

MEREKABENTUK DAN MENGUJI RADIATOR  
AUTOMOTIF BERBENTUK BULAT

MUHAMMAD DANIAL ASYRAF BIN ZAHARI

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

**MEREKABENTUK DAN MENGUJI RADIATOR AUTOMOTIF  
BERBENTUK BULAT**

**MUHAMMAD DANIAL ASYRAF BIN ZAHARI**

**Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat  
penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**JUN 2013**

**PENGESAHAN PENYELIA**

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif).”

Tandatangan: .....

Penyelia: .....

Tarikh: .....

## **PENAKUAN**

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan :

Nama Penulis : Muhammad Danial Asyraf bin Zahari

Tarikh : 22 Jun 2013

*“Khas buat ayahanda, bonda, keluarga serta rakan-rakan tersayang yang sentiasa memberikan saya sokongan dan dokongan terhadap kajian ini”*

## PENGHARGAAN

Pertama sekali, bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnianya, akhirnya kajian saya selesai.

Dalam menyelesaikan kajian ini, saya telah menerima bantuan dari banyak pihak. Segunung penghargaan saya ucapkan kepada penyelia utama saya, Dr. Mohd Yusoff bin Sulaiman terhadap idea-idea bernas, semangat, keyakinan, nasihat dan bimbingan yang diberikan. Beliau sangat berdedikasi dan bersemangat dalam memberi tunjuk ajar dan bimbingan kepada saya. Tanpa beliau, kajian ini tidak akan berhasil.

Ribuan terima kasih juga saya ucapkan kepada rakan-rakan sekelas dan sesiapa sahaja yang turut membantu dalam segenap aspek. Pendapat dan pandangan mereka sangat berguna untuk saya. Tiada kata-kata yang dapat saya ungkapkan terhadap sokongan dan kepercayaan mereka. Segala komen dan cadangan mereka menyumbang kepada kejayaan kajian ini.

Tidak lupa juga kepada keluarga yang menjadi sebab utama saya berada di sini. Ayahanda saya, Zahari bin Abdul Rahim, bonda saya, Zubaidah binti Mohmed Yunos serta adik Kasih sayang dan sokongan yang tidak kenal erti jemu dari mereka menjadi pemangkin terhadap kejayaan saya.

## Abstrak

Projek penyelidikan ini secara keseluruhannya adalah untuk menghasilkan rekabentuk dan menguji sebuah radiator automotif yang berbentuk bulat berbeza dari radiator petak komersial sedia ada. Radiator adalah unit penukar haba yang berfungsi untuk mengekalkan suhu enjin supaya sentiasa beroperasi pada keadaan optimum. Namun begitu, radiator automotif konvensional tidak mesra ruang kerana pembangunan teknologi radiator hanya tertumpu pada perubahan material dan pembangunan mesin pengeluaran untuk meningkatkan prestasi penyejukan. Oleh itu, idea ini dihasilkan bertujuan untuk membina radiator automotif berbentuk bulat yang dijangka mempunyai sistem pertukaran haba dan penggunaan ruang yang lebih baik dan efisien. Kemudian beberapa reka bentuk radiator bulat dilukis dan rekaan yang terbaik telah dipilih. Daripada rekaan tersebut, proses fabrikasi bermula. Disamping itu, sebuah radiator petak turut dibina bagi tujuan ujikaji. Kedua-dua jenis radiator tersebut akan menjalani ujikaji keberkesanan dalam proses pemindahan haba. Prestasi daripada kedua-dua jenis radiator akan dibandingkan.

## **Abstract**

This research is about designing and testing circular automotive radiator that is different in design from existing commercial rectangular shaped radiator. Radiator is a heat exchanger system that functions to maintain the temperature of the engine to make sure that the vehicle can stay at the optimum performance on the road. However, conventional automotive radiator is not friendly in space and design construction. Design of the water to air radiator for automotive industry is same since 1901 because the developments focus on radiator material and production machine development to increase its cooling performance. Thus, this idea comes to build circular automotive radiator with expected improved heat transfer performance and space utilization. Some new radiator design was drawn and two best designs were selected before the fabrication begins. In addition, a rectangular radiator was built for experimental purposes. Both type of radiator will undergo testing in the process of heat transfer effectiveness. Performance of these two types of radiators will be compared.



