

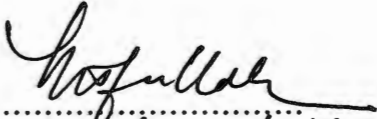
Saya akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kuantiti untuk penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda kejuruteraan Mekanikal(Automotif)

Tandatangan

Nama Penyelia

Tarikh

.....
.....
.....



Dr. K. Huda
13/05/2008

**PENILAIAN PRESTASI KEATAS MEKANISMA PENJANAAN SEMULA
TENAGA KINETIK GAS EKZOS UNTUK KENDERAAN**

MOHD HAIRY BIN BASIR

**LAPORAN INI ADALAH UNTUK MEMENUHI KEPERLUAN PENGIJAZAHAN
IJAZAH SARJANA MUDA KEJURUTERAAN MEKANIKAL AUTOMOTIF**

**FAKULTI KEJURUTERAAN MEKANIKAL
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

27 MARCH 2008

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

Tandatangan : 

Nama Penulis : MOH. HARY B. BASUL

Tarikh : 13/05/2008

Untuk ayah dan ibu yang tersayang serta adik-beradik.

Tidak lupa juga kepada sahabat-sahabat dan orang perseorangan atau berkumpulan.

PENGHARGAAN

Disini saya ingin merakamkan jutaan terima kasih dan penghargaan ikhlas kepada penyelia saya, Dr Khisbullah Hudha atas bimbingan dan tunjuk ajar serta dorongan yang diberi sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini.

Kerjasama daripada pihak pengurusan makmal, terutamanya juruteknik-juruteknik makmal automotif serta bengkel asas mekanikal semasa menjalankan eksperimen dan proses fabrikasi di makmal amatlah saya hargai.

Penghargaan juga ditujukan kepada pelajar sarjana mekanikal serta semua yang terlibat samaada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain kelak.

ABSTRAK

Projek Sarjana Muda ini berkaitan dengan Enjin Pembakaran Dalam. Hasil utama pembakaran dari enjin pembakaran dalam ialah gas ekzos. Oleh yang demikian, satu mekanisma yang berkaitan dengan gas ekzos sebagai sisa buangan telah dicipta untuk menggunakan gas ekzos dengan sepenuhnya. Mekanisma penjaan semula tenaga kinetic gas ekzos menggunakan sebuah unit pendesak turbo sebagai unit masukan utama untuk mekanisma tersebut. Aliran gas ekzos yang keluar dari pancarongga ekzos akan melalui sistem ekzos dan akan masuk ke dalam pendesak dan akan memacu kipas dan kapi yang terdapat di hujung batang penyambung. Tali sawat jenis V digunakan untuk menyambungkan antara kapi turbin dan pengualang-alik. Nilai arus elektrik yang terhasil dari pusingan pengualang-alik akan dikaji dan direkod.

ABSTRACT

The project field for this project is relates to the internal combustion (IC) engine. The combustion products are mainly gaseous. The present invention relates to the exhaust gases as waste heat energy to develop a simple recovery mechanism. The kinetic energy from gas exhaust recover by mechanism provides a turbine for exhaust gas recovery that uses the kinetic energy of the exhaust gas flow. The exhaust gas through the turbine impeller and drive the shaft that has a pulley connect to drive alternator to produced electricity. The amount of exhaust gas flow through the turbine is controlled by exhaust gas divider system. The electrical current that produces by alternator was investigates. The waste heat energy recovery mechanism is testing on engine dynamometer test.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	ix
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1	Pengenalan	
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Objektif	5
	1.3 Skop	5
	1.4 Penyataan Masalah	5
	1.5 Carta Alir Projek	7
BAB 2	Kajian Ilmiah	
	2.0 Pengenalan	8
	2.1 Kajian Lepas Ke Atas Mekanisma	10
	2.2 Model Enjin	11
	2.2.1 Penapis Udara	12
	2.2.2 Injap Kawalan	13

