurai maka mesin sanggup bekerja dengan lancar tanpa mengalami kerusakan akibat panas yang dihasilkan akan tetapi selama ini belum adanya kajian mendalam tentang alat penukar panas radiator. Kajian yang selama ini dilakukan pada radiator hanya sekedar menguji seberapa besar kinerja proses pelepasan panas dengan beberapa variasi – variasi pengujian yang diantaranya adalah pengujian kapasitas, pengujian temperatur dan juga pengujian laju aliran fluida baik yang masuk maupun keluar. Sehingga diperlukan kajian mendalam tentang kinerja radiator dalam melakukan proses pelepasan panas dengan pengujian eksperimen. Validasi yang akan dilakukan didasarkan pada data eksperimen yang telah dilakukan pada radiator (assy st-100) mobil Suzuki carry yang berupa *trainer* dilaboratorium perpindahan panas dengan pengujian variasi temperatur dan variasi laju aliran fluida. Pada penelitian ini akan melakukan variasi kecepatan laju aliran beserta temperatur akan tetapi dari hasil masing – masing simulasi akan ditampilkan dalam bentuk kontur distribusi temperature pada masing – masing *tube* yang berada pada pipa. Hasil dari penelitian eksperimen ini menghasilkan nilai perpindahan panas pada *trainer* kapasitas radiator dengan dilakukan eksperimen yang dimana dihasilkan nilai perpindahan panas secara konveksi paksa dari masing – masing variasi laju aliran dan temperatur sebagai berikut, suhu 45°C dengan variasi laju aliran 2,4 LPM sebesar 0,713 watt; 2 LPM sebesar 0,355 watt; 1,8 LPM sebesar 0,183 watt. Suhu 50°C dengan variasi laju aliran 2,4 LPM sebesar 1,210 watt; 2 LPM sebesar 0,702 watt; 1,8 LPM sebesar 0,432 watt, suhu 55°C dengan variasi laju aliran 2,4 LPM sebesar 1,256 watt; 2 LPM sebesar 0,822 watt; 1,8 LPM sebesar 0,65. Sehingga dari perhitungan tersebut dapat dilihat dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu yang dimasukkan semakin tinggi pula nilai perpindahan panas yang terjadi akan tetapi dari semua hasil yang diperoleh, nilai laju aliran juga memiliki pengaruh yang besar dalam membantu pelepasan panas yang terdapat pada fluida didalam radiator.

**Kata Kunci:** Perpindahan Panas, Pengujian, Variasi.

### Abstract

Cooling the car indispensable because it intended to cool the engine performance is so great that the heat from the engine's performance should be detached so that the engine does not occur excessive heat or frequent named after *overheating*. If the absorption of heat in the engine can decompose then a machine able to work smoothly without experiencing the ravages of heat produced but as long as this is not yet the existence of the in-depth study on heat exchanger radiator tools. The study that was done on the radiator just to test how large a heat releasing process performance with some variations – variations of testing such as testing capacity, testing temperature and is also testing the flow rate good fluid that enters or exits. So that required in-depth study about the performance of the radiator heat releasing process of doing with testing experiments. Validation will be done based on the experimental data that have been done on the radiator (assy st-100) car Suzuki carry in the form of heat transfer dilaboratorium *trainer* by testing variations of temperature and variation of the flow rate of the fluid. On this research will do a variation of the speed of the flow rate along with the temperature, but from the results of each simulation will be shown in the form of contour distribution of the temperature in each tube in the pipe. The results of the research wants it produces the value of the heat transfer in *trainer* capacity radiator with done experiments where the generated value of forced convection heat transfer of each variation of the flow rate and temperature as follows, a temperature of 45 ° C with a variation of the flow rate 2.4 LPM of 0.713 Watts; 2 LPM of 0.355 Watts; 1.8 LPM of 0.183 Watts. Temperature of 50 ° C with a variation of the flow rate of 1.210 LPM watt 2.4; 2 LPM of 0.702

Watts; 1.8 LPM of 0.432 Watts, temperature 55 ° C with a variation of the flow rate of 1.256 LPM watt 2.4; 2 LPM of 0.822 Watts; 1.8 LPM of 0.65. So from the calculation can be seen can be aware that the higher the temperature entered the higher heat transfer value also happens but of all the results obtained, the value of the flow rate also has a great influence in helping the release of heat in fluid in the radiator.

