

RANCANG BANGUN *TRAINER* RADIATOR PADA TOYOTA AVANZA 1500CC 4 SILINDER

Lulu Syahidah Humairo

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : lulu_humair@hotmail.com

Dr. I Made Arsana, M.T

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : dearsana67@yahoo.com

Abstrak

Kendaraan merupakan alat transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat. Dalam perkembangan kendaraan bermotor diperlukan sistem pendinginan yang lebih baik dalam hal mendinginkan mesin supaya tidak terjadi *overheating*. Maka dirancang sistem pendingin mesin seperti adanya radiator untuk menunjang performa mesin supaya pendinginan pada mesin tetap terjaga. Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang berbentuk rancang bangun berbasis eksperimen (*experimental research*). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui performa pendinginan yang dihasilkan oleh radiator Toyota Avanza. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas panas radiator yang dihasilkan oleh radiator dan seberapa besar pengaruh nilai temperatur masuk terhadap nilai kapasitas radiator. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti dapat diketahui bahwa pada setiap variasi kecepatan (RPM) memiliki nilai kapasitas radiator yang berbeda-beda karena dipengaruhi oleh pelepasan temperatur pada fluida yang akan dilepaskan pada media perantara yaitu radiator. Juga dipengaruhi oleh faktor laju aliran yang berpengaruh dalam pelepasan temperatur yang terdapat pada fluida yang akan dilepaskan pada media perantara yaitu *water cooler*. Pada RPM 3000 radiator memiliki nilai temperatur masuk 55,6 °C dan menghasilkan kapasitas radiator 6,102 Kj/s sedangkan pada RPM 5000 dengan nilai temperatur masuk 82,2 °C menghasilkan nilai kapasitas radiator 18,375 Kj/s, dimana dapat diartikan bahwa radiator Toyota Avanza memiliki performa yang baik dalam mendinginkan mesin mobil dan nilai temperatur sangat berpengaruh dalam nilai kapasitas radiator yang dihasilkan pada setiap putaran mesin. Semakin tinggi nilai temperatur masuk, maka semakin semakin besar pula nilai kapasitas radiator yang dihasilkan untuk mendinginkan mesin mobil.

Kata Kunci : Sistem pendingin, *water cooler*, radiator *single ply*, dan kapasitas perpindahan panas.

Abstract

Vehicles are a means of transportation that is often used by the community. In the development of motor vehicles required a better cooling system in terms of cooling the engine in order to avoid overheating. Then designed engine cooling system such as the radiator to support the engine performance so that cooling on the engine is maintained. This type of research is an experimental research. This research is intended to know the cooling performance generated by Toyota Avanza radiator. This study aims to find out how much radiator heat capacity generated by the radiator and how much influence the value of temperature in (T_{in}) to radiator capacity value. The results of the tests that have been done by the researcher can be seen that at each variation of speed (RPM) has the value of different radiator capacity because it is control by the discharge of temperature on the fluid to be released on the media of the radiator. Also, it controlled by flow rate factor that influences in the release of temperature contained in the fluid to be released on an intermediate medium is water cooler. At RPM 3000 the radiator has an input temperature value of 55.6 °C and generates a radiator capacity of 6.102 Kj / s while at RPM 5000 with an incoming temperature value of 82.2 °C yields a radiator capacity value of 18.375 Kj / s, which can be interpreted that the Toyota Avanza radiator has a performance Which is good in cooling the car engine and the temperature value is very influential in the value of the radiator capacity generated at each engine speed. The higher the value of the inlet temperature, the greater the value of the generated radiator capacity to cool the car engine.

Keywords: Cooling system, *water cooler*, *single ply* radiator, and heat transfer capacity.

PENDAHULUAN

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi sangat berkembang pesat saat ini, baik dalam segi kemajuan teknologinya maupun keragaman produk yang dihasilkan. Dalam perkembangan kendaraan bermotor diperlukan sistem pendinginan yang lebih baik dalam hal mendinginkan mesin supaya tidak terjadi *overheating*, seiring dengan kemajuan teknologi pendingin mesin kendaraan terdapat beberapa macam seperti radiator dan *oil cooler*. Akan tetapi kurangnya kajian yang menjelaskan tentang pendinginan mesin terutama pada radiator sehingga sangat diperlukan untuk mengikuti semua perkembangan yang sedang terjadi saat ini dan upaya perguruan tinggi untuk memenuhi tuntutan kebutuhan itu adalah dengan cara melalui media pembelajaran.