2.2.3 Pancarongga Masukan	14
2.2.4 Kebuk Pembakaran	15
2.2.5 Pancarongga Ekzos	16
2.2.6 Mekanisma Penjanana	17
2.2.7 Generator	18
2.3 Sistem Pengecas Turbo	19
2.3.1 Pengenalan	19
2.3.2 Jenis-jenis Mesin Turbo	20
2.3.3 Pam Empar, Kipas dan Pemampat	22
2.3.3.1 Pengenalan	22
2.3.3.2 Takrifan	23
2.4 Penggunaan Pengecas Turbo Dalam Automotif	25
2.4.1 Prinsip Asas dan Fungsi	25
2.4.2 Kaedah Pengecas	26
2.4.2.1 Pengecas Lampau Mekanikal	26
2.4.2.2 Pengecas Turbo	26
2.4.2.3 Pengecas Lampau Gelombang Tekanan	28
2.4.3 Jenis-jenis Pengecas Lampau	28
2.4.3.1 Penghembus Jenis Gear	28
2.4.3.2 Penghembus Jenis Bilah	29
2.4.3.3 Pemampat Empar	29
2.5 Sistem Mengecas Kenderaan	30
2.5.1 Pendahuluan	30
2.5.2 Prinsip Penjanaan	31
2.5.2.1 Prinsip penjanaan satu fasa	31
2.5.3 Pengulangan	32
2.5.4 Prinsip Pengulangan	34

BAB 3 KAEDAH KAJIAN

3.0 Pengenalan	35
3.1 Merekabentuk Tempat Uji kaji Bahan Eksperimen	36
3.1.1 Konsep Rekabentuk 1	37
3.1.2 Konsep Rekabentuk 2	38
3.1.2.1 Lukisan Lakaran	38
3.1.2.2 Model	39
3.1.2.3 Penyambungan Model	40
3.1.2.4 Rekbentuk Rangka Uji Kaji	41
3.2 Penggunaan komponen Untuk Projek	42
3.3.1 Spesifikasi Enjin	42
3.3.2 Pengecas Turbo	43
3.3.3 Pengulangalik	44
3.3.4 Tali Sawat	45
3.3 Kaedah Eksperimen	46
3.4 Klasifikasi Nisbah Pacuan	47
3.4.1 Pacuan Tali Sawat	47
3.4.2 Pengiraan Halaju dan Nisbah	48

BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.0 Keputusan Hasil Uji Kaji	50
4.1 Ujian Pertama	50
4.2 Ujian Kedua	51
4.3 Graf Ujian Pertama	52
4.4 Graf Ujian Kedua	53
4.5 Perbincangan	54
4.6 Masalah Yang Dihadapi	55

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.0 Kesimpulan	56
5.1 Cadangan	58

RUJUKAN

BIBLIOGRAFI

LAMPIRAN

SENARAI GAMBARAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
	Gambar rajah 1: Carta Alir Projek	7
	Gambar rajah 2: Susun Atur Model Enjin	11
	Gambar rajah 3: Jenis-jenis Mesin Turbo	21
	Gambar rajah 4: Tingkat Pemampat Empar dan gambar rajah halaju	24
	Gambar rajah 5: Binaan Pengecas Turbo	27
	Gambar rajah 6: Aruhan fasa Tunggal	32
	Gambar rajah 7: Keratan Rentas Pengulangalik	33
	Gambar rajah 8: Aruhan 3 fasa	34
	Gambar rajah 9: Rekabentuk Konsep 1	37
	Gambar rajah 10: Lakaran lukisan konsep 2	38
	Gambar rajah 11: Komponen	39
	Gambar rajah 12: Penyambungan komponen	40
	Gambar rajah 13: Rekebentuk Rangka Uji Kaji	41
	Gambar rajah 14: Enjin	42
	Gambar rajah 15: Pengecas Turbi	43
	Gambar rajah 16: Pengulang-alik	44
	Gambar rajah 17: Tali Sawat jenis V	45
	Gambar rajah 18: Model Sistem Tali Sawat	48
	Gambar rajah 19: Graf Arus vs Laju Enjin Ujian Pertama	52
	Gambar rajah 20: Graf Arus vs Laju Enjin Ujian Kedua	53