**Key Words:** Heat Transfer, Testing, Variations.

## PENDAHULUAN

Perpindahan panas merupakan sebuah pelepasan kalor yang terjadi pada sebuah benda dengan temperatur lebih tinggi ke temperatur benda yang lebih rendah sehingga terjadi pertukaran kalor didalam prosesnya. Banyak alat pada kehidupan manusia mengalami proses perpindahan panas didalam kegiatannya, sebuah alat yang digunakan dalam menukarkan atau memindahkan panas sering disebut dengan *heat exchanger*. Perkembangan alat *heat exchanger* sangatlah banyak pada kehidupan manusia baik dalam hal teknologi yang dikembangkan oleh perusahaan dan industri pada bidang apapun terutama pada bidang teknologi pada kendaraan.

Penerapan perpindahan panas yang terdapat pada alat *heat exchanger* sangatlah banyak pada kehidupan sehari – hari seperti penerapan *heat exchanger* untuk mendinginkan trafo pada pembangkit tenaga listrik, kondensor pada sistem AC atau pendingin lainnya, radiator pada mobil dan sepeda motor. Dalam perkembangan kendaraan diperlukan sistem pendinginan yang mampu melepaskan panas yang dihasilkan oleh kendaraan saat bekerja untuk mengurangi panas yang berlebihan pada kendaraan tersebut (*Overheating*) sehingga diperlukan desain sistem pendinginan yang efektif untuk memindahkan panas yang tersimpan.

Mobil merupakan alat transportasi yang digerakan oleh tenaga mesin yang menggunakan bahan bakar bensin maupun diesel sebagai bahan utamanya, mobil sering dipakai oleh manusia sebagai alat transportasi untuk pergi ke tempat jauh maupun dekat juga. Mesin pada mobil telah berkembang dari tahun ke tahun dengan keunggulan masing – masing akan tetapi panas yang dihasilkan oleh mesin juga akan bervariasi sehingga diperlukan sistem pendinginan yang harus efektif untuk membuang panas hasil dari proses piston bekerja pada mesin ke luar dengan bantuan alat *heat exchanger* agar mesin tidak terjadi *overheating*. Dalam sistem pendingin juga memerlukan bantuan fluida dari luar lingkup atau area *heat exchanger* untuk membantu proses pendinginan, fluida tersebut adalah angin karena

pada umumnya radiator mengalami perpindahan konveksi paksa karena dalam proses pendinginannya memerlukan angin sebagai bantuan dalam proses pendinginannya.

Radiator merupakan alat *heat exchanger* yang terdapat pada kendaraan yang digunakan untuk mendinginkan air pendingin (*coolent*) yang berfungsi sebagai penyerap panas yang berasal dari mesin untuk dikeluarkan agar mesin tidak mengalami *over heating* atau panas yang berlebihan, panas yang telah diserap oleh air akan dikeluarkan ke lingkungan sekitar dengan bantuan fluida udara yang dihembuskan oleh kipas untuk mentransfer panas keluar dari radiator dengan siklus secara terus menerus *continue*. Perpindahan panas yang dialami oleh radiator menggunakan perpindahan panas konveksi paksa yang dimana perpindahan panas dari kedua fluida dipaksa keluar dengan bantuan udara sebagai pendingin bantuan, sehingga proses pendinginan dapat berjalan dengan maksimal. Besar laju aliran udara terhadap laju perpindahan kalor dan penurunan tekanan pada alat penukar kalor jenis radiator juga mempengaruhi (BinsarT.Pardede,2011).