Perguruan tinggi merupakan sebuah tempat proses pemberi pembelajaran kepada mahasiswa agar mempunyai bekal untuk hidup dalam perkembangan jaman yang mulai modern ini di era globalisasi. Maka dari itu perguruan tinggi terutama pada mata kuliah perpindahan panas harus diberikan hal yang terbaik untuk mahasiswa agar bisa bersaing di dalam kemajuan jaman sekarang di era globalisasi sehingga perguruan tinggi menjadi salah satu acuan dalam hal meningkatkan sumber daya manusia (SDM) yang sangat di perlukan.

Di negara dengan iklim tropis seperti Indonesia, sering kali terjadi masalah pada sistem pendingin mesin mobil yang mengalami *overheat*. Apalagi dengan kondisi lalu lintas yang padat seperti di daerah Surabaya ini, banyak mobil-mobil tertentu yang sering bermasalah dengan suhu mesin. Sehingga banyak orang mengkalkulasi sistem pendingin mesin dengan segala cara untuk menghindari *overheat*. Maka karena itu perlu mengetahui nilai kapasitas perpindahan panas pada radiator untuk mengetahui performa radiator sehingga dapat dijadikan salah satu solusi dari masalah sistem pendingin mobil yang mengalami *overheat*.

Berdasarkan saran dan diskusi yang telah penulis lakukan bersama dosen pengajar mata kuliah perpindahan panas diketahui bahwa dalam hal pengajarannya sangat kurang efektif atau mengalami kendala dalam mengajar dikarenakan dalam pembelajaran perpindahan panas sangat memerlukan media pembelajaran (*trainer*) sehingga dapat mempermudah dalam hal mengajar dan mahasiswa dapat mengaplikasikan dalam praktek kerja.

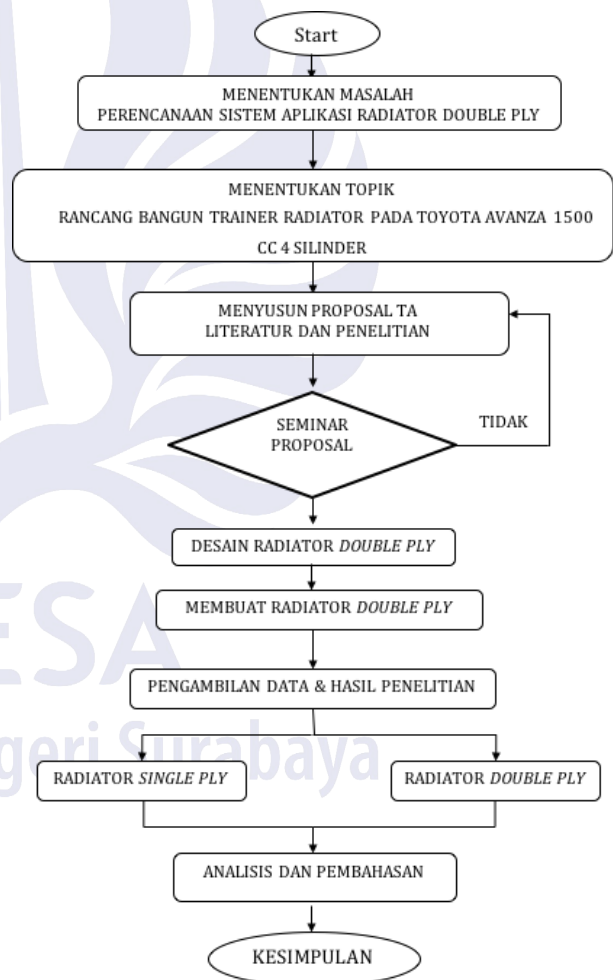
Dari beberapa permasalahan sistem pendingin mesin mobil yang mengalami *overheat*. Penggunaan media pembelajaran (*trainer*) radiator membantu kegiatan praktek dan sangat berpotensi untuk membantu proses belajar mengajar serta untuk meningkatkan hasil proses belajar. Sehingga penulisan ini diharapkan dapat membantu mahasiswa sebagai acuan dalam hal