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGESAHAN PENYELIA</b>	<b>iii</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>iv</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>v</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>vi</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>viii</b>
	<b>KANDUNGAN</b>	<b>ix</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>xiii</b>
 <b>BAB I</b>	 <b>Pengenalan</b>	 <b>1</b>
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Pernyataan Masalah	3
	1.3 Objektif	3
	1.4 Skop	4
	1.5 Kebaikan Projek	4

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	1.6 Rumusan	4
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	<b>5</b>
	2.1 Pengenalan	5
	2.2 Jenis-jenis Radiator	6
	2.2.1 Radiator Sarang Lebah	6
	2.2.2 Radiator Aliran Menegak	8
	2.2.3 Radiator aliran Melintang	9
	2.3 Komponen Utama Dalam Radiator	10
	2.3.1 Penutup Tekanan	10
	2.3.2 Tiub Radiator	11
	2.3.3 Sirip Udara	11
	2.3.4 Tangki Radiator	12
	2.3.5 Laluan Air Buang	13
	2.3.6 Penyejuk Minyak Gear	14
	2.4 Aplikasi Radiator Pada Kenderaan	15
	2.5 Teori Pemindahan Haba	16
	2.5.1 Kadar Pemindahan Haba Pada Radiator	17
	2.5.2 Logaritma Perbezaan Suhu Purata	19
	2.5.3 Pemalar Pemindahan Haba Keseluruhan	20
	2.6 Proses Reka Bentuk Kejuruteraan	21
	2.6.1 Radiator Bulat	21

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	2.6.2 Radiator Petak	26
	2.7 Ujikaji Radiator	29
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>32</b>
	3.1 Perancangan Metodologi Kajian	32
	3.2 Carta Alir	33
	3.3 Merekabentuk Radiator	34
	3.3.1 Lakaran Tangan	34
	3.3.2 Perisian Berbantu Komputer	40
	3.4 Fabrikasi Radiator	41
	3.4.1 Fabrikasi Radiator Bulat	41
	3.4.2 Fabrikasi Radiator Petak	44
	3.5 Ujikaji Radiator	47
	3.5.1 Radiator Bulat	47
	3.5.2 Radiator Petak	48
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>50</b>
	4.1 Ujikaji Radiator Bulat Tanpa Sirip Louver	50
	4.2 Ujikaji Radiator Bulat Bersirip Louver	56
	4.3 Ujikaji Radiator Petak Tanpa Sirip Louver	61
	4.4 Ujikaji Radiator Petak Bersirip Louver	67

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	4.5 Perbandingan Antara Radiator Bulat dan Petak	72
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>73</b>
	5.1 Kesimpulan	77
	5.2 Cadangan	78
	<b>RUJUKAN</b>	<b>79</b>
	<b>APPENDICES</b>	<b>81</b>

## SENARAI JADUAL

NO.	TAJUK	MUKASURAT
2.4	Perbandingan Antara Kategori Kenderaan, Tahun dan Jenis Radiator	15
2.6.1.1	Ukur dan Dimensi Radiator Bulat	21
2.6.1.2	Panjang Setiap Tiub Radiator Bulat	23
2.6.1.3	Luas Permukaan Setiap Tiub Radiator Bulat	23
2.6.1.4	Jumlah Sirip <i>Louver</i> berpandukan Panjang Tiub Radiator Bulat	24
2.6.1.5	Luas Sirip <i>Louver</i> Radiator Bulat	25
2.6.2.1	Ukur dan Dimensi Radiator Petak	26
2.7.1	Jadual Jenis Suhud dan Simbol	30
2.7.2	Jadual Jenis Udar dan Simbol	31
4.1.1	Jadual Halaju Udara melalui Radiator Bulat Tanpa Sirip <i>Louver</i>	51
4.1.2	Jadual Suhu Udara Melalui Radiator Bulat Tanpa Sirip <i>Louver</i>	52

