


PENGESAHAN PENYELIA

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

Tandatangan : 

Penyelia : Mohd Rosly bin Mohamad LG

Tarikh : 21/6/2012

**MEREKABENTUK DAN MENGANALISIS
PANCARONGGA EKZOS SERAMIK**

MOHD MUSTAQIM BIN OTHMAN

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

FakultiKejuruteraanMekanikal

UniversitiTeknikal Malaysia Melaka

JUN 2012

PENGAKUAN

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

Tandatangan : 

NamaPenulis : MOHD. MUSTAGIM B. OTHMAN

Tarikh : 21/06/2012

PENGHARGAAN

Alhamdulillah saya dahulukan kerana dengan izinnya dapat saya menyiapkan laporan ini dengan sempurna. Setinggi-tinggi penghargaan juga saya dahulukan bagi mereka yang telah banyak membantu saya dalam menyiapkan laporan Projek Sarjana Muda ini. Antara pihak yang terlibat dalam menyiapkan kajian ini adalah ibu dan bapa saya yang telah banyak memberikan sokongan moral terhadap saya. Terima kasih juga saya ucapkan kepada penyelia saya En. Mohd Rody kerana telah banyak membantu dan memberi bimbingan kepada saya. Tidak dilupakan kepada rakan-rakan seperjuangan yang membantu dari pelbagai aspek.

Khas buat
Ayah dan Ibu tersayang

ABSTRAK

Seramik merupakan suatu bahan yang mempunyai banyak keistimewaan. Seramik adalah bahan bukan logam tetapi mempunyai ciri-ciri seumpama logam dan mempunyai ikatan ionik dan kovalen yang kuat. Pelbagai lagi ciri-ciri seramik yang baik dan sering kali dipilih sebagai bahan alternatif kepada bahan logam terutamanya apabila melibatkan suhu yang tinggi. Sebelum ini dalam industri automotif, seramik telah digunakan dengan meluas terutamanya pada bongkah enjin kenderaan. Hal ini berdasarkan keupayaannya menampung suhu yang tinggi. Tidak ketinggalan juga pada pancarongga ekzos, tetapi penggunaan seramik adalah sebagai penebat dan sebagai lapisan pancarongga ekzos. Perkara ini bertujuan untuk mengekan suhu tinggi yang terhasil dari pembakaran bahan api dalam enjin. Dalam projek ini satu pancarongga ekzos Kereta Perodua Kancil yang dibuat sepenuhnya dengan menggunakan seramik akan dihasilkan secara maya iaitu dengan melukis di dalam perisian CATIA. Kemudian satu alisis terma akan dijalankan untuk menguji keupayaannya menangani masalah keretakan pada pancarongga akibat *Thermomechanical Fatigue* (TMF) yang berlaku apabila pancarongga tidak mampu menampung suhu yang tinggi.

ABSTRACT

Ceramic is a material that has many privileges. Ceramics are non-metallic materials, but have similar characteristics of metals which are ionic and covalent bonding sensible strong. It always been often chosen as an alternative material to metals, especially when it comes to high temperatures. Prior to this in the automotive industry, ceramic has been used extensively, especially in engine blocks. This is based on its ability to sustain high temperatures. It also use on exhaust manifold, but the use of ceramics is as an insulator and a layer of exhaust manifold. This is intended to avoid high temperatures resulting from fuel combustion in the engine. In this project an exhaust manifold made Perodua Kancil car full with ceramics will be generated virtual by drawing in CATIA. Then a thermal analysis is performed to test the ability to deal with the problem of cracks in the manifold due to Thermo Mechanical Fatigue (TMF), which happens when the manifold to accommodate the high temperatures.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGESAHAN PENYELIA	i
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	DEDIKASI	v
	ABSTRAK	vi
	ABSTRACT	vii
	KANDUNGAN	viii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI JADUAL	xiii
	SENARAI SIMBOL	xiv
BAB I	Pengenalan	1
	1.1 Pengenalan Projek	1
	1.2 Penyataan Masalah	3
	1.3 Objektif	3
	1.4 Skop	3
BAB II	KAJIAN ILMIAH	4
	2.1 Sistem Ekzos	4
	2.2 Komponen Utama Sistem Ekzos	6
	2.2.1 Penukar Pemangkin	6