Pada sistem pendinginan menggunakan fluida air atau yang sering disebut dengan (*water cooling system*) mampu menyerap panas yang diakibatkan benda yang mengalami kenaikan panas yang terus menerus sehingga media air sebagai fluida pendingin sangatlah efisien dalam menyerap panas pada jalur yang dilewatinya pada sistem pendingin mesin, akan tetapi tak selamanya air mampu menyerap panas yang dikeluarkan oleh mesin. Air memiliki titik didih sebesar 100°C yang dimana keadaan tersebut air sudah mendidih tak sanggup mendinginkan maka dari itu dalam sistem pendinginan pada radiator juga memakai sistem pendinginan dari luar berupa fluida dalam bentuk gas atau udara dari luar sehingga untuk meminimalis air mengalami titik didih yang berlebihan akibat menyimpan panas yang dikeluarkan dari mesin dan pada perkembangan radiator sekarang telah dipasang kipas juga untuk membantu sistem pendinginan secara berlangsung. efektivitas sebuah radiator akan berdampak juga terhadap sistem pendinginan yang terdapat pada mesin oleh karena itu

pendinginan mesin harus sanggup membantu mengurangi dan melepaskan panas yang terdapat pada mesin secara terus menerus agar kerja mesin dapat optimal.

Oleh karena itu peneliti tertarik terhadap perpindahan panas yang terjadi didalam radiator dalam bentuk eksperimen agar dapat diketahui perlakuan panas yang terjadi didalam radiator sehingga didapatkan data eksperimen radiator secara langsung dengan keadaan radiator pada kenyataannya.

## METODE

### Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa step atau langkah yang dimana didalam setiap langkah memiliki tujuan masing – masing dan memiliki fungsi juga dalam menentukan langkah yang akan dirancang didalam langkah berikut. Penentuan skema sangatlah berperan penting dalam penelitian yang akan dilakukan pada penelitian berikutnya. Sehingga dalam proses pembuatan serta pengujian diperlukan susunan maupun tahapan yang dilakukan agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengujian variasi sedang berlangsung.

### Tempat dan Waktu Penelitian

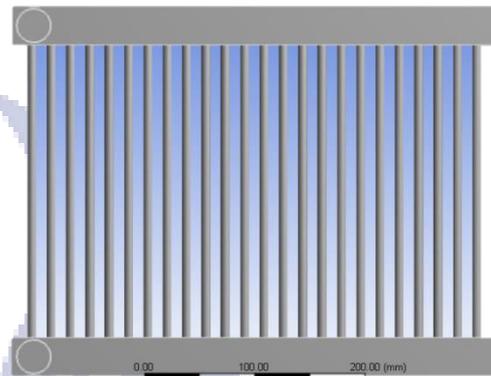
Tempat penelitian merupakan tempat yang dimana untuk melaksanakan penelitian. Penelitian ini berlokasi di labotarium perpindahan panas Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Dan waktu yang diperlukan dan digunakan mulai dari bulan juli 2017 hingga Juli 2018 yang bermula dari tahap persiapan sampai pada penyusunan laporan sampai pengolahan data dan penyusunan laporan membutuhkan waktu selama 1 tahun.

### Objek penelitian

Pada penelitian ini memilih objek yang akan dikaji pada eksperimen adalah radiator. Fluida pendingin (air) yang akan bersirkulasi didalam radiator akan memindahkan panas yang berasal dari mesin sehingga mengalami perubahan temperature didalamnya. Berikut adalah pemodelan dari radiator yang merupakan objek didalam penelitian ini:



Gambar 1 Objek Penelitian



Gambar 2 Objek Penelitian

### Variabel Penelitian

Pada penelitian ini memiliki beberapa variabel yang dimana variabel itu sendiri adalah sebuah sifat atau penilaian dari suatu objek ataupun kegiatan yang memiliki variasi tertentu yang akan ditetapkan oleh peneliti untuk digunakan sebagai kajian pembahasan peneliti atau dipelajari oleh peneliti dan pada akhirnya akan ditarik kesimpulan. Variabel yang terdapat pada penelitian ini bersifat eksperimen. Penelitian ini menggunakan tiga macam variabel yang terdiri dari: variabel bebas, variabel terikat dan variabel control. Berikut adalah penjelasan masing – masing variabel yang akan digunakan:

- **Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah suatu variabel yang dapat mempengaruhi selama proses penelitian sedang berlangsung dan juga terjadinya perubahan atau timbulnya variabel terikat. Pada penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi temperatur dan variasi kecepatan aliran.