pembelajaran di jurusan Teknik Mesin, yang dimana salah satu mata kuliahnya adalah perpindahan panas yang berguna untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang *trainer* tersebut dan meningkat proses belajar pada mata kuliah ini. Maka dari itu diperlukan sebuah media pembelajaran “Rancang Bangun *Trainer* Radiator pada Toyota Avanza 1500CC 4 Silinder”.

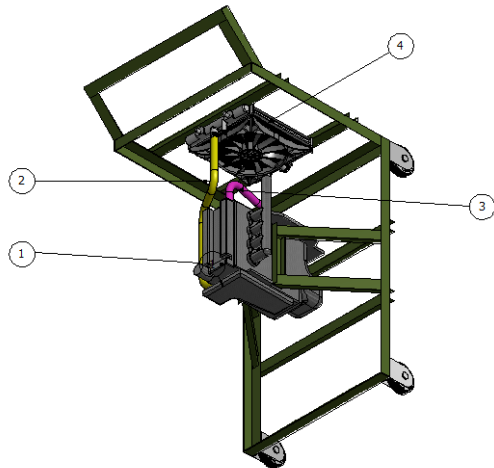
Dari pembuatan media pembelajaran tersebut bertujuan untuk mengetahui bagaimanakah rancang bangun *trainer* radiator pada Toyota Avanza 1500CC 4 Silinder, mengetahui performa *trainer* radiator pada Toyota Avanza 1500 CC 4 Silinder, serta mengetahui cara perawatan *trainer* radiator pada Toyota Avanza 1500CC 4 Silinder.