2.2.2	Paip Ekzos	7
2.2.3	Pendakap Ekzos	8
2.2.4	Peredam Bunyi	9
2.2.5	Resonator Ekzos	10
2.2.6	Paip Ekor Ekzos	11
2.2.7	Pancarongga Ekzos	12
2.2.7.1	Pengenalan Pancarongga Ekzos	12
2.2.7.2	Masalah Biasa Yang Dihadapi Oleh Pancarongga Ekzos	17
2.2.7.3	Bahan Yang Digunakan Untuk Membuat Pancarongga Ekzos	19
2.2.7.4	Pemilihan Seramik Sebagai Bahan Pancarongga Ekzos	21
BAB III	METODOLOGI	24
3.1	Cart Alir Projek Sarjana Muda	25
3.2	Proses analisis	29
3.2.1	Mulakan <i>Ansys workbench</i>	30
3.2.2	Masukkan unit yang sesuai	30
3.2.3	Pilih jenis analisis	30
3.2.4	Masukkan bahan dan data yang digunakan	30
3.2.5	Masukkan bahan dan data yang digunakan	
3.2.6	Jalankan proses <i>meshing</i>	30
3.2.7	Pilih permukaan dalam dan dalam pancarongga ekzos dan masukkan nilai suhu	31
3.2.8	Pilih <i>solve</i>	31
3.2.9	Pilih untuk masukkan <i>temperature</i> dan <i>heat flux</i>	
3.3	Pemilihah <i>Steady State</i> Analisis	31
		31

	32
BAB IV ANALISIS DAN KEPUTUSAN	34
4.1 Steady State Thermal Analisis Menggunakan Ansys	34
4.2 Keputusan Analisis	36
4.2.1 Cast Iron	36
4.2.1.1 Analisis untuk kenderaan penumpang ketika pemanduan normal dan pada jalan biasa (suhu gas ekzos 500 °C)	42
4.2.1.2 Analisis untuk kenderaan penumpang mendaki bukit(suhu gas ekzos 800 °C)	38
4.2.2 Seramik	40
4.2.2.1 Analisis untuk kenderaan penumpang ketika pemanduan normal dan pada jalan biasa (suhu gas ekzos 500 °C)	40
4.2.2.2 4.2.2.1 Analisis untuk kenderaan penumpang ketika mendaki bukit (suhu gas ekzos 800 °C)	42
4.3 Perbandingan	44
4.4 Langkah Pengiraan	45
BAB V PERBINCANGAN	52
5.1 Perbincangan	52
BAB VI KESIMPULAN DAN PENAMBAHBAIKAN	54
6.1 Kesimpulan	54
6.2 Penambahbaikan	55

RUJUKAN	56
----------------	----

LAMPIRAN	59
-----------------	----

SENARAI RAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Sistem ekzos	5
2.2	Penukar pemangkin	6
2.3	Ekzos paip	7
2.4	Pendakap ekzos	8
2.5	Peredam bunyi	9
2.6	Resonator ekzos	10
2.7	Paip Ekor ekzos	11
2.8	Pancarongga ekzos	13
2.9	Anggaran sistem ekzos (ukurandalam mm). (F. Payri; A.J. Torregrosa; R. Payri, 2000)	14
2.10	Taburan suhu ekzos.(bertanda= pengiraan tidak linear, garis= pengiraan linear). (F. Payri; A.J. Torregrosa; R. Payri, 2000)	14
2.11	Tiga rekabentuk pancarongga ekzos. (I.P. Kandylas; A.M. Stamatelos, 1998)	15
2.12	Keputusan kajian (suhu gas ekzos melawan halaju kenderaan dan suhu paip ekzos melawan halaju kenderaan). (I.P. Kandylas; A.M. Stamatelos, 1998)	16
2.13	Keretakan pada pancarongga ekzos kereta90 Audi 200 Turbo Quattro	18
2.14	Lapisan pancarongga ekzos (28-lapisan logam, 24-lapisan seramik). (III & Sane, 2003)	20
2.15	Pancarongga ekzos aluminium (18,24-gentian seramik, 12,22-aluminium). (Tanaka & Tasaki, 1988)	20

2.16	Perbandingan rintangan haba. (Kyocera, 2010)	22
2.17	Perbandingan pengembangan haba antara seramik dan logam. (Kyocera, 2010)	23
3.1	Lakaran kasar dan ukuran sebenar pancarongga ekzos Kereta Perodua Kancil	27
3.2	Lukisan pancarongga ekzos menggunakan CATIA	28
3.3	Fluks haba	36
4.1	Keputusan untuk analisis suhu ($T=500\text{ }^{\circ}\text{C}$)	40
4.2	Keputusan untuk analisis fluk haba ($T=500\text{ }^{\circ}\text{C}$)	41
4.3	Keputusan untuk analisis suhu ($T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	42
4.4	Keputusan untuk analisis fluk haba ($T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	42
4.5	Keputusan untuk analisis suhu ($T=500\text{ }^{\circ}\text{C}$)	44
4.6	Keputusan untuk analisis fluk haba ($T=500\text{ }^{\circ}\text{C}$)	45
4.7	Keputusan untuk analisis suhu ($T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	46
4.8	Keputusan untuk analisis fluk haba ($T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	45

SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Bahagian kenderaan dan peratusan bahan pencemar yang dihasilkan. (Mohd Anuar Jailani; Mohammad Nazri Mohd Jaafar, 1999)	17
2.2	Perbandingan ciri-ciri seramik, logam dan polimer. (Adams, 2002)	21
3.1	Carta gant projek sarjana muda 1	29
3.2	Carta gant projek sarjana muda 2	31
4.1	Ciri-ciri utama bahan yang diperlukan untuk jalankan analisis	39
4.2	Perbandingan keputusan analisis antara pancarongga ekzos	48
4.3	Jumlah haba yang hilang dan penurunan suhu merentasi pancarongga ekzos	54
5.1	Perbandingan analisis	55

SENARAI SIMBOL

q_s	=	Fluks haba, W/m^2
h_x	=	Pekali pemindahan haba, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
T_s	=	Suhu permukaan, $^\circ C$
T_m	=	Suhu persekitaran, $^\circ C$
L	=	Panjang, m
k	=	Kekonduksian terma, $W/m \text{ } ^\circ C$
r	=	Jejari, m
A	=	Luas permukaan, m^2
$R_{\text{perolakan}}$	=	Rintangan haba perolakan, $^\circ C/W$
R_{konduksi}	=	Rintangan haba konduksi, $^\circ C/W$
R_T	=	Jumlah rintangan haba, $^\circ C/W$
Q	=	Haba yang hilang, W

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
A	Lakaran kasar pancaronnga Ekzos Kereta Perodua Kancil	59
B	Pancaronnga Ekzos Kereta Perodua Kancil	60
C	Model pancaronnga ekzos	61
D	<i>Cast iron, gray</i>	62
E	<i>Silicon nitride</i>	64
F	<i>Steady-State Thermal (A5) (cast iron, $t=500^{\circ}\text{C}$)</i>	67
G	<i>Steady-State Thermal (B5)(cast iron $t=800^{\circ}\text{C}$)</i>	71
H	<i>Steady-State Thermal (D5)(ceramic $t=500^{\circ}\text{C}$)</i>	74
I	<i>Steady-State Thermal (E5)(ceramic $t=800^{\circ}\text{C}$)</i>	79

BAB I

PENGENALAN

1.1 PENGENALAN PROJEK

Setiap kenderaan dilengkapi dengan pelbagai bahagian dengan fungsinya yang tersendiri. Ada di antara bahagian ini yang secara langsung berkaitan dengan prestasi enjin, sebagai perhiasan dan sebagainya. Namun terdapat juga bahagian yang tidak mempunyai fungsi khas, tetapi telah dipasang di tempat sepatutnya bagi membantu kenderaan berfungsi dengan sempurna. Salah satu contoh bahagian ini ialah sistem ekzos.

Sistem ekzos adalah satu sistem yang bertanggungjawab untuk menghantar gas ekzos yang terhasil semasa pembakaran bahan api dalam enjin ke luar. Secara amnya sistem ekzos merupakan satu paip yang memanjang dari silinder enjin menuju ke bahagian belakang kenderaan. Antara komponen yang terdapat pada sistem ekzos ialah pancarongga ekzos, paip ekzos, peredam bunyi dan juga paip ekor. Kesemua komponen ini bekerjasama antara satu sama lain bagi mewujudkan satu sistem yang sempurna

untuk menyalurkan gas beracun keluar seperti plumbum dan nitrogen dioksida .
Komponen utama dalam sistem ekzos adalah pancarongga ekzos.

Sistem pancarongga ekzos tidaklah terlalu kompleks, namun tanpanya kenderaan tidak akan dapat berfungsi dengan sempurna. Pancarongga ekzos adalah satu sistem yang digunakan untuk melepaskan gas ekzos dari enjin yang terhasil dari pembakaran dalam enjin. Gas ekzos yang terhasil sangat panas dan membahayakan kesihatan jika disedut secara langsung, maka sistem ekzos harus berfungsi sepenuhnya bagi membendung masalah ini. Sistem ekzos yang ada mestilah tahan haba, tahan karat dan tidak mudah bocor. Kadang kala akibat kepanasan yang terlampau kebocoran boleh berlaku tanpa disedari.

