

**MEREKABENTUK '*DIFFUSION SILENCER*' UNTUK MENGURANGKAN
KEBISINGAN ENJIN 2 LEJANG**

MOHD FAQRUL RADZI BIN TAHIRUDDIN

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

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

27 MAC 2008

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

Tandatangan :.....

Nama : MOHD FAQRUL RADZI BIN TAHIRUDDIN

Tarikh : 27 MAC 2008

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada Encik Faizul Akmar Bin Abdul Kadir, Pensyarah di Jabatan Automotif Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) selaku Penyelia Projek Sarjana Muda yang telah banyak memberikan bimbingan serta tunjuk ajar bagi membolehkan kajian serta kerja-kerja penyelidikan dalam projek ini disiapkan dengan lancar.

Sekalung penghargaan juga diberikan kepada Encik Mohd Farid Bin Muhamad Said, mantan pensyarah UTeM yang kini berkhidmat di Universiti Teknologi Malaysia dan sedang menyambung pelajaran di United Kindom kerana telah memberikan tunjuk ajar dalam penggunaan perisian GT-Suite yang digunakan disepanjang menjalankan penyelidikan serta penganalisan keputusan eksperimen.

Tidak lupa juga penghargaan ditujukan kepada Dr. Janatul Islah binti Mohammad, selaku Penyelia kedua dalam projek ini dan kepada semua individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Adalah diharapkan agar laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain kelak.

ABSTRAK

Teori telah membuktikan bahawa penghasilan kebisingan oleh enjin 2 lejang adalah lebih tinggi berbanding enjin 4 lejang. Justeru itu, kajian ini adalah penting dan amat relevan bagi memastikan kebisingan dapat dikurangkan dan menyediakan persekitaran yang lebih tenteram dan selesa. Perisian GT-SUITE digunakan sepenuhnya dalam menjalankan kajian terhadap pengurangan bunyi oleh penyenyap bunyi jenis reaktif untuk kegunaan pada enjin 2 lejang, 1 silinder. Kajian yang tertumpu kepada enjin 2 lejang, 1 silinder ini juga memaparkan keputusan '*transmission loss*' serta kesan penggunaan penyenyap bunyi terhadap prestasi dan kuasa enjin. GT-Suite merupakan perisian yang lengkap yang membolehkan kerja-kerja reka bentuk dan analisis penyenyap bunyi dilakukan dengan satu perisian dan dilengkapi dengan aplikasi enjin untuk melihat kesan penggunaan penyenyap bunyi terhadap prestasi enjin. Dengan penggunaan perisian ini maka telah dapat di simpulkan mengenai konfigurasi penyenyap bunyi yang paling efisien.

ABSTRACT

The research shows the result on the transmission loss and the affect of diffusion silencer to the engine power. Proven by theory that 2 stroke engine produce more noise compare to 4 stroke engine. Therefore, the research is very important and relevant to ensure the noise can be reduced and also providing a peaceful environment. The research on the level of 2-stroke, 1 cylinder engine noise reduction by the diffusion silencer is fully done by using the GT-SUITE software. GT SUITE is compatible software that allows the design and analysis of silencer done by only using the software. By the used of the software the research manages to come to a conclusion.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	i
	PENGHARGAAN	ii
	ABSTRAK	iii
	ABSTRACT	iv
	KANDUNGAN	v
	SENARAI JADUAL	viii
	SENARAI RAJAH	ix
	SENARAI SIMBOL	xiv
BAB I	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Kepentingan Projek	2
	1.3 Objektif	2
	1.4 Skop	3
	1.5 Penyataan Masalah	3
BAB II	Kajian Literatur	5
	2.1 Perisian Komputer	5
	2.2 Kebisingan Bunyi	7
	2.2.1 Konsep Bunyi	7
	2.2.2 Decibels dan Tahap-Tahap Bunyi	8
	2.2.3 Kebisingan Sekeliling (<i>Ambient Noise</i>)	10
	2.2.4 Transmisi Bunyi	10
	2.2.5 Penyerapan Bunyi oleh Bahan	12
	2.2.6 Pengurangan Bunyi melalui Struktur	13
	2.2.6.1 <i>Resonans</i>	13
	2.2.6.2 <i>Wrappings</i> (pembalut)	13
	2.2.6.3 <i>Penyenyp Bunyi (Silencers)</i>	14
	2.3 Enjin 2 Lejang	14