METODE

Rancangan Penelitian



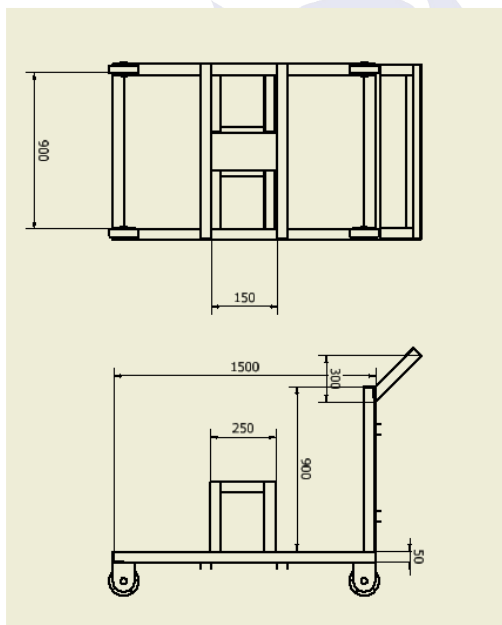
Gambar 1: Flowchat Rancangan Penelitian



Gambar 3. Rancangan *Trainer* Sistem Radiator Toyota Avanza 1.5G 1500cc

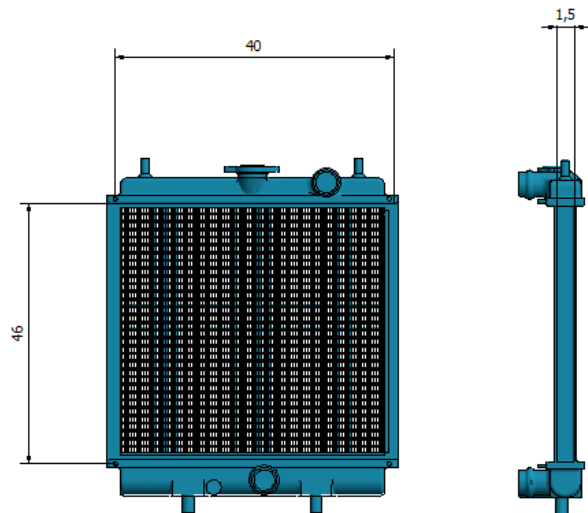
Desain Rancangan

Rangka *trainer* memiliki dimensi 1500 x 900 x 900 mm. Bahan yang dipakai untuk pembuatan rangka *trainer* menggunakan besi siku. Besi siku di bentuk sedemikian sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, penggabungan antara sisi – sisi besi siku menggunakan las listrik dan pemasangan panel pada instrumentasi menggunakan plat besi dengan tebal 1,8 mm. Berikut adalah rancangan kerangka yang telah dirancang pada rancang bangun *trainer* radiator pada Toyota Avanza 1500cc 4 silinder.



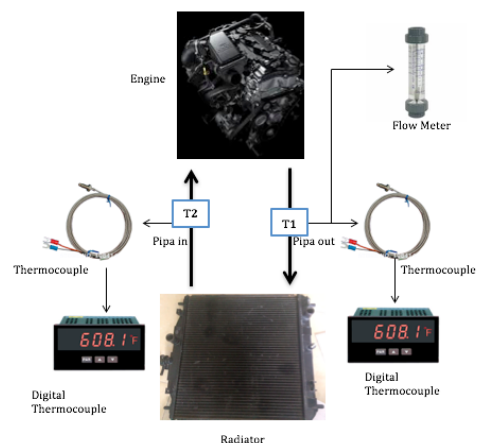
Gambar 3. Desain Rangka *Trainer*

Dimensi radiator Toyota Avanza untuk *trainer* radiator yaitu memiliki ukuran 440x430x15 mm. Berikut adalah rancangan radiator *double ply* pada Toyota Avanza 1500cc 4 silinder:



Gambar 4. Desain Radiator pada Toyota Avanza 1500cc 4 Silinder.

Trainer radiator pada Toyota Avanza 1500cc 4 silinder, ini memiliki alur skema pengujian yang dimana pada setiap instrumentasi dibuat sedemikian rupa agar sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga pada saat rancang bangun radiator Toyota Avanza 1500cc ini digunakan sanggup bekerja secara baik dan benar tanpa terjadi kesalahan atau kejadian yang tidak diharapkan. Tiap instrumentasi yang akan digunakan telah di cek kegunaannya agar saat pemakaian sanggup berjalan dengan baik. Berikut adalah gambar skema alur sistem instrumentasi rancang bangun radiator Toyota Avanza 1500 cc 4 silinder:



Gambar 5. Skema Aliran Pada *Trainer* Radiator Toyota Avanza

Alat Instrumen dan Teknik Pengambilan Data

Alat ukur yang digunakan pada rancang bangun radiator pada Toyota Avanza 1500cc 4 silinder ini terdapat dua buah instrumentasi yang pertama adalah instrumentasi

laju aliran yang akan dibaca menggunakan alat ukur laju aliran (*flowmeter*) dan yang kedua adalah instrumentasi temperatur yang akan dibaca oleh alat ukur *digital thermocouple*. Pada masing – masing instrument telah diletakan sesuai dengan fungsi dan kegunaannya.

Teknik Analisis Data

Analisis data adalah cara yang digunakan untuk mengumpulkan data dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan kemudian dimasukkan ke dalam bentuk tabel untuk di analisis. Analisis dilakukan dengan cara mendeskripsikan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada masing – masing instrumentasi (laju aliran dan temperatur).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Didalam rancang bangun radiator pada trainer toyota Avanza ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas radiator yang berada pada *trainer* dengan RPM yang akan diaplikasikan secara langsung pada *trainer* Toyota Avanza. Pada pengujian kapasitas perpindahan panas pada radiator ini akan diaplikasikan variasi kecepatan untuk mengetahui berapa besaran nilai yang akan didapatkan selama proses pengujian pada masing – masing variasi jenis radiator dengan variasi kecepatan mesin (RPM). Dalam kapasitas perpindahan panas ini juga meliputi pengujian temperatur yang dimana pada setiap variasi tipe radiator yang diaplikasikan pada variasi kecepatan putaran mesin (RPM) akan menghasilkan nilai temperatur juga sehingga didapatkan hasil pengujian dari masing- masing:

