

‘Saya/Kami\* akui bahawa telah membaca karya ini  
dan pada pandangan saya/kami\* karya ini  
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)’

Tandatangan : .....

Nama Penyelia 1 : .....

Tarikh : .....

KESAN BENTUK LINGKARAN PEMANAS KE ATAS  
TEMPOH AIR MENDIDIH DALAM CEREK ELEKTRIK

MOHD KHAIRULRIZAL B MD SALLEH

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MAC 2008

## ABSTRAK

Cerek elektrik adalah satu alat yang digunakan untuk memudahkan seseorang memasak air. Dengan adanya cerek elektrik ini juga, masa yang diambil bagi memasak air dapat dikurangkan. Berbanding dengan cerek yang biasa, cerek elektrik mudah dikendalikan dan lebih selamat. Namun begitu, cerek elektrik tetap mempunyai kelemahannya terutama pada penggunaan tenaga elektrik. Penggunaan pemanas yang memerlukan tenaga elektrik yang tinggi sehingga memberikan kesan terhadap bil elektrik seseorang itu. Penyelidikan ini dijalankan adalah bertujuan untuk mengurangkan penggunaan masa bagi proses memasak air dengan cara mengubah bentuk lingkaran pada pemanas tersebut. Dengan cara ini memungkinkan penggunaan tenaga yang berlebihan dapat dikurangkan dan penggunaan masa yang singkat bagi memasak air dapat diperolehi. Kajian terhadap bentuk-bentuk lingkaran yang digunakan dalam cerek elektrik perlulah dijalankan bagi mengetahui kelebihan dan kelemahan yang ada pada bentuk lingkaran yang sedia ada. Selain daripada itu, beberapa rekabentuk lingkaran juga akan dibentuk dan dianalisa. Dalam projek ini, kaedah simulasi CFX akan digunakan sebagai kaedah yang paling murah dan paling efektif serta berkesan dalam kerja-kerja simulasi. Hasil daripada simulasi ini akan dianalisa bagi menentukan bentuk lingkaran yang mana mempunyai masa yang paling minimum dalam proses pendidihan air di dalam cerek elektrik.

## **ABSTRACT**

Electric kettle is a device utilised to facilitate human activity for boiling water. With this electric kettle , the time to boil a water could be reduced. Compare with the ordinary kettle, electric kettle are more safer and easy handling. Nevertheless, the electric kettle have his weakness especially on electricity usage heater uses high electricity and give some bad effect in electricity bill . This research conducted is aims to reduce the time to boil water with changing the shape of coil. With this method the possiblility to save electricity energy consumption may be reduced and the time to boiling water in the short duration can be obtain. The study about a shape of heaters are included in this research to find the advantge and disadvantage using the ordinary shape. The analysis for the new design of coil shape will be including in this research. In this research, CFX software is used to simulate the result. The software are more economics and effective to predict the result. At the end of this research, we can know the effect of chaing the coil shape on boiling water duration in electrical kettle.



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

Tandatangan : .....

Nama penulis : MOHD KHAIRULRIZAL B MD SALLEH

Tarikh : 27 Mac 2008.

Untuk kedua ibu bapa tersayang

Encik Md Salleh Bin Yusoff dan Puan Khatijah Binti Hussin

Adik-beradik Saya

Zaleha Binti Md Salleh  
Mohd Nur Najib Bin Md Salleh

Sanak saudara yang lain, kawan lelaki dan kawan perempuan

## PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurna. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari.

Dikesempatan ini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada penyelia Encik Suhaimi Bin Misha kerana bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Dari itu saya berasa berbangga kerana menjadi salah seorang pelajar di bawah seliaan beliau. Ini kerana, tanpa ilmu yang beliau miliki itu tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Tidak lupa juga kepada kawan-kawan yang mana telah banyak memberi pertolongan dan dorongan dalam menyiapkan tesis ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa tercinta kerana berkat doa mereka dapatlah tesis ini disiapkan. Jutaan terima kasih kepada semua.