2.3.1	Pengenalan	14
2.3.2	Perbezaan Enjin 2 Lejang dan 4 Lejang	17
2.3.3	Punca Kebisingan Pada Enjin 2 Lejang	18
2.4	Penyenyap Bunyi (<i>Silencer</i>) Sistem Ekzos	19
2.4.1	Faktor Pemilihan Penyenyap Bunyi	19
2.4.1.1	Kajian Prestasi Akustik	19
2.4.1.2	Prestasi Aerodinamik	21
2.4.1.3	Prestasi Mekanikal	21
2.4.1.4	Prestasi Struktur	22
2.4.2	Jenis Penyenyap Bunyi	22
2.4.2.1	Penyenyap Bunyi Reaktif (<i>Diffusion silencer</i>)	22
2.4.2.2	Penyenyap Bunyi Serapan (<i>Absorption silencer</i>)	23
2.4.2.3	Penyerap Bunyi Gabungan (<i>Combination Silencers</i>)	24
2.5	Sistem Penyenyap Ekzos	24
2.5.1	Susunan Sistem	25
2.5.1.1	Penyenyap Bunyi	25
2.5.1.2	Aksesori Ekzos	25
2.5.1.3	Penebatan Terma (<i>Thermal Insulation</i>)	26
2.6	Penilaian Sistem Ekzos	27
2.6.1	Sistem Kebisingan Bunyi	27
2.6.2	Sistem ' <i>Backpressure</i> '	27
BAB III	KAEDAH KAJIAN	28
3.1	Peringkat 1 : Mengumpul Maklumat Serta Rujukan Berkaitan	29
3.1.1	Kajian Terhadap Sumber Ilmiah	29
3.1.2	Kajian Kepada Rekabentuk Sedia Ada	29
3.2	Peringkat 2 : Mengenal Pasti Punca Masalah	30
3.3	Peringkat 3 : Mencadangkan Penyelesaian	30

	Masalah	
3.4	Peringkat 4 : Merancang Spesifikasi yang Perlu untuk Projek	31
3.5	Peringkat 5 : Membuat Analisa Asas Untuk Menentukan Sasaran	32
3.6	Peringkat 6 : Merekod Keputusan dan Membuat Rumusan	32
BAB IV	REKABENTUK DAN ANALISA	33
4.1	Kajian Parameter Penyenyap Bunyi	33
4.2	Proses Rekabentuk Penyenyap Bunyi	36
4.3	Menganalisa Kadar Pengurangan Bunyi Bising.	38
4.4	Menganalisa Kesan Penyenyap Bunyi Terhadap Kuasa Enjin.	42
BAB V	KEPUTUSAN KAJIAN	45
5.1	Keputusan ‘ <i>Transmission Loss</i> ’ Setiap Konfigurasi.	45
5.1.1	Keputusan Untuk Kes 1.	46
5.1.2	Keputusan untuk Kes 2.	47
5.1.3	Keputusan untuk Kes 3.	48
5.1.4	Keputusan untuk Kes 4.	49
5.1.5	Keputusan untuk Kes 5.	50
5.2	Keputusan Kesan Penyenyap Bunyi Terhadap Kuasa Enjin.	51
5.2.1	Keputusan untuk Enjin Sahaja.	51
5.2.2	Keputusan untuk Enjin dengan Paip Tambahan.	52
5.2.3	Keputusan Untuk Ujian Enjin Dengan Konfigurasi Penyenyap Bunyi.	53
5.2.3.1	Keputusan Untuk Kes 1.	54
5.2.3.2	Keputusan Untuk Kes 2.	55
5.2.3.3	Keputusan Untuk Kes 3.	56
5.2.3.4	Keputusan Untuk Kes 4.	57

5.2.3.5	Keputusan Untuk Kes 5.	58
BAB VI	PERBINCANGAN	59
6.1	Perbincangan Mengenai <i>Transmission Loss</i> .	59
6.1.1	Perbincangan Keputusan Kes 1.	60
6.1.2	Perbincangan Keputusan Kes 2.	61
6.1.3	Perbincangan Keputusan Kes 3.	62
6.1.4	Perbincangan Keputusan Kes 4.	63
6.1.5	Perbincangan Keputusan Kes 5.	64
6.2	Perbincangan Kesan Penyenyap Bunyi Terhadap Kuasa Enjin.	65
6.2.1	Perbincangan Kes 1 Hingga Kes 4.	66
6.2.2	Perbincangan Kes 5.	67
6.3	Perbandingan Setiap Keputusan Terbaik.	68
6.3.1	Perbandingan Konfigurasi Terbaik Kes Melibatkan <i>Transmission Loss</i> .	68
6.3.2	Perbandingan Konfigurasi Terbaik Melihat Kesan Penyenyap Bunyi Terhadap kuasa Enjin.	69
BAB VII	KESIMPULAN DAN CADANGAN	70
7.1	Kesimpulan Pengurangan Kebisingan Bunyi Oleh Penyenyap Bunyi.	70
7.2	Kesimpulan Kesan Penyenyap Bunyi Terhadap Kuasa Enjin.	72
7.3	Kesimpulan secara menyeluruh	73
7.4	Cadangan	74
	RUJUKAN	74
	LAMPIRAN	75

SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
4.1.1	Konfigurasi Untuk Kes 1	34
4.1.2	Konfigurasi Untuk Kes 2	34
4.1.3	Konfigurasi Untuk Kes 3	34
4.1.4	Konfigurasi Untuk Kes 4	34
4.1.5	Konfigurasi Untuk Kes 5	34
4.4.1	Spesifikasi silinder enjin	44
5.1.1.1	Parameter Kes 1	46
5.1.2.1	Parameter Kes 2	47
5.1.3.1	Parameter Kes 3	48
5.1.4.1	Parameter Kes 4	49
5.1.5.1	Parameter Kes 5	50
5.2.3.1.1	Parameter Kes 1	54
5.2.3.2.1	Parameter Kes 2	55
5.2.3.3.1	Parameter Kes 3	56
5.2.3.4.1	Parameter Kes 4	57
5.2.3.5.1	Parameter Kes 5	58
6.1.1.1	Parameter Terbaik Kes 1	60
6.1.2.1	Parameter Terbaik Kes 2	61
6.1.3.1	Parameter Terbaik Kes 3	62
6.1.4.1	Parameter Terbaik Kes 4	63
6.1.5.1	Parameter Terbaik Kes 5	64
7.1.1	Parameter Konfigurasi 4 Kes 4.	70
7.2.1	Parameter Konfigurasi 3 Kes 5	72

SENARAI GAMBARAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1.1	Ciri-ciri umum perisian <i>GT-SUITE</i>	7
2.2.2.1	Paras <i>dBA</i> mengikut persekitaran	9
2.3.1.1	Kitar Enjin 2 Lejang.	16
2.3.3.1	Punca Bunyi Bising Enjin	19
2.4.2.1.1	Contoh Penyenyap Bunyi Reaktif.	23
2.4.2.3.1	Graf pengurangan bunyi reaktif, serapan, dan gabungan keduanya.	24
2.5.1	Penyenyap bunyi ekzos	24
3.4.1	Keratan Rentas Penyenyap Bunyi Reaktif	31
4.1.1	Parameter Penyenyap Bunyi	35
4.2.1	Mengubah Diameter	36
4.2.2	Mengubah Panjang <i>Offset</i>	37
4.2.3	Proses Rekabentuk Menggunakan <i>GT-SUITE</i> .	37
4.2.4	Paparan Rekabentuk Dalam 3D	38
4.3.1	Proses Eksperimen Untuk Penyenyap Bunyi	38
4.3.2	Membuat Paip Tambahan	39
4.3.3	Menetapkan End Flow Speaker.	40
4.3.4	Menetapkan Sensor 1	40
4.3.5	Menetapkan Sensor 2	41
4.3.6	Menetapkan <i>Accoustic Trans Loss</i> .	41
4.3.7	Pelan Analisa Penyenyap Bunyi.	42
4.4.1	Kaedah Menguji Kesan Penyenyap Bunyi Pada Kuasa Enjin	43
4.4.2	Pelan Sistem Enjin.	44
5.1.1.1	Parameter Penyenyap Bunyi.	46
5.1.1.2	Graf konfigurasi 1	46
5.1.1.3	Graf konfigurasi 2	46
5.1.1.4	Graf konfigurasi 3	46
5.1.1.5	Graf konfigurasi 4	46