Pada kebiasaannya pancarongga ekzos yang berada di pasaran kini diperbuat daripada keluli tahan karat dan keluli seramik. Tetapi masalah keretakan untuk suatu jangka masa yang panjang tetap berlaku. Bagi membendung masalah ini, terdapat juga pengeluar menggunakan teknik menebat pancarongga ekzos dengan seramik dan teknik ini sedikit sebanyak telah berjaya mengurangkan masalah ini.

Dalam Projek Sarjana Muda (PSM) ini satu pancarongga ekzos akan direkabentuk yang dibuat sepenuhnya menggunakan seramik. Rekabentuk pancarongga adalah berdasarkan pancarongga ekzos kereta Perodua Kancil. Pancarongga ini adalah untuk kegunaan enjin yang mempunyai tiga silinder. Rekabentuk ini dihasilkan dengan menggunakan perisian lukisan kejuruteraan CATIA dan analisis akan dijalankan dengan menggunakan perisian *finite element method* (FEA). Satu analisis terma akan dijalankan terhadap pancarongga ini. Data yang dikumpulkan akan dibuat perbandingan dengan pancarongga yang sedia ada di pasaran dan dari sinilah akan dapat diketahui sama ada pancarongga ekzos seramik berjaya atau tidak.

1.2 PENYATAAN MASALAH

Sistem pancarongga ekzos berfungsi untuk menyalurkan gas ekzos yang panas keluar. Kadang-kadang ia tidak mampu menahan kepanasan yang terlampau yang terhasil sehingga menyebabkan berlaku kebocoran dan keretakan. Bagi mengatasi masalah ini, pancarongga ekzos hendaklah diperbuat daripada bahan yang mampu menahan kepanasan yang tinggi. Oleh yang demikian satu analisis terma terhadap pancarongga ekzos yang diperbuat daripada seramik akan dijalankan untuk mendapatkan keputusannya.

1.3 OBJEKTIF

- i. Untuk merekabentuk satu pancarongga ekzos dengan menggunakan perisian CATIA.
- ii. Untuk menganalisis pancarongga ekzos yang diperbuat daripada seramik dengan menggunakan FEA

1.4 SKOP

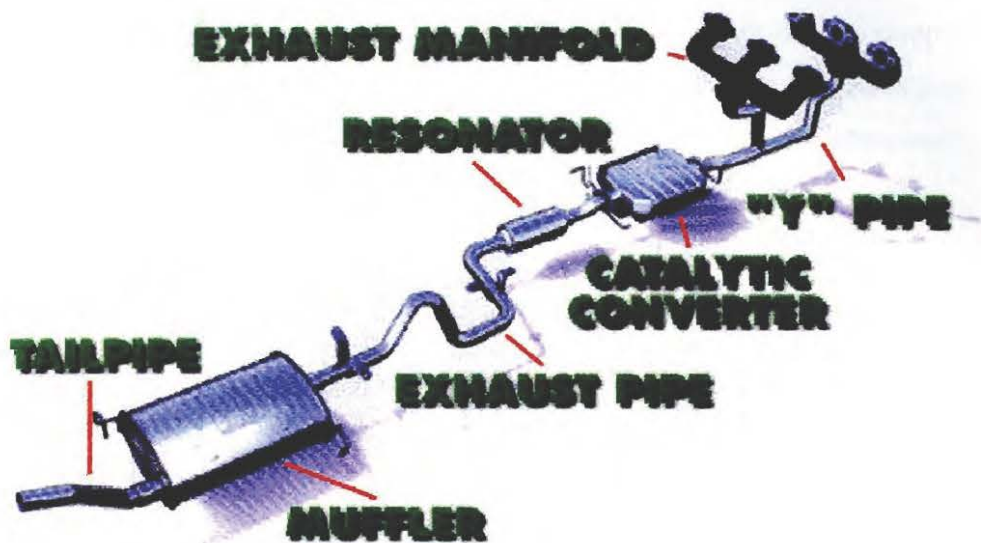
- i. Menjalankan analisis terma terhadap pancarongga ekzos yang diperbuat daripada seramik.
- ii. Analisis menggunakan pancarongga ekzos dalam bentuk 3D

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.1 SISTEM EKZOS

Sistem ekzos adalah satu sistem yang terdiri daripada satu set sambungan silinder paip yang mengalirkan gas merbahaya yang terhasil daripada pembakaran bahan api di dalam enjin kenderaan ke luar. Sistem ekzos haruslah berfungsi dengan baik agar pengaliran gas ekzos dapat berjalan dengan sempurna dan lancar. Sistem ekzos moden biasanya mempunyai satu penapis untuk menapis gas ekzos sebelum ianya dibebaskan keluar.