SENARAI JADUAL

BIL.	JADUAL	MUKA SURAT
1:	Spesifikasi Enjin	43
3:	Jadual Eksperimen	46
4:	Jadual Keputusan Ujian Pertama	50
5:	Jadual Keputusan Ujian Kedua	51

SENARAI SIMBOL

P_{amb}	Ambient Pressure	η_v	Volumetric Efficiency
P_{af}	Air filter Pressure	η_{comb}	Combustion Efficiency
P_{in}	Intake manifold Pressure	η_{HRM}	HRM Efficiency
P_{em}	Exhaust manifold Pressure	Q_{EM}	Exhaust manifold Pressure
P_{HRM}	Exit HRM Pressure	N	Engine Speed
T_{amb}	Ambient Temperature	N_{HRM}	HRM shaft Speed
T_{af}	Air filter Temperature	M	Engine Torque
T_{em}	Exhaust manifold Temperature	M_{HRM}	HRM Torque
T_{HRM}	Exit HRM Temperature	P	Engine Power
V_{af}	Air filter Volume	C_p	Air Specific Heat
V_{in}	Intake manifold Volume	ω_{HRM}	HRM shaft angular velocity
V_c	Cylinder displacement Volume	J_{HRM}	HRM moment Inertia
V_{em}	Exhaust manifold Volume	i_g	Generator current
R	Air gas constant	λ_g	Generator Magnetization
t	Time	L_g	Generator Inductance
\dot{m}_{air}	Air mass flow	U_g	Generator input Voltage
\dot{m}_{af}	Air filter mass flow	R_g	Generator inner Resistance
\dot{m}_{in}	Intake manifold mass flow	U_{max}	Maximum battery input Voltage
\dot{m}_f	Fuel mass flow	S_{sig}	Generator Signal
\dot{m}_{em}	Exhaust manifold mass flow	SOC	State of Charge
\dot{m}_{HRM}	HRM mass flow	Ch_{max}	Battery maximum Charge

BAB 1

Pengenalan

1.1 Latar Belakang Projek

Enjin Pembakaran Dalam merupakan satu enjin haba yang menukarkan tenaga kimia yang terdapat dalam bahan api kepada tenaga mekanikal. Tenaga termal ditukarkan terlebih dahulu dari tenaga kimia yang tersimpan dalam bahan api berlaku apabila proses pembakaran atau pengoksidaan bertindak balas dengan udara di dalam enjin. Kebiasaannya, tenaga ditukarkan berlaku pada kitar enjin. Tenaga termal ini akan meningkatkan suhu dan tekanan gas di dalam enjin. Kemudian, akibat tekanan yang tinggi gas akan mengembang lalu menggerakkan mekanisma mekanikal enjin. Pengembangan gas ini menukarkan gerakan linear sambungan mekanikal enjin kepada gerakan putaran aci engkol. Keadaan ini dikenali sebagai hasil keluaran kuasa bagi sesuatu enjin.

Kebanyakan enjin pembakaran dalam mempunyai 2 asas kitar enjin dimana dikenali sebagai 2-lejang dan 4-lejang. Di dalam kitaran asas enjin 4 – lejang, lejang pertama ialah lejang masukan atau sedutan diikuti lejang mampatan, lejang kuasa dan terakhir ialah lejang ekzos. Kajian yang akan dijalankan adalah berkaitan dengan hasil keluaran enjin iaitu pada lejang ekzos. Gas ekzos yang keluar adalah hasil pembakaran

campuran udara dan bahan api di dalam enjin. Gas ini ditolak keluar oleh omboh yang bergerak dari takat paras mati bawah ke takat paras mati atas. Ketika ini injap ekzos terbuka dan gas yang tertinggal akan keluar ke sistem ekzos pada tekanan atmosfera.