Tabel 1 Tabel Hasil Pengujian pada Radiator

RPM	Laju Aliran (LPM)	T in (°C)	T out (°C)	ΔT (°C)
3000	10	55,6	46,7	8,9
4000	12	72,7	62,1	10,6
5000	15	82,2	64,7	17,5
6000	18	92,5	68,4	24,1

Pembahasan Hasil Data

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui dari variasi kecepatan putaran mesin (RPM) yang berpengaruh pada temperatur pada masing – masing Radiator *single ply* dan *double ply* yang telah diaplikasikan pada *trainer* Toyota Avanza. Pada pembahasan hasil data ini akan membahas hasil dari

pengujian yang telah dilakukan sehingga dapat dilakukan perhitungan dari analisis untuk mengetahui hasil perpindahan panas yang telah dilakukan. Berikut adalah perhitungan analisis dari hasil pengambilan data :

- Data Hasil Dari Pengujian Radiator Variasi kecepatan mesin (RPM) 3000

Pada tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa nilai ΔT pada variasi laju aliran sebesar 10 LPM menghasilkan nilai ΔT sebesar 8,9 °C sehingga dapat diketahui nilai perpindahan panas dari variasi kecepatan mesin (RPM) 3000 sebagai berikut:

$$\dot{m} = \rho \times V \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 12 \text{ L/menit} \\ &= 1000 \text{ Kg/ m}^3 \times \text{m}^3/10^3 \text{ dm}^3 \times 10 \\ &\text{L/menit} \times \text{menit}/60 \text{ detik} \\ &= 0,167 \text{ Kg/detik} \end{aligned}$$

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &= 0,2 \text{ Kg/s} \times 4,2 \text{ (Kj/Kg . } ^\circ\text{C)} \times 8,9 ^\circ\text{C} \\ &= 6,102 \text{ Kj/s} = 6,102 \text{ watt} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan pada pengujian variasi kecepatan mesin (RPM) 3000 pada *trainer* Toyota Avanza dan menghasilkan nilai perpindahan panas sebesar 6,102 Kj/s.

- Variasi kecepatan mesin (RPM) 4000

Pada tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa nilai ΔT pada variasi laju aliran sebesar 12 LPM menghasilkan nilai ΔT sebesar 10,6°C sehingga dapat diketahui nilai perpindahan panas dari variasi kecepatan mesin (RPM) 3000 sebagai berikut:

$$\dot{m} = \rho \times V$$

$$\begin{aligned} &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 12 \text{ L/menit} \\ &= 1000 \text{ Kg/ m}^3 \times \text{m}^3/10^3 \text{ dm}^3 \times 12 \\ &\text{L/menit} \times \text{menit}/60 \text{ detik} \\ &= 0,2 \text{ Kg/detik} \end{aligned}$$

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$\begin{aligned} &= 0,2 \text{ Kg/s} \times 4,2 \text{ (Kj/Kg . } ^\circ\text{C)} \times 10,6 ^\circ\text{C} \\ &= 10,6 \text{ Kj/s} = 10,6 \text{ watt} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan pada pengujian variasi kecepatan mesin (RPM) 4000 pada *trainer* Toyota Avanza dan menghasilkan nilai perpindahan panas sebesar 10,6 Kj/s.

- Variasi kecepatan mesin (RPM) 5000

Pada tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa nilai ΔT pada variasi laju aliran sebesar 15 LPM menghasilkan nilai ΔT sebesar 17,5°C sehingga dapat diketahui nilai perpindahan panas dari variasi kecepatan mesin (RPM) 5000 sebagai berikut:

$$\dot{m} = \rho \times V$$

$$= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 15 \text{ L/menit}$$

$$= 1000 \text{ Kg/ m}^3 \times \text{m}^3/10^3 \text{ dm}^3 \times 15 \text{ L/menit} \times \text{menit}/60 \text{ detik}$$

$$= 0,25 \text{ Kg/detik}$$

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$= 0,25 \text{ Kg/s} \times 4,2 \text{ (Kj/Kg.}^\circ\text{C)} \times 17,5^\circ\text{C}$$

$$= 18,375 \text{ Kj/s} = 18,375 \text{ watt}$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan pada pengujian variasi kecepatan mesin (RPM) 5000 pada *trainer* Toyota Avanza dan menghasilkan nilai perpindahan panas sebesar 18,375 Kj/s.