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>KANDUNGAN</b>	v
	<b>SENARAI JADUAL</b>	viii
	<b>SENARAI RAJAH</b>	x
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xiii
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv
<b>BAB 1</b>	<b>PENGENALAN</b>	
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Analisa masalah	3
	1.3 Objektif Projek	3
	1.4 Skop Projek	3

<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
	2.0 Pendahuluan	4
	2.1 Prinsip cerek elektrik	5
	2.2 Prinsip pemanas elektrik	7
	2.3 Rekabentuk lingkaran pemanas	13
	2.4 Proses pendidihan air	16
	2.5 Prinsip penggunaan ANSYS CFX	19
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI KAJIAN</b>	
	3.0 Pendahuluan	22
	3.1 Uji kaji	24
	3.2 Analisa	27
	3.3 Rekabentuk	30
	3.4 Analisa secara analitikal	33
	3.5 Simulasi	41
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN KAJIAN</b>	
	4.0 Pendahuluan	42
	4.1 Keputusan simulasi	43
	4.2 Analisa keputusan kajian	50
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
	5.0 Pendahuluan	62
	5.1 Perbincangan	63

<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
	6.0 Kesimpulan	70
	6.1 Cadangan untuk kajian masa hadapan	72
	<b>RUJUKAN</b>	73
	<b>LAMPIRAN A</b>	74
	<b>LAMPIRAN B</b>	76
	<b>LAMPIRAN C</b>	80
	<b>LAMPIRAN D</b>	81
	<b>LAMPIRAN E</b>	83
	<b>LAMPIRAN F</b>	87
	<b>LAMPIRAN G</b>	93

## SENARAI JADUAL

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.1	Alatan Uji kaji	24
3.2	Perubahan suhu terhadap masa	28
3.3	Dimensi pemanas lama	34
3.4	Dimensi pemanas segiempat	36
3.5	Dimensi pemanas segitiga	37
3.6	Dimensi pemanas rama-rama	38
3.7	Keputusan analisa secara analitikal	39
4.1	Keputusan bentuk lingkaran lama	43
4.2	Parameter pemanas lama	43
4.3	Keputusan bentuk lingkaran segiempat	44
4.4	Parameter bentuk pemanas segiempat	45
4.5	Keputusan bentuk lingkaran segitiga	46
4.6	Parameter bentuk pemanas segitiga	47
4.7	Keputusan bagi bentuk lingkaran rama-rama	48
4.8	Parameter pemanas rama-rama	49
4.9	Keputusan keempat-empat jenis pemanas	51
4.10	Perbezaan suhu lingkaran lama dan lingkaran segiempat	52
4.11	Perbezaan suhu lingkaran lama dan lingkaran segitiga	54

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.12	Perbezaan suhu lingkaran lama dan lingkaran rama-rama	55
4.13	Perbezaan masa antara pemanas yang direbentuk terhadap pemanas lama.	58
4.14	Keputusan perbezaan kuasa secara analitikal terhadap pemanas lama.	61
5.1	Peratus perbezaan peningkatan suhu antara bentuk pemanas baru terhadap bentuk lama.	65
5.2	Peratus perbezaan masa antara bentuk pemanas segiempat terhadap bentuk pemanas segitiga.	66
5.3	Peratus perbezaan masa antara bentuk pemanas segiempat terhadap bentuk pemanas rama-rama.	67

## SENARAI RAJAH

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Alatan asas cerek elektrik (Sumber : <a href="http://www.wikipedia.org">www.wikipedia.org</a> )	6
2.2	Pemanas kabel (Sumber : Katalog watlow electrical manufacturing (2006))	8
2.3	Pemanas katrij (Sumber : Katalog watlow electrical manufacturing (2006))	9
2.4	Pemanas bulat (Sumber : Katalog watlow electrical manufacturing (2006))	9
2.5	Pemanas tersusun (Sumber : Katalog watlow electrical manufacturing (2006))	10
2.6	Pemanas cerek tunggal (Sumber : Katalog BALCIK heating element (2000))	11
2.7	Pemanas cerek berganda (Sumber : Katalog BALCIK heating element (2000))	12
2.8	Bentuk leper dan heliks (Sumber : Stanley Zinn and L.Semiatin (1998))	14
2.9	Bentuk lingkaran bagi pemanas air plastik (Sumber : <a href="http://catalog.pantip.com">http// catalog.pantip.com</a> )	14