Variasi temperatur masuk ( $T_{in}$ )

- 45 °C
- 50 °C
- 55 °C

Variasi kecepatan aliran:

- 2,4 liter/menit
- 2 liter/menit
- 1,8 liter/menit

• **Variabel Terikat**

Variabel terikat adalah sebuah variabel yang dimana dapat dipengaruhi atau yang menjadi akibat dikarenakan adanya variabel bebas. Pada penelitian ini menggunakan variabel terikatnya pada distribusi temperature keluar atau  $T_{out}$  yang terjadi didalam radiator untuk mengetahui perpindahan panas (  $q$  ) yang optimal.

• **Variabel Kontrol**

Variabel kontrol adalah sebuah variabel yang dimana didalam variabel ini dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen tidak dapat dipengaruhi dari faktor luar yang tidak termasuk didalam penelitian sehingga peneliti sanggup memfokuskan bahan penelitiannya. Pada variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Radiator yang dipakai tipe Suzuki carry (Assy ST-100) merk aor.
- Material radiator yang disimulasikan menggunakan material almunium.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Eksperimen**

Beberapa kali pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil pengujian atau eksperimen dengan beberapa variasi yang telah dilakukan, hasil ekseperimen yang telah didapatkan sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Pengujian dengan Variasi Temperatur dan Laju Aliran Pada *Trainer* Radiator

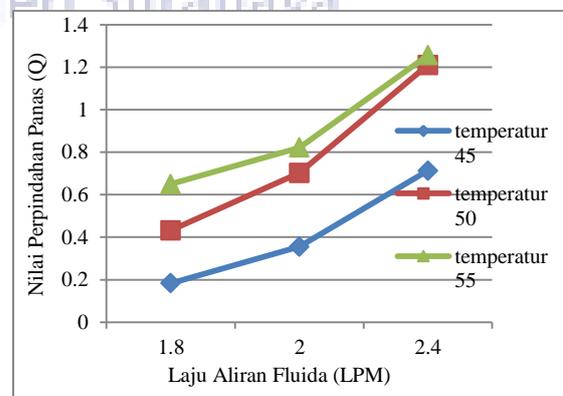
$\dot{V}$ ( $m^3/s$ )	$T_{in}$ (°C)	$T_{out}$ (°C)
2,4 LPM	55 °C	46,3 °C
2 LPM		48,1 °C
1,8 LPM		49 °C
2,4 LPM	50 °C	41,6 °C
2 LPM		44,1 °C

1,8 LPM	45 °C	45,4 °C
2,4 LPM		40 °C
2 LPM		42 °C
1,8 LPM		43,3 °C

Sehingga dari semua pengujian dapat diketahui hubungan antara variasi temperatur, variasi laju aliran dan juga nilai  $q$  atau nilai perpindahan panas. Hubungan pengujian saling berkaitan sehingga dapat menimbulkan efek fenomena tersendiri yang hasilnya.

**Hasil Distribusi Analisa Eksperimen Pada Kapasitas Radiator.**

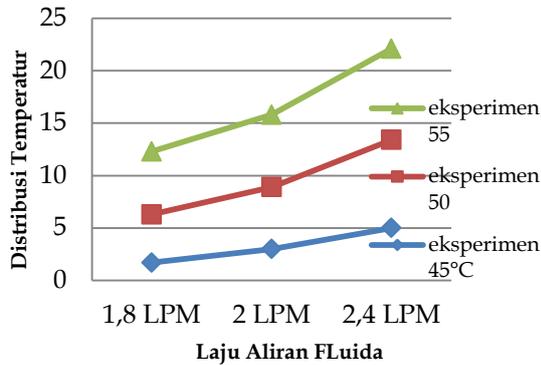
Pada tahapan ini adalah analisis desain radiator menggunakan analisa eksperimen yang dimana dilakukan beberapa pengujian sama seperti pengujian pada keadaan nyatanya yaitu pengujian laju aliran fluida serta temperatur sehingga dapat diketahui berapa nilai besaran yang terdapat pada masing – masing pengujian akan tetapi dari masing – masing pengujian tersebut terdapat fenomena – fenomena perpindahan panas yang lainnya, dari semua pengujian akan diketahui perbedaan dengan cara di komparasi masing – masing variasi laju aliran dan variasi temperatur. variasi pengujian tersebut akan tersaji dalam bentuk grafik sehingga dapat dilihat dengan mudah perpbedaan diantara masing – masing pengujian variasi pada kapasitas eksperimen. Beriku adalah hasil dari eksperimen dalam bentuk grafik untuk mengetahui besaran nilai pengujian yang akan di tampilkan sebagai berikut:



Gambar 3 Grafik Hubungan laju aliran fluida terhadap nilai perpindahan panas.

### Pendekatan Simulasi Dengan Eksperimen.

Untuk mengetahui masing – masing keefektifan hasil dari simulasi dan eksperimen, maka dapat dilihat dalam bentuk data yang disusun hasil dari nilai perhitungan dala perpindahan pana yang akan di tampilkan nilai perbandingan pada grafik. Pendekatan ini dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4. Perbandingan Distribusi Temperatur Terhadap Laju Aliran Fluida.

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa semakin tinggi suhu yang masuk semakin tinggi pula nilai distribusi temperatur ( $\Delta T$ ) sehingga nilai laju perpindahan panas ( $Q$ ) semakin tinggi.

### PENUTUP

#### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dalam analisa perpindahan panas pada kapasitas radiator dapat diketahui sebagai berikut:

- Semakin tinggi nilai temperatur yang masuk semakin tinggi pula nilai distribusi temperturnya, sehingga dari nilai distribusi yang tinggi mengakibatkan nilai kapasitas perpindahan panas juga tinggi. Kapasitas perpindahan panas yang tertinggi terdapat pada suhu 55°C dengan kecepatan fluida 2,4 LPM menghasilkan nilai  $Q$  sebesar 1,256 watt.
- Semakin cepat laju aliran yang mengalir semakin baik pula dalam pelepasan panas yang terdapat pada fluida sehingga nilai distribusi temperatur menjadi tinggi. Distribusi temperatur yang tertinggi terdapat pada temperatur 55°C denga laju aliran 2,4 LPM menghasilkan 8,7 °C.
- Variasi temperatur dan laju aliran dapat juga menghasilkan nilai NTU yang bervariasi dikarenakan perpindahan panas pada kapasitas radiator dalam simulasi mengalami

perubahan yang berbeda – beda sebagai contoh nilai variasi laju aliran 2,4 LPM dengan variasi temperatur 45°C menghasilkan 0,000278216 sedangkan pada variasi temperatur 55°C menghasilkan 0,000068659. Sehingga dari situlah dapat diasumsikan bahwa nilai koefisiensi perpindahan panas dipengaruhi oleh kecepatan fluida dan panas spesifik.

### SARAN

- Supaya dapat menghasilkan atau memperoleh pengujian yang bervariasi pada radiator maka perlu dilakukan variasi jeni fluida yang dipakai pada radiator seperti coolant, air denim (murni),dll sehingga dapat diketahui fluida jenis apa yang mampu membantu kinerja radiator dalam menangani nilai kapasitas radiator tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, I Made., 2001, Studi Eksperimental Pengaruh Geometri Kawat Terhadap Efisiensi Penukar Panas Jenis Pembuluh dan Kawat Konveksi Bebas, Tesis, ITS.
- Bhatt, Durgesh. Javhar, Priyanka M. 2014. “Shell and Tube Heat Exchanger Analysis”. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. ISSN (Online): 2319-7064. Volume 3 Issue 9
- Destyanto, Wendy. 2007. Simulasi Numerik Perpindahan Panas Konveksi Alami Pada Lapis Batas Aliran Laminar Dengan Metode Beda Hingga. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin: Universitas Sebelas Maret.
- Dhande, Dimesh. Pande, Dr D W. Chatarkar, Vikas. 2013. Analysis of Pressure for 3lobe Hydrodynamic Journal Bearing. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*. ISSN: 2231-5381
- Elsayed, Ahmed. Al-dadah, Raya K. Mahmoud, Saad. Rezk, Ahmed. 2015. “Numerical Investigation of turbulent flow heat transfer and pressure drop of  $AL_2O_3$ /water nanofluid in helically coiled tubes”. *International Journal of Low-Carbon Technologies* 10 (3). pp. 275-282. ISSN 1748-1317