- Variasi kecepatan mesin (RPM) 6000

Pada tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa nilai ΔT pada variasi laju aliran sebesar 18 LPM menghasilkan nilai ΔT sebesar $24,1^\circ\text{C}$ sehingga dapat diketahui nilai perpindahan panas dari variasi kecepatan mesin (RPM) 5000 sebagai berikut:

$$\dot{m} = \rho \times V$$

$$= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 18 \text{ L/menit}$$

$$= 1000 \text{ Kg/ m}^3 \times \text{m}^3/10^3 \text{ dm}^3 \times 18 \text{ L/menit} \times \text{menit}/60 \text{ detik}$$

$$= 0,3 \text{ Kg/detik}$$

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$= 0,3 \text{ Kg/s} \times 4,2 \text{ (Kj/Kg.}^\circ\text{C)} \times 24,1^\circ\text{C}$$

$$= 30,366 \text{ Kj/s} = 30,366 \text{ watt}$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan pada pengujian variasi kecepatan mesin (RPM) 6000 pada *trainer* Toyota Avanza dan menghasilkan nilai perpindahan panas sebesar 30,366 Kj/s.

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, diketahui bahwa setiap variasi kecepatan mesin (RPM) akan mengalami sebuah perbedaan dikarenakan faktor perbedaan yang telah diketahui. Dalam perpindahan panas faktor yang mempengaruhi yaitu nilai laju aliran yang dimiliki oleh fluida dan temperatur yang dimiliki fluida, akan tetapi didalam temperature terdapat temperature masuk dan keluar apabila diketahui maka bisa dicari nilai ΔT yang dimana nilai tersebut berasal dari nilai temperatur masuk dikurangi dengan temperatur keluar. Dalam pengujian ini perlu diperhatikan bahwa dalam perhitungan pada setiap pengambilan data harus dilakukan secara berurutan agar didapat hasil penelitian yang sesuai dengan yang telah diperkirakan dalam perencanaan yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya. Pada penelitian ini juga dilakukan pendekatan berupa analisa untuk mengetahui perbandingan secara nyata dan analisa berupa rumusan atau perhitungan yang akan dilakukan setelah pengambilan data. Apabila beberapa faktor yang terdapat pada rumusan perpindahan panas telah diketahui maka

sanggup dicari pada setiap variasi yang telah dilakukan pada pegujian dan dapat diketahui juga analisa dari hasil pengujian. Pada penelitian ini menggunakan analisa agar sanggup memahami hasil dari pengujian yang telah dilakukan dan dalam tahapan ini diperlukan perhitungan pada masing – masing variasi untuk mengetahui nilai perpindahan panas. Sehingga hasil dari perhitungan yang telah dilakukan dapat digambarkan dalam bentuk grafik agar diketahui kenaikan hasil dari masing – masing pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti. Dalam hal ini pada setiap kenaikan pada variasi kecepatan mesin (RPM) akan menghasilkan nilai kapasitas radiator yang berbeda – beda sehingga dapat diketahui faktor yang mempengaruhi perbedaan pada setiap variasi, berikut adalah grafik dari masing – masing nilai variasi yang telah diketahui hasil dari penelitian:

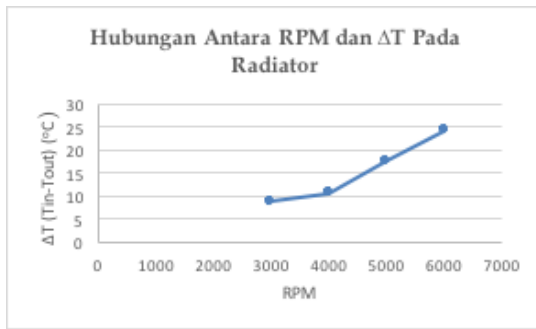
- Grafik Hubungan antara RPM dan ΔT Pada radiator.