NO.	TAJUK	MUKASURAT
4.1.3	Jadual Data Eksperimen Radiator BulatTanpaSirip <i>Louver</i>	52
4.1.4	Data Pengiraan Radiator Bulat TanpaSirip <i>Louver</i>	53
4.2.1	JadualHalajuUdaramelalui Radiator BulatBersirip <i>Louver</i>	57
4.2.2	JadualSuhuUdaraMelalui Radiator BulatBersirip <i>Louver</i>	58
4.2.3	Jadual Data Eksperimen Radiator BulatBersirip <i>Louver</i>	58
4.2.4	Data Pengiraan Radiator BulatBersirip <i>Louver</i>	59
4.3.1	JadualKelajuanUdaramelalui Radiator PetakTanpaSirip <i>Louver</i>	63
4.3.2	JadualSuhuUdaraMelalui Radiator PetakTanpaSirip <i>Louver</i>	63
4.3.3	Jadual Data Eksperimen Radiator PetakTanpaSirip <i>Louver</i>	64
4.3.4	Data Pengiraan Radiator Petak TanpaSirip Louver	65
4.4.1	JadualKelajuanUdaramelalui Radiator PetakBersirip <i>Louver</i>	68
4.4.2	JadualSuhuUdaraMelalui Radiator PetakBersirip <i>Louver</i>	69

<b>NO.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKASURAT</b>
4.4.3	Jadual Data Eksperimen Radiator Petak Bersirip <i>Louver</i>	70
4.4.4	Data Pengiraan Radiator Petak Bersirip <i>Louver</i>	70
4.5.1	Perbandingan Antara Radiator pada Kaliran Aliran Air	74

## **BAB I**

### **Pengenalan**

#### **1.1 Latar Belakang Projek**

Teknologi radiator telah mula berkembang pesat sejak terciptanya kereta. Pelepasan haba merupakan salah satu faktor penting yang perlu diambil kira dalam mereka bentuk sesebuah enjin. Enjin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) mampu menghasilkan suhu kepanasan maksimum yang boleh menyebabkan enjin mengalami kepanasan melampau. Tanpa sistem penyejukan yang cekap, kita mungkin tidak akan mempunyai kenderaan seperti yang ada pada masa kini.

Radiator merupakan satu sistem yang ringkas yang diperbuat daripada tembaga di mana aliran air boleh mengalir melaluinya secara pemanasan. Pada tahun 1920-an, sesetengah pengusaha kilang kereta seperti General Motor Corporation (GM) telah mengubahsuai radiator dengan menggunakan tiub bujur kerana mampu menambahkan kecekapan radiator.

Tidak lama selepas itu, apabila penggunaan enjin semakin membangun dan meningkat, kebanyakan syarikat telah menambah kipas pada radiator supaya aliran



udara di dalam teras radiator adalah stabil. Pam air yang berfungsi untuk mengepam aliran air ke dalam radiator. Pada zaman inilah, pengusaha kilang kereta telah mengesyorkan penggunaan bahan anti beku pada system penyejukan enjin bagi mengelakkan system penyejukan rosak semasa musim sejuk.

Radiator kereta yang mula diperkenalkan hanya menggunakan tiub yang bersaiz  $\frac{1}{2}$  inci. Pada 1940-an, syarikat-syarikat seperti Ford mula menjalankan kajian dengan menggunakan tiub radiator yang lebih besar. Masalah mulai timbul apabila penggunaan tiub yang lebih besar memerlukan tiub yang lebih tebal supaya teras radiator meleding di bawah tekanan udara.

Pada tahun 1970-an dan 1980-an, pengilang kereta banyak melakukan kajian dengan menggunakan pelbagai teras radiator dan pelbagai jenis saiz tiub radiator serta ketebalan radiator tiub yang berbeza. Terdapat juga sesetengah pengilang menggunakan plastik bagi meringankan beban kos.

Akhirnya pengilang mula menggunakan aluminium bagi menggantikan penggunaan tembaga dan keluli sebagai radiator. Aluminium mempunyai sifat yang ringan dan kuat yang sememangnya sesuai untuk pembinaan radiator.

Walaupun aluminium tidak mempu kapasiti pelepasan haba seperti tembaga ataupun penghadang karat yang baik, aluminium merupakan pilihan terbaik. Reka bentuk yang ringan dan cekap menyebabkan aluminium dijadikan piawai bagi kebanyakan kereta dan trak.