5.1.2.1	Parameter Penyenyap Bunyi.	47
5.1.2.2	Graf konfigurasi 1	47
5.1.2.3	Graf konfigurasi 2	47
5.1.2.4	Graf konfigurasi 3	47
5.1.2.5	Graf konfigurasi 4	47
5.1.3.1	Parameter Penyenyap Bunyi	48
5.1.3.2	Graf konfigurasi 1	48
5.1.3.3	Graf konfigurasi 2	48
5.1.3.4	Graf konfigurasi 3	48
5.1.3.5	Graf konfigurasi 4	48
5.1.4.1	Parameter Penyenyap Bunyi.	49
5.1.4.2	Graf konfigurasi 1	49
5.1.4.3	Graf konfigurasi 2	49
5.1.4.4	Graf konfigurasi 3	49
5.1.4.5	Graf konfigurasi 4	49
5.1.5.1	Parameter Penyenyap Bunyi.	50
5.1.5.2	Graf konfigurasi 1	50
5.1.5.3	Graf konfigurasi 2	50
5.1.5.4	Graf konfigurasi 3	50
5.2.1.1	Lakaran Enjin Sahaja.	51
5.2.1.2	Graf <i>Brake Power vs Engine Speed</i>	51
5.2.2.1	Ujian Enjin Dengan Paip Tambahan.	52
5.2.2.2	Graf <i>Brake Power vs Engine Speed</i>	52
5.2.3.1	Ujian Enjin Terhadap Penyenyap Bunyi	53
5.2.3.1.1	Enjin Dengan Penyenyap Bunyi.	54
5.2.3.1.2	Graf konfigurasi 1	54
5.2.3.1.3	Graf konfigurasi 2	54
5.2.3.1.4	Graf konfigurasi 3	54
5.2.3.1.5	Graf konfigurasi 4	54
5.2.3.2.1	Enjin Dengan Penyenyap Bunyi.	55
5.2.3.2.2	Graf konfigurasi 1	55
5.2.3.2.3	Graf konfigurasi 2	55
5.2.3.2.4	Graf konfigurasi 3	55

5.2.3.2.5	Graf konfigurasi 4	55
5.2.3.3.1	Enjin Dengan Penyenyap Bunyi.	56
5.2.3.3.2	Graf konfigurasi 1	56
5.2.3.3.3	Graf konfigurasi 2	56
5.2.3.3.4	Graf konfigurasi 3	56
5.2.3.3.5	Graf konfigurasi 4	56
5.2.3.4.1	Enjin Dengan Penyenyap Bunyi.	57
5.2.3.4.2	Graf konfigurasi 1	57
5.2.3.4.3	Graf konfigurasi 2	57
5.2.3.4.4	Graf konfigurasi 3	57
5.2.3.4.5	Graf konfigurasi 4	57
5.2.3.5.1	Enjin Dengan Penyenyap Bunyi	58
5.2.3.5.2	Graf konfigurasi 1	58
5.2.3.5.3	Graf konfigurasi 2	58
5.2.3.5.4	Graf konfigurasi 3	58
6.1.1.1	Graf Perbandingan Kes 1	60
6.1.1.2	Konfigurasi terbaik Kes 1	60
6.1.2.1	Graf Perbandingan Kes 2	61
6.1.2.2	Konfigurasi terbaik Kes 2	61
6.1.3.1	Graf Perbandingan Kes 3	62
6.1.3.2	Konfigurasi terbaik Kes 3	62
6.1.4.1	Graf Perbandingan Kes 4.	63
6.1.4.2	Konfigurasi terbaik Kes 4	63
6.1.5.1	Graf Perbandingan Kes 5	64
6.1.5.2	Konfigurasi terbaik Kes 5	64
6.2.1.1	Gabungan Kes 1	66
6.2.1.2	Gabungan Kes 2	66
6.2.1.3	Gabungan Kes 3	66
6.2.1.4	Gabungan Kes 4	66
6.2.2.1	Gabungan untuk Kes 5	67
6.3.1.1	Perbandingan Konfigurasi Terbaik Setiap Kes	68
6.3.2.1	Perbandingan Konfigurasi Terbaik Untuk Kuasa Enjin	69
7.1.1	Konfigurasi Terbaik.	71

SENARAI SIMBOL

Re	=	<i>Reynolds Number</i>
D	=	Ketumpatan, kg/m ³
FR	=	Frekuensi Bunyi, Hz
L	=	Panjang, m
q	=	Kadar Aliran Jisim, kg/s
P	=	Tekanan, Pa
dP	=	Peningkatan Tekanan, Pa
S	=	Luas Kawasan, m ²
E	=	Keamatan Bunyi (<i>Sound Intensity</i>), W/m ²
EL	=	Aras Keamatan Bunyi (<i>Sound Intensity Level</i>), dB
Lp	=	Aras Tekanan Bunyi (<i>Sound Pressure Level</i>), dB
A	=	Halaju Bunyi, m/s
T	=	Suhu, K
Tr	=	Kadar Kehilangan Kuasa (<i>Transmission Loss</i>), dB
μ	=	Kelikatan, kg/ms
V	=	Isipadu, m ³
Ω	=	Jarak Gelombang Bunyi (<i>Wavelength of sound</i>), m
c	=	kelajuan bunyi
T	=	suhu mutlak
λ	=	panjang gelombang
<i>L_w or SWL</i>	