Selepas lengkap proses pembakaran di dalam silinder, gas bertekanan tinggi akan terhasil dan digunakan untuk menukarkan kerja kepada aci engkol semasa lejang pengembangan. Gas ini perlu di keluarkan dari silinder untuk menyediakan ruang pengisian semula campuran udara-bahan api untuk kitar seterusnya.

Terdapat dua peringkat yang berlaku semasa proses pengeluaran gas ekzos iaitu pertama ekzos “blowdown” dan diikuti dengan lejang ekzos. Hasil pengeluaran aliran gas yang keluar dari silinder sebagai “ non-steady-state pulsing flow” selalu dimodelkan sebagai “pseudo-steady-state”. Proses ekzos “blowdown” berlaku ketika injap ekzos mula terbuka pada ketika penghujung lejang kuasa, diantara 60° hingga 40° bBDC. Pada ketika ini, tekanan di dalam silinder adalah tetap pada kadar 4 – 5 atmosfera dan suhu adalah meningkat kepada 1000K. Tekanan didalam sistem ekzos adalah 1 atmosfera dan apabila injap ekzos terbuka ia menyebabkan berlakunya perbezaan tekanan dan mengakibatkan aliran gas ekzos keluar secara kerap dari silinder melalui injap kedalam sistem ekzos. Aliran pertama akan tercekik dan halaju aliran keluar adalah sonik. Ini berlaku apabila nisbah tekanan merentasi orifis adalah besar atau sama

$$(P_1 + P_2) = [(k + 1)]^{k/(k-1)} \quad (1)$$

Dimana

P_1 = tekanan aliran atas

P_2 = tekanan aliran bawah

K = nisbah spesifik haba

Nisbah ini adalah sama iaitu kira-kira 2 untuk kebanyakan gas. $P_1/P_2 = 1.86$ bagi udara dengan nilai $k = 1.35$. Halaju sonik bersamaan dengan

$$c = \sqrt{kRT} \quad (2)$$

dimana

R = pemalar gas

T = suhu

Selepas proses ekzos “Blowdown”, pergerakan omboh dari BDC dan mula menuju TDC dalam proses lejang ekzos. Injap ekzos kekal terbuka pada ketika ini. Tekanan dalam silinder yang menentang omboh pergerakan omboh adalah sedikit diatas tekanan atmosfera bagi sistem ekzos. Perbezaan tekanan antara tekanan silinder dan tekanan ekzos adalah perbezaan yang kecil disebabkan aliran gas yang melalui injap ekzos ketika omboh menolak gas keluar dari silinder. Injap ekzos adalah penghalang aliran yang terdapat di dalam sistem ekzos dan lokasi injap ekzos pada perbezaan tekanan yang ketara semasa lejang ekzos.

Gas pertama yang keluar dari silinder mempunyai halaju yang tinggi selaras tenaga kinetik dan suhu. Tenaga kinetik ini akan dimusnahkan dengan cepat di dalam sistem ekzos dan akan ditukarkan kepada entalpi tambahan. Namun demikian, gas berikutnya mempunyai suhu yang rendah, halaju dan tenaga kinetik yang sederhana.

Berdasarkan teori, enjin petrol lazimnya memanfaatkan tenaga yang terdapat di dalam bekalan bahan api sehingga 30% untuk melakukan kerja di bawah keadaan yang optimum. Tetapi, baki tenaga sebanyak 70% dari tenaga tersebut hilang dalam beberapa cara. Di antaranya ialah:

- ✓ Tenaga haba disebabkan geseran pam dan pergerakan dinamik 7%
- ✓ Tenaga haba dibebaskan ke persekitaran 9%
- ✓ Tenaga haba dibebaskan sistem penyejukan enjin 16%
- ✓ Tenaga haba dibebaskan melalui gas ekzos 38%