Terdapat perpindahan temperatur yang akan berbeda-beda pada setiap variasi kecepatan mesin (RPM), maka dari itu untuk memahami kenaikan ataupun penurunan temperatur sanggup dilihat dari grafik yang akan disajikan. Temperatur merupakan salah satu faktor yang dimana didalam temperatur in yang berada pada radiator harus memiliki perbedaan dengan temperatur keluar dari radiator. Penurunan temperatur juga harus diperhatikan juga karena dari penurunan yang telah dilakukan radiator sebagai *heat transfer* atau media perpindahan panas sanggup membuat mesin mengurai panas yang telah dihasilkan dari selama proses berjalannya mesin dari kecepatan rendah hingga kecepatan tinggi. Berikut adalah grafik yang terdapat pada *trainer* radiator Toyota Avanza 1500 cc 4 silinder :

Tabel 2 Hubungan antara RPM dan ΔT pada Radiator

RPM	ΔT Radiator
3000	8,9
4000	10,6
5000	17,5
6000	24,1

Dari hasil ΔT radiator pada *trainer* Toyota Avanza dapat diketahui hubungan antara nilai RPM dan ΔT sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik Hubungan antara nilai RPM dan ΔT Pada Radiator

Pada grafik hubungan antara nilai ΔT pada radiator mengalami perbedaan yang sangat terlihat pada masing-masing variasi kecepatan mesin (RPM) yang dimulai dari 3000 RPM, 4000 RPM, 5000 RPM dan 6000 RPM. Dapat dilihat pada gambar 6 dapat dilihat bahwa hubungan antara ΔT dan RPM yaitu semakin tinggi RPM, maka semakin tinggi pula nilai ΔT yang dihasilkan.

- Grafik Hubungan antara RPM dan laju aliran pada radiator.

Dari hasil uji coba terdapat nilai laju aliran yang berbeda pada setiap RPM tertentu. Nilai laju aliran berpengaruh penting dalam mempengaruhi rendah dan tingginya nilai kapasitas perpindahan panas. Berikut adalah grafik hubungan antara RPM dan laju:



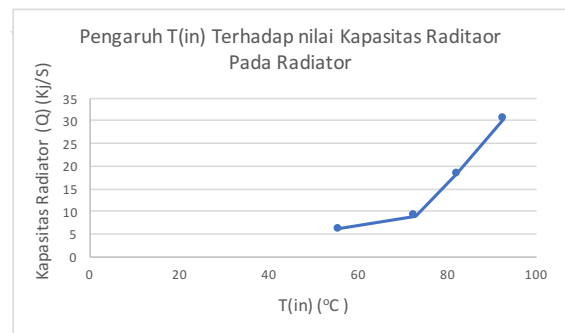
Gambar 7 Grafik hubungan antara RPM dan laju aliran pada radiator *single ply* dan *double ply*.

- Grafik Hubungan Antara Nilai Tin dan Nilai Kapasitas Radiator.

Dalam perpindahan panas nilai ΔT dan laju aliran merupakan faktor dalam perubahan nilai perpindahan panas. Sehingga dari hasil gambar 4.10 dapat dihubungkan dengan nilai kapasitas perpindahan panas yang dihasilkan seperti grafik sebagai berikut:

Tabel 3 Pengaruh antara nilai Tin dan kapasitas radiator.

T in ($^{\circ}C$)	Kapasitas Perpindahan Panas (Q) Radiator <i>Single Ply</i> (Kj/s)
55,6	27,972
72,7	32,424
82,2	36,855
92,5	52,164



Gambar 8 Grafik Pengaruh T(in) Terhadap nilai Kapasitas Radiator.

Dari gambar 8, dapat diketahui pengaruh nilai T(in) terhadap nilai kapasitas radiator bahwa setiap nilai T(in) pada radiator naik maka nilai kapasitas radiator juga akan semakin tinggi. Ini menunjukkan bahwa nilai T(in) sangat berpengaruh terhadap nilai kapasitas radiator.