## SENARAI RAJAH

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.10	Bentuk lingkaran pemanas air (Sumber: Catalog BALCIK Heating element (2000))	15
2.11	Bentuk lingkaran tegak, L dan U. (Sumber : <a href="http://catalog.pantip.com">http// catalog.pantip.com</a> )	16
2.12	Bentuk lingkaran E (Sumber : Stanley Zinn and L.Semiatin (1998))	16
2.13	Carta alir untuk penggunaan ANSYS CFX (Sumber : manual ANSYS CFX)	20
3.1	Carta alir metodologi kajian	23
3.2	Titik pegesanan perubahan suhu	26
3.3	Proses pemanasan air	27
4.1	Graf suhu melawan masa bagi bentuk pemanas lama	42
4.2	Graf suhu melawan masa bagi bentuk pemanas segiempat	44
4.3	Graf suhu melawan masa bagi bentuk pemanas segitiga	46
4.4	Graf suhu melawan masa bagi bentuk pemanas rama-rama	48

## SENARAI RAJAH

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.5	Graf keempat-empat jenis bentuk pemanas antara suhu malawan masa	50
4.6	Graf perbezaan suhu pemanas lama dan pemanas segiempat	52
4.7	Graf perbezaan suhu pemanas lama dan pemanas segitiga	53
4.8	Graf perbezaan pemanas lama dan pemanas rama-rama	55
4.9	Perbezaan peratusan penurunan masa antara bentuk lingkaran pemanas baru terhadap pemanas lama.	58
5.0	Peratusan perbezaan peningkatan suhu antara lingkaran lama dan bentuk yang direkabentuk baru	64



**SENARAI SIMBOL**

$Q_A$  = Haba yang diperlukan untuk meningkatkan suhu material. (kJ/s)

$Q_C$  = Haba yang diperlukan untuk memanaskan pemanas semasa permulaan. (kJ/s)

$Q_L$  = Jumlah kehilangan haba. (kJ/s)

$Q_B$  = Haba yang diperlukan untuk meningkatkan suhu material semasa proses. (kJ/s)

$Q_D$  = Haba yang diperlukan untuk memanaskan pemanas semasa proses. (kJ/s)

$t_e$  = Masa pendedahan. (s)

$S.F$  = Faktor keselamatan.

$k$  = konduktiviti termal ( $Wm/^\circ C$ )

$y$  = koordinat pada paksi y.

$m$  = kecerunan.

$x$  = koordinat pada paksi x.

$c$  = pintasan pada paksi y.

**SENARAI LAMPIRAN**

LAMPIRAN A	Carta gant Projek Sarjana Muda I dan II	74
LAMPIRAN B	Bentuk-bentuk lingkaran pemanas air	76
	Jenis-jenis pemanas	77
	Rujukan aplikasi jenis pemanas	79
LAMPIRAN C	Gambar alatan ujikaji	80
LAMPIRAN D	Jadual bahan pembuatan pemanas	81
LAMPIRAN E	Lukisan bentuk pemanas	83
LAMPIRAN F	Contoh pelarasan simulasi	87
LAMPIRAN G	Hasil analisa simulasi	93

## BAB 1

### PENGENALAN.

#### 1.1 Pendahuluan.

Cerek elektrik adalah satu peralatan dapur yang digunakan untuk memasak air. Ia mempunyai pelbagai kegunaan mengikut tempat yang tertentu. Di United Kingdom, Ireland dan Kanada, cerek digunakan sebagai satu alat untuk memanaskan air bagi tujuan membuat minuman panas dengan cepat seperti teh atau kopi. Ia selalunya diperbuat daripada plastik tahan lama atau pun keluli (dengan pemegang plastik) dan menggunakan tenaga elektrik sebagai medium pemanas. Selain itu juga cerek elektrik mempunyai suis automatik yang akan mematikan bekalan elektrik selepas air mencapai tahap pendidihan yang bertujuan mengelakkan daripada berlakunya kerosakan kepada alatan pemanas dan litar pintas. Sebelum terciptanya cerek elektrik, cerek logam biasanya menggunakan wisel bagi menunjukkan ia sudah mencapai tahap pendidihan.

Secara amnya cerek elektrik menggunakan satu alatan pemanas yang dipanggil element pemanas cerek (*kettle element*). Element pemanas ini digunakan sebagai alat untuk memanaskan air. Element diperbuat daripada bahan yang mempunyai kadar pengaliran haba yang tinggi seperti tembaga, keluli tahan karat, aloi dan sebagainya. Tenaga elektrik akan ditukarkan kepada tenaga haba melalui proses konduksi dimana alatan pemanas tersebut perlu dipanaskan dahulu sebelum ia boleh memanaskan air.