Jika dilihat pecahan peratusan tenaga haba yang hilang, didapati sebanyak 38% tenaga haba dibebaskan melalui gas ekzos. Oleh yang demikian, projek ini dijalankan untuk menggunakan lebih tenaga yang besar melalui gas ekzos untuk menjanakan tenaga elektrik. Tenaga elektrik ini akan dihasilkan dengan menggunakan pengulang-

1.2 Objektif

Beberapa objektif telah di kenal pasti untuk mencapai keperluan projek ini. Objektif projek akan dijadikan sebagai sasaran projek bagi memastikan projek berjalan dengan lancar. Antara objektif yang telah di gariskan ialah membangunkan satu mekanisma penjanaan semula sisa tenaga haba untuk kenderaan. Selain itu, untuk menyiasat tenaga elektrik yang dapat dihasilkan dengan menggunakan mekanisma ini.

1.3 Skop

Skop projek ini ialah

- ✓ Rekabentuk dan membangunkan mekanisma penjanaan semula sisa tenaga haba.
- ✓ Penilaian prestasi mekanisma penjanaan semula sisa tenaga haba.

1.4 Penyataan masalah

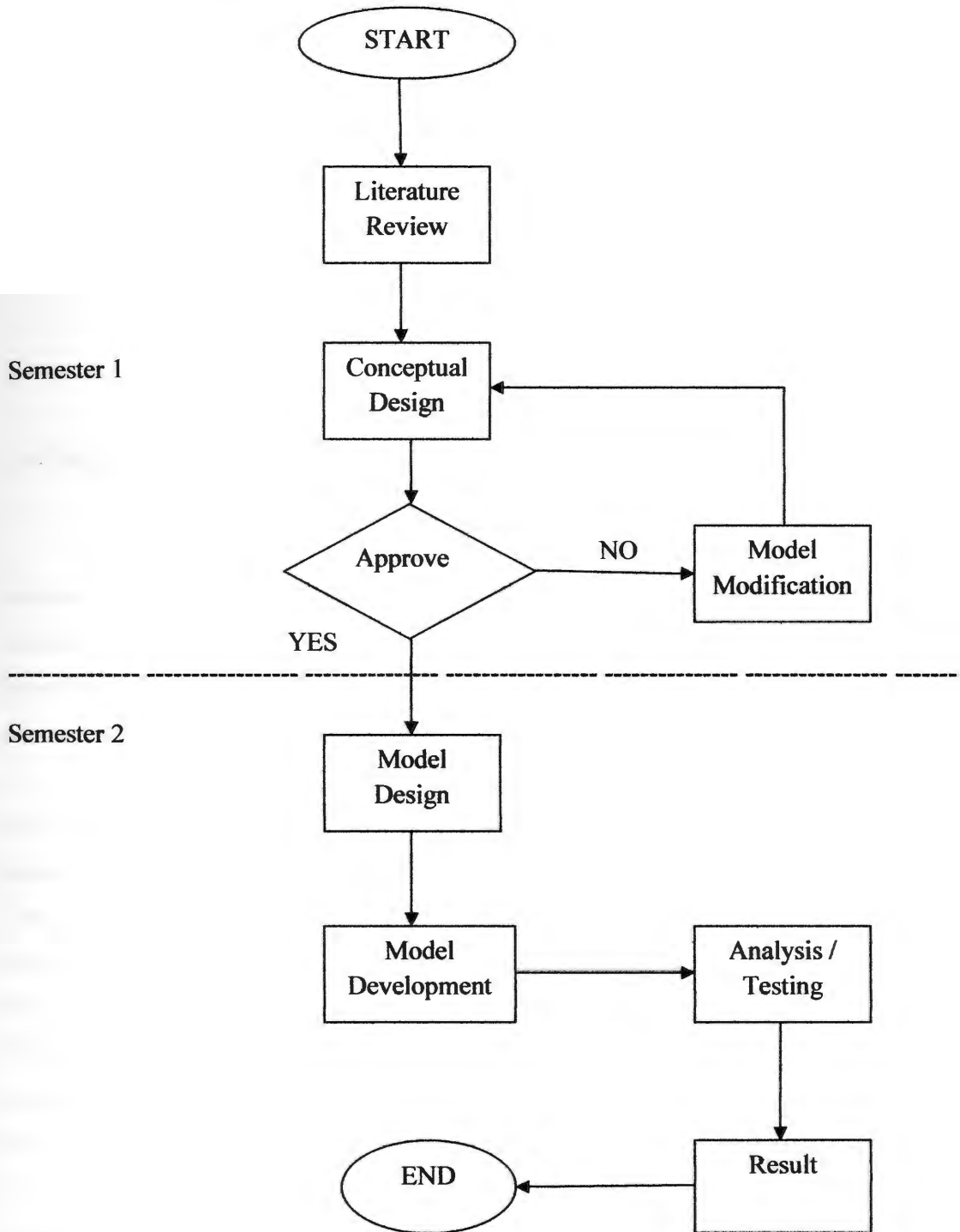
Projek ini dijalankan adalah untuk mencipta satu mekanisma penjanaan semula tenaga kinetik gas ekzos untuk memacu pengulang-alik untuk menghasilkan arus elektrik. Baki tenaga yang dibebaskan dari gas ekzos sebanyak 38 % merupakan satu sumber tenaga yang boleh digunakan untuk menghasilkan suatu sumber tenaga yang lain. Mekanisma yang akan dibangunkan ini akan dapat menghasilkan tenaga elektrik dari putaran pengulang-alik yang dipacu oleh sebuah turbin. Secara tidak langsung ini dapat mengurangkan tenaga enjin yang hilang akibat memutarakan pengulang-alik yang dipasang dari kapi aci engkol ke pengulang-alik.