PENUTUP

Simpulan

- Pada desain radiator pada *trainer* radiator Toyota Avanza 1500cc 4 silinder dapat diketahui bahwa nilai kapasitas perpindahan panas pada radiator dapat dipengaruhi oleh temperatur keluar (Tout) radiator juga sesuai dengan nilai temperature yang masuk (Tin).
- Dapat diketahui pada kecepatan putaran mesin memiliki temperatur dan nilai laju aliran yang berbeda pada saat melepaskan panas yang terdapat pada fluida yang dimana dapat diketahui dari hasil pengujian radiator. Pada RPM 3000 radiator memiliki nilai temperatur masuk 55,6 $^{\circ}C$ dan menghasilkan kapasitas radiator 6,102 Kj/s sedangkan pada RPM 5000 dengan nilai temperatur masuk 82,2 $^{\circ}C$ menghasilkan nilai kapasitas radiator 18,375 Kj/s, dimana dapat diartikan bahwa radiator Toyota Avanza memiliki performa yang baik dalam

mendinginkan mesin mobil dan nilai temperatur sangat berpengaruh dalam nilai kapasitas radiator yang dihasilkan pada setiap putaran mesin. Semakin tinggi nilai temperatur masuk, maka semakin semakin besar pula nilai kapasitas radiator yang dihasilkan untuk mendinginkan mesin mobil.

- Perawatan untuk *trainer* radiator pada Toyota Avanza 1500 cc 4 silinder yaitu menjaga kualitas water coolant agar bagian dalam mesin tidak berkarat. Cek aki sebelum digunakan, jika tegangan pada aki kurang disarankan untuk *charge* aki untuk menambah tegangan pada aki.

Saran

- Untuk penelitian berikutnya, perlu untuk mengetahui hubungan anatar nilai perbedaan temperatur (ΔT) dengan konsumsi BBM.
- Perlunya kapasitas *flowmeter* yang memiliki skala baca yg lebih kecil agar dapat dibaca dengan lebih akurat pada saat dilakukannya pengujian pada *trainer* radiator pada Toyota Avanza 1500 CC 4 Silinder.
- Pada saat pengujian diperlukan kecepatan putaran mesin yang stabil agar dapat diketahui nilai temperatur pada saat melakukan setiap variasi RPM dan tipe radiator.
- Perlunya thermo control untuk mengatur nilai Tin pada radiator dengan bail dalam pengujian *trainer* radiator berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fandi Ahmad, I Made Arsana. 2014. Perencanaan Sistem Aliran Fluida Pada Rancang Bangun Alat Penguji Kapasitas Radiator. Surabaya. Jurnal Teknik Mesin. Vol.2, No.1:48-54
- Frank Kreith dan Arko Prijono, 1991:4. Dasar – Dasar Perpindahan Panas.
- Holman, J.P. 1994. Perpindahan Kalor. Edisi Keenam. Alih Bahasa E. Jasjfi. Jakarta: Erlangga.
- Incropera, Frank P. And Dewitt, David P. 1996. Fundamental of Heat and Mass Transfer. Fourt edition. Amerika : School of Mechanical Engineering Purdue University.
- Kreith, Frank dan Prijono, A.1986. Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Zuhdi Ma'sum, Made Arsana, Fathurrahman Malik, Wahyudi Priyono, Ali Althway. 2012. Analisa Perpindahan Panas Dengan Konveksi Bebas dan Radiasi Pada Penukar Panas Jenis Pipa dan Kawat. Surabaya. Jurnal Teknik Kimia. Vol.7, No.1:1-7
- Admin, 2016, Pilih- pilih Jenis radiator Coolant Terbaik untuk Mobil Anda (online), <http://www.doktermobil.net/pilih-pilih-jenis-radiator-coolant-terbaik-untuk-mobil-anda/>, diakses 7 Februari 2017.

KDKHIMURA, 2015, Radiator (online), <https://otomotifkrnews.wordpress.com/2015/08/28/radiator/>, diakses 8 Februari 2017.

Mechanical03, 2015, Cara Kerja Radiator (online), <https://mechanicalengineering03.wordpress.com/2015/10/21/carakerja-radiator-mobil/>, diakses 23 Februari 2017.