- He, Kueming. Zhao, Hecai. Chen, Xuedong. Luo, Zailei. Miao, Yannan. 20-7415. Hydrodynamic Performance Analysis of the Ducted Propeller Based on the Combination of Multi-Block Hybrid Mesh and Reynolds Stress Model. *Journal of flow control, Measurement, and Visualization*.3.67-74
- Incropera FP, Dewitt DP. 2002. *Fundamentals of heat and mass transfer*. 4th Ed. New York: J. Wiley.
- Krutartha Sudhir Jathar1 , Vivek V.Kulkarni. 2015. "An Elementary Study of Computational Fluid Dynamics For Various Engineering Applications – A Review". Elsevier Science Inc. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Volume: 02 Issue: 08. p-ISSN: 2395-0072
- Naphon, P. 2007. "Thermal Performance And Pressure Drop Of The Helical-Coil Heat Exchangers With And Without Helically Crimped Fins." *International Communications in Heat and Mass Transfer*. Vol. 34, PP – 321 – 330, 2007.
- Murti, Made Ricti. Laju Perpindahan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Air Dan 20% RC Pada Rpm Konstan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM* Vol.2 No.1, Juni 2008(4-9). Universitas Udayana. Bali.
- Siahaan, Immanuel I.J. 2011. Uji Eksperimental Optimasi Laju Perpindahan Kalor Dan Penurunan Tekanan Akibat Pengaruh Laju Aliran Air Pada Alat Penukar Kalor Jenis Radiator *Falt Tube*. Skripsi. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Simamora, David Fraim, Frans P. Sappu, Tertius V.Y. Ulaan. 2014. Analisis Efektivitas Radiator Pada Mesin Toyota Kijang Tipe 5K. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin* Volume 4 Nomor 2. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Segundo, Emerson Hochsteiner de Vasconcelos. Amoroso, Anderson Levati. Mariani, Viviana Cocco. Coelho, Leandro dos Santos. 2016. "Economic optimization design for shell-and-tube heat exchangers by a Tsallis differential evolution". *Accepted Manuscript. Applied Thermal Engineering*
- S, Pande Made Andi. Rancang Bangun Dan Karakterisasi Alat Uji Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi pada Radiator. Perpustakaan Universitas Indonesia.
- Syyedvalilu, Mir Hatef. Ranjbar, S F. "The Effect of Geometrical Parameters on Heat Transfer and Hydro Dynamical Characteristics of Helical Exchanger". *International Journal of Recent advances in Mechanical Engineering (IJMECH)*. Vol.4, No.1.
- Pitts, D. Sissom, L. 1977. *Heat Transfer*. McGraw-Hill, Inc
- Tim Penyusun. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Thulukkanam, Kuppan. 2013. *Heat Exchanger Design Handbook Second Edition*. Taylor & Francis Group. CRC Press.
- Udoewa, Victor. Kumar, Vinod. 2012. *Computational Fluid Dynamics, Applied Computational Fluid Dynamics*. Prof. Hyoung Woo Oh (Ed.). ISBN: 978-953-51-0271-7. InTech. Available from: <http://www.intechopen.com/books/applied-computational-fluid-dynamics/computational-fluid-dynamics>
- Veriyawan, Rifnaldi. Biyanto, Totok Rudi. Nugroho, Gunawan. 2014. Optimasi Desain *Heat Exchanger Shell-And-Tube* Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization*. *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539
- Winarno, Paulus Joko. 2008. Analisa Pelepasan Panas Air Pendingin Radiator Pada Alat Uji Mesin Toyota Kijang 5K. Tugas Akhir. Universitas Mercu Buana. Jakarta.