Rajah 2.1: Sistem ekzos

Apabila enjin kenderaan dihidupkan, pembakaran bahan api akan berlaku untuk menghasilkan kuasa. Namun di sebalik pembakaran ini, gas sampingan yang berbahaya seperti plumbum dan nitrogen dioksida turut terhasil. Gas berbahaya ini tidak seharusnya dibebaskan secara terus ke udara sekeliling. Bagi membendung masalah ini gas ekzos mestilah melalui satu sistem ekzos yang sempurna dan mempunyai penapis untuk mengurangkan pembebasan gas beracun ini.

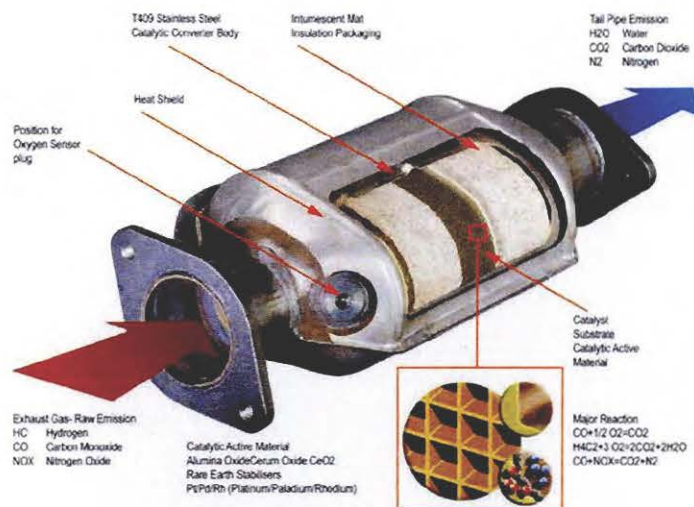
Sistem ekzos automotif adalah satu sistem yang menggabungkan paip ekzos yang ditebat. Penebat digunakan supaya ia dapat berfungsi dengan cemerlang untuk mengawal suhu gas ekzos agar tidak terlalu tinggi. Hal ini bertujuan mengelakkan penukar pemangkin tidak dapat berfungsi dengan sewajarnya. Penukar pemangkin hanya dapat berfungsi dengan sempurna pada suhu relatif yang rendah. Kesimpulannya penebat ini akan mengekalkan suhu rendah pada gas ekzos dan seterusnya menggalakkan penukar pemangkin berfungsi dengan sempurna. (W.Bainbridge, 1991)

Antara komponen utama yang terdapat pada sistem ekzos ialah penukar pemangkin, enjin ekzos paip, pendakap ekzos, peredam bunyi, resonan, paip ekor dan pancarongga ekzos. Semua komponen ini bekerjasama antara satu sama lain bagi memastikan sistem ekzos dapat berfungsi dengan sempurna. Jika terdapat kebocoran

atau keretakan pada sistem ekzos, gas ekzos tidak dapat mengalir dengan sempurna dan boleh menyebabkan prestasi enjin kenderaan menurun. Kebocoran gas ekzos juga boleh menyebabkan masalah kesihatan lebih-lebih lagi sekiranya gas ini memasuki ruang penumpang.

2.2 KOMPONEN UTAMA SISTEM EKZOS

2.2.1 Penukar Pemangkin



Rajah 2.2: Penukar pemangkin

Penukar pemangkin merupakan suatu peranti yang terletak dalam sistem ekzos kenderaan bermotor moden. Ia merupakan alat yang penting dalam proses mengurangkan pelepasan gas berbahaya terus ke persekitaran.

2.2.2 Paip Ekzos



Rajah 2.3: Paip Ekzos

Paip ekzos biasanya dilampirkan bersama pancarongga ekzos. Ia berfungsi untuk menyalurkan gas ekzos daripada penukar pemangkin melalui sistem peredam bunyi dan seterusnya ke persekitaran luar.

2.2.3 Pendakap Ekzos



Rajah 2.4: Pendakap ekzos

Pendakap ekzos terlatak di bawah kenderaan untuk memberi sokongan pada sistem ekzos. Pada kebiasaannya pendakap ekzos adalah fleksibel supaya ia dapat menyesuaikan diri dengan keadaan apabila berlaku sebarang pergerakan. Fungsi utamanya adalah untuk memberi sokongan kepada paip ekzos, untuk menyerap getaran dari sistem ekzos dan menghalang getaran sampai ke badan kenderaan.