Arus elektrik yang digunakan pada kenderaan pada masa ini ialah antara 10 hingga 30 ampere. Dengan kemajuan dan perkembangan teknologi elektronik dalam bidang automotif, terdapat banyak komponen- komponen elektronik telah diadaptasi ke dalam kenderaan. Ini memerlukan nilai arus dan voltan yang tinggi untuk menampung bekalan yang digunakan oleh alat-alat tersebut. Selain sistem pendingin haba, sistem audio,

sistem cahaya dan ECU yang menggunakan elektrik bagi operasi pengendalian sistem tersebut buat masa ini.

Pada kebiasaannya gas ekzos dibuang begitu sahaja ke persekitaran. Pada masa kini, hanya terdapat pelbagai peringkat penapisan gas ekzos didalam sistem ekzos bagi mengurangkan hasil produk gas ekzos. Hasil produk gas ekzos ialah karbon dioksida (CO_2), Hidrokarbon (HC), Nitrogen Oksida (NO_x), partikel kalus dan air.

1.5 Carta Alir Projek



Gambar rajah 1: Carta Alir Projek

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.0 Pengenalan

Secara umumnya, gas ekzos dari kenderaan adalah salah satu penyumbang kepada masalah pencemaran udara di dunia. Terdapat kajian penyelidikan dan pembangunan yang terkini telah dijalankan untuk mengurangkan sisa pengeluaran enjin, tetapi pertambahan populasi bilangan kenderaan pada masa ini bermakna masalah ini sentiasa wujud dan mengambil masa yang lama untuk diatasi.

Sepanjang setengah tahun pertama dalam tahun 1900an, sisa pengeluaran kenderaan tidak dikenal pasti sebagai penyumbang masalah pencemaran. Ini disebabkan kerana jumlah kenderaan yang sedikit. Pada tahun 1940an, masalah pencemaran udara yang pertama telah dikesan di Los Angeles yang mana kawasan tersebut mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi serta penggunaan kenderaan yang banyak. Terdapat banyak lagi kes yang tercatat di bandar-bandar besar di negara Amerika Syarikat. Sehubungan dengan itu, satu undang-undang telah dipersetujui yang mana sisa pengeluaran dihadkan. Kesan daripada itu, ini menjadi penghalang dalam pembangunan enjin pada tahun 1980an dan 1990an. Walaubagaimanapun, sisa pengeluaran dari enjin yang memudaratkan telah berjaya dikurangkan sebanyak 90% sejak tahun 1940an, tetapi tetap menjadi penyumbang utama kepada masalah pencemaran alam sekitar.

Terdapat 4 bahan cemar yang paling serius dikenal pasti yang dihasilkan oleh enjin gasolin iaitu karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan sisa pepejal. Hidrokarbon adalah bahan api dan sisa cebisan pelinciran yang tidak terbakar dan hanya sedikit saja sisa pelinciran yang terbakar secara sempurna. Karbon monoksida berlaku apabila kehadiran oksigen yang tidak mencukupi bagi tindak balas untuk menukarkan semua karbon kepada karbon dioksida atau apabila campuran udara-bahan api tidak sempurna disebabkan oleh tempoh masa kitaran enjin yang pendek. Nitrogen oksida terjadi dalam enjin apabila suhu pembakaran tinggi menyebabkan beberapa atom N₂ yang stabil dipisahkan kepada atom tunggal Nitrogen yang mana akan bertindak balas dengan oksigen menjadi NO₂. Manakala pula, sisa pepejal adalah sisa pepejal karbon yang terbentuk ketika proses mampatan dan kelihatan asap hitam dalam ekzos. Terdapat juga hasil sisa pengeluaran yang lain seperti aldehides, sulfur, phosphorus, plumbum dan lain-lain.

Jika dilihat kepada masalah ini, sisa pengeluaran enjin memang tidak dapat diatasi tetapi ia hanya boleh dikurangkan. Gas ekzos kebiasaannya akan dilepaskan begitu sahaja tanpa ada kesedaran untuk mencipta satu teknologi bagi menggunakan semula gas ekzos. Bagi mengatasi masalah ini, satu teknologi harus dicipta untuk memanfaatkan gas ekzos sebagai satu sumber alternatif untuk sistem kenderaan. Sebagai contoh, tenaga dari gas ekzos boleh diperbaharui untuk menjana elektrik bagi sistem elektrik kenderaan. Umum mengetahui, kebanyakan penggunaan gas ekzos adalah untuk sistem pengecas turbo atau pengecas lampau. Pengecas turbo digunakan untuk meningkatkan prestasi kuasa pengeluaran enjin. Hal ini akan dibincang dengan lebih lanjut pada sub topik yang berikut.

2.1 Kajian Lepas ke atas Mekanisma Penjanaan Gas Ekzos

Terdapat sekumpulan jurutera British dari syarikat Visteon UK Ltd di Coventry telah melakukan satu projek penyelidikan dan membangunkan satu mekanisma mudah untuk menjana semula tenaga haba dari gas ekzos. Mekanisma ini mempunyai potensi dalam pengurangan penggunaan minyak lebih dari 10%. Tetapi, projek ini adalah bertujuan untuk menghasilkan tenaga elektrik yang dapat dijana oleh sebuah generator yang kecil. Projek ini diberi nama sebagai “Turbo Generator Integrated Gas Energy Recovery System” (TIGERS).

Mekanisma ini terdiri daripada penggunaan satu unit pengecas turbo, sebuah generator kecil, sistem saluran paip dan penggunaan tali sawat. Mekanisma ini akan memindahkan gas ekzos dari enjin memasuki pengecas turbo untuk memacu generator kecil bagi menjana kuasa elektrik yang mencukupi bagi kegunaan sistem elektrik kenderaan. Unit pengecas turbo tersebut dipasang secara pintasan dari sistem ekzos dan terletak di bawah pancarongga ekzos.