## 1.2 PERNYATAAN MASALAH

Dalam dunia serba moden ini, permintaan terhadap kereta kompak yang berprestasi tinggi semakin meningkat. Apabila sesebuah enjin itu berprestasi tinggi, tenaga haba yang dibebaskan oleh enjin juga meningkat. Radiator konvensional sedia ada tidak praktikal lagi apabila ruang yang besar diperlukan di bahagian enjin. Ini disebabkan oleh saiz motor kipas radiator yang menguasai hampir satu per tiga dari saiz keseluruhan unit radiator tersebut. Justeru, rekaan radiator baru yang lebih mesra ruang diperlukan untuk pembangunan pada masa hadapan. Disamping itu, radiator konsep baru ini perlulah mempunyai sistem pemindahan haba yang lebih bagus memandangkan kadar haba yang dikeluarkan oleh enjin juga semakin meningkat selaras dengan kemajuan teknologi pembakaran enjin dalaman.

## 1.3 OBJEKTIF

- i. Merekabentuk dan membangunkan rekaan baru radiator automotif yang berbentuk bulat.
- ii. Menguji keberkesanan sistem penyejukan radiator automotif rekabentuk baru dan konvensional.
- iii. Melakukan perbandingan antara rekabentuk radiator baru dengan rekabentuk radiator konvensional.

## 1.4 SKOP

- i. Merkabentuk radiator automotif bulat.
  - i.i. Lakaran tangan
  - i.ii. Lukisan Berbantu Komputer (CATIA)
- ii. Fabrikasi radiator
- iii. Ujian keberkesanan sistem pemindahan haba bagi kedua-dua radiator.

## 1.5 KEBAIKAN PROJEK

Keperluan dan faedah yang akan diperolehi daripada projek ini adalah radiator bulat bakal menjadi satu revolusi dunia automotif dunia. Oleh itu, lebih banyak kereta kompak yang berprestasi mampu dihasilkan mengikut citarasa pengguna. Pada masa sama, perkembangan dalam dunia permotoran juga akan semakin berkembang.

Faedah lain yang akan diperolehi ialah dapat mengkaji cara radiator bekerja dan fungsi radiator dalam sistem penyejukan enjin. Selain itu, setiap komponen dalam sistem penyejukan enjin dan radiator juga telah dikenal pasti.

Tambahan pula, segala teori yang dipelajari di kuliah dapat di aplikasikan dan dimahirkan dalam projek ini. Melalui proses fabrikasi, cabaran sebenar dalam suasana bekerja sebagai jurutera dapat dirasai melalui segala masalah yang dihadapi.

## 1.6 RUMUSAN

Bab ini membincangkan tentang objektif dan juga hala tuju projek yang dibuat supaya bab yang seterusnya tidak tersasar jauh dari skop yang sepatutnya.

## **BAB II**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 PENGENALAN**

Dalam melakukan projek untuk merekabentuk dan menguji radiator bulat ini, beberapa kajian telah dilakukan terhadap radiator sedia ada untuk memahami serta mendalami konsep serta teori radiator berfungsi. Radiator adalah salah suatu komponen penting bagi sesebuah kenderaan.

Fungsi radiator adalah untuk mengawal suhu operasi enjin serta mengelakkan enjin daripada panas lampau. Ini kerana fungsi yang paling asas enjin pembakaran dalaman adalah untuk menukarkan tenaga haba kepada kuasa yang disalurkan kepada roda. Secara amnya, hanya 25% daripada tenaga haba yang disalurkan kepada roda. Kira-kira 45% daripada tenaga haba terlepas ke ekzos dan geseran manakala baki 30% lagi dipindahkan ke dalam komponen-komponen enjin.

Jika haba berlebihan ini tidak dilesapkan dari ruang enjin, suhu enjin mencapai tahap panas melampau. Kesan dari panas lampau ini, komponen-komponen yang

bergerak di dalam enjin akan melekat kerana pengembangan logam komponen berlaku. Komponen yang mendapat kesan paling teruk adalah piston.

Bagi komponen yang berputar seperti aci engkol, aci sesondol serta rod penghubung, kesan terbakar terjadi pada komponen. Kehausan logam berlaku yang akan mengurangkan kecekapan komponen. Selain itu, kelikatan minyak pelincir menurun dan lebih teruk lagi minyak pelincir boleh menjadi hangus. Jika asap putih keluar dari ekzos, itu adalah petanda kejadian ini berlaku.