Kemudian dengan menggunakan konsep pemindahan haba secara perolakan, air akan dipanaskan sehingga mendidih.

Pada masa kini, kebanyakan masyarakat di dunia menggunakan cerek elektrik sebagai salah satu cara bagi memudahkan kerja di samping mengelakkan masalah pengurangan tenaga gas dan bahan api. Selain itu cerek elektrik juga boleh menjimatkan masa untuk memasak air. Dari ujikaji yang telah dilakukan, masa yang diambil untuk memasak air menggunakan pemanas elektrik adalah lebih pantas berbanding dengan secara konvensional.

Dalam konteks untuk menjimatkan masa, kaedah pemilihan pemanas adalah penting bagi mendapatkan kadar masa yang terbaik serta penggunaan tenaga yang sedikit. Pada masa sekarang di dalam penggunaan cerek elektrik, kebanyakan daripada cerek tersebut menggunakan satu bentuk pemanas sahaja iaitu dipanggil elemen cerek tunggal (*single kettle element*). Tetapi ia menggunakan kadar kuasa dan saiz yang berbeza mengikut saiz cerek tersebut. Kebanyakan daripada pemanas yang digunakan untuk memasak air menggunakan tenaga di antara 2000 hingga 2400 watt dan memerlukan tenaga elektrik sebanyak 200 hingga 240 volt.

Oleh yang demikian projek ini dijalankan bertujuan untuk mengkaji kesan daripada perubahan bentuk pemanas terhadap tempoh masa air mendidih dengan menggunakan simulasi CFX serta membandingkannya terhadap bentuk pemanas yang sedia ada.

## **1.2 Analisa masalah.**

Pemanas elektrik digunakan sebagai salah satu cara untuk mempercepatkan masa untuk memasak air atau sebagainya. Bagi tujuan memasak air, sejenis bentuk pemanas telah dibuat khas untuk penggunaan cerek elektrik. Walaupun mempunyai bentuk yang sama tetapi ia menggunakan tenaga yang berbeza mengikut keadaan saiz cerek tersebut. Penggunaan masa yang terlalu lama untuk memasak air menyebabkan penggunaan tenaga elektrik yang banyak merupakan satu masalah yang dihadapi oleh pengguna cerek tersebut. Oleh yang demikian projek ini bertujuan mengkaji dan mengenal pasti sama ada perubahan bentuk pemanas boleh menjimatkan masa dan juga tenaga elektrik .

### **1.1 Objektif Projek.**

Objektif projek ini adalah untuk merekabentuk beberapa bentuk pemanas dan melakukan simulasi bagi mengenalpasti kesan yang berlaku akibat daripada perubahan bentuk tersebut terhadap masa untuk air mendidih dengan simulasi CFX.

### **1.2 Skop projek.**

Skop utama ini adalah untuk merekabentuk beberapa bentuk pemanas yang akan dipasang pada cerek elektrik bersaiz sederhana. Selain itu, projek ini juga bertujuan mengenalpasti perbezaan masa antara bentuk pemanas yang sedia ada dan juga bentuk yang akan direkabentuk nanti. Bagi mengenalpasti perbezaan tersebut kaedah simulasi CFX akan digunakan bagi kedua-dua lingkaran pemanas baru dan lama.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.0 Pendahuluan.**

Kebanyakan penduduk di dunia ini termasuk di negara Malaysia mempunyai pelbagai peralatan yang menggunakan tenaga elektrik sebagai sumber tenaga. Jika diperhatikan di sekeliling kita, didapati kebanyakan alatan yang digunakan menggunakan tenaga elektrik. Jadi dapat disimpulkan di sini bahawa peralatan elektrik banyak membantu kita dalam kehidupan seharian. Disebabkan itu, kebanyakan alat elektrik tersebut memberikan kesan kepada bil elektrik pengguna. Oleh yang demikian projek ini dijalankan bagi mengatasi masalah tersebut. Fokus projek ini adalah cerek elektrik. Ini kerana kebanyakan peralatan yang menggunakan pemanas seperti pembakar roti, sterika dan cerek elektrik menggunakan tenaga elektrik yang tinggi. Daripada pemerhatian yang dilakukan didapati cerek elektrik mempunyai kekerapan yang tinggi digunakan sama ada di rumah ataupun di pejabat. Projek ini hanya mengkaji kesan terhadap masa pendidihan air daripada penukaran bentuk pemanas yang biasa digunakan dengan bentuk yang baru dengan menggunakan kaedah simulasi. Sebelum menjalankan kerja-kerja mereka bentuk kajian ilmiah perlu dilakukan bagi memastikan objektif serta skop projek ini ditepati. Kajian ilmiah yang dijalankan ini merangkumi beberapa aspek iaitu:

- 2.1 Prinsip cerek elektrik.
- 2.2 Prinsip pemanas.
- 2.3 Rekabentuk lingkaran pemanas.
- 2.4 Proses pendidihan air.
- 2.5 Prinsip penggunaan ANSYS CFX.

### **2.1 Prinsip Cerek elektrik.**

Cerek elektrik adalah salah satu daripada alatan dapur yang digunakan untuk memasak air dengan menggunakan tenaga elektrik. Menurut sumber daripada <http://wikipedia.org/>, maksud cerek adalah berbeza mengikut tempat dan budaya. Di United Kingdom, Ireland dan Kanada cerek adalah satu alat yang digunakan untuk memanaskan air dengan cepat bagi tujuan membuat minuman seperti teh, kopi dan sebagainya. Ia biasanya diperbuat daripada plastik tahan lama atau keluli tahan karat dan menggunakan tenaga elektrik bagi tujuan pemanasan. Apabila air sudah mencapai tahap mendidih, suis akan ditutup secara automatik bagi mengelakkan air daripada mendidih terlalu lama dan merosakkan alatan pemanas. Terdapat juga cerek logam ataupun dikenali sebagai *Stove-mounted metallic kettle* yang menggunakan wisel bagi tujuan pengesanan apabila air sudah berada di titik pendidihan. Ia menggunakan konsep tekanan untuk membuat wisel itu berbunyi. Apabila air hampir mencapai tahap pendidihan, tekanan di dalam cerek tersebut akan meningkat. Bagi menstabilkan tekanan di dalam cerek tersebut, tekanan berlebihan akan dikeluarkan. Jadi apabila meletakkan wisel pada muncung cerek tersebut, tekanan berlebihan akan dikeluarkan seterusnya membunyikan wisel. Pada permulaan pembuatan cerek, kaedah ini digunakan bagi tujuan memasak air.

Kebiasaannya cerek yang menggunakan elektrik ini menggunakan penyambungan IEC15 dan IEC16. IEC adalah singkatan daripada *International Electrotechnical Commission* yang membawa maksud piawaian yang digunakan bagi menentukan penggunaan penyambungan. Lebih tepat ia menggunakan IEC 60320 (sekarang IEC320). Ada sesetengah jenis penyambung mempunyai *in line plug* dan soket yang digunakan bagi sambungan luar, tetapi tidak banyak. Ini termasuk dua dan tiga sambungan plug daripada pelbagai kemampuan dan perkadaran suhu, semua ini direkabentuk secara khusus bergantung kepada kuasa yang diperlukan oleh sesebuah alatan. Dengan adanya piawai yang telah ditetapkan, pengeluar penyambungan ataupun pereka alatan dapat menjualnya di serata dunia selagi peralatan elektrik tersebut dapat berfungsi dengan menggunakan tenaga elektrik sebanyak 120/240 Volt, 50/60 Hz.

C15 dan C16 adalah jenis penyambungan yang selalu digunakan pada cerek elektrik dan ia bersesuaian dengan piawai yang telah ditetapkan. Mengikut IEC320 peralatan rumah yang menggunakan alatan pemanas perlu menggunakan C15 *line socket*, dan ia adalah bersesuaian dengan penyambungan C16 *inlet* pada penggunaannya. Ia adalah sama dengan C13 dan C14 tetapi ia digunakan pada peralatan yang mempunyai suhu yang tinggi iaitu 120 °C lebih daripada C13 dan C14 yang mampu bertahan hanya pada suhu 70 °C sahaja. Di Britain kebanyakan penyambung jenis C15 dan C16 digunakan dalam pelbagai peralatan elektrik.



Rajah 2.1: Alatan asas cerek elektrik.