## **2.2 JENIS – JENIS RADIATOR**

Secara amnya, terdapat beberapa jenis radiator yang telah diperkenalkan sejak dari teknologi permotoran terlahir di dunia ini. Setiap jenis radiator ini mempunyai kelebihan masing-masing.

### **2.2.1 Radiator Sarang Lebah**

Radiator ini adalah radiator terawal yang diperkenalkan dalam industri automotif. Ciptaan paling sensasi ini telah diilhamkan oleh Wilhelm Maybach dan diletakkan pada sebuah kereta Mercedes 35hp pada awal tahun 1900. Radiator sarang lebah ini terdiri lebih daripada 8000 tiub-tiub kecil dengan keratan rentas enam segi dan mempunyai panjang sisi 6mm. Tiub ini mempunyai prestasi penyejukan yang jauh lebih baik disebabkan aliran udara yang tinggi. Kesemua tiub ini telah dipateri bersama untuk membentuk radiator berbentuk segi empat tepat. Kipas radiator berfungsi semasa kelajuan kereta rendah. Kehadiran radiator ini telah menyelesaikan masalah penyejukan automotif pada zaman tersebut. Radiator ini masih lagi wujud pada zaman ini dan boleh dilihat pada kereta-kereta antik atau klasik.



Rajah 2.2.1.1 : Mercedes 35hp

(Sumber : <http://autoweek.ru>)



Rajah 2.2.1.2 : Radiator Sarang Lebah

(Sumber :

<http://www.mtfea.com/discuss/message/179374/245469.html?1320436602>)

### 2.2.2 Radiator Aliran Menegak

Radiator ini adalah radiator yang dicipta selepas radiator sarang lebah. Radiator jenis ini kebiasaannya diperbuat daripada tembaga. Tangki terletak di bahagian atas dan juga bawah radiator dan dihubungkan oleh tiub-tiub. Di antara dua tiub ini terletak sirip-sirip louvered. Cecair penyejuk dari blok enjin akan mengalir dari atas radiator dan keluar dari bawah radiator. Radiator ini menggunakan tenaga graviti untuk mengalirkan cecair penyejuk.

Radiator ini berbentuk tinggi dan tidak lebar. Disebabkan saiznya yang tinggi, ia lebih banyak digunakan pada trak, bas dan kereta pelbagai guna. Kelemahan radiator ini adalah tidak mampu berfungsi dengan efisien apabila kenderaan berada pada kelajuan yang tinggi kerana kedudukan penutup tekanan yang berada di tempat yang mempunyai tekanan yang tinggi.



Rajah 2.2.2 : Radiator Aliran Menegak

(Sumber : <http://www.rndfabrication.com/Nova.html>)

### 2.2.3 Radiator Aliran Melintang

Radiator ini adalah jenis radiator terkini di dalam industri automotif. Kebanyakan radiator terkini diperbuat daripada aluminium untuk bahagian teras dan pada bahagian tangki menggunakan plastik atau tembaga. Radiator ini masih lagi menggunakan konsep yang sama dengan radiator aliran menegak tetapi kedudukan tangki adalah di bahagian sisi radiator. Tenaga pam air digunakan untuk mengerakkan cecair penyejuk melalui tiub di dalam radiator.

Reka bentuk radiator ini menawarkan kawasan yang lebih besar untuk pelepasan haba. Ia membenarkan lebih banyak tekanan pada injap kemasukan radiator kerana kedudukan penutup tekanannya yang berada pada kedudukan yang bertekanan rendah. Disebabkan bentuk yang rendah, kebanyakan kereta-kereta baru menggunakan radiator ini. Tetapi radiator ini tidak sesuai untuk enjin yang telah di ubahsuai kerana bentuknya yang lebar memakan ruang yang besar dalam enjin.



Rajah 2.2.3 : Radiator Aliran Melintang

(Sumber : <http://www.dpstoreonline.com/ShowItem/101784%201955-1957%20Chevy%20Polished%20Crossflow%20Radiator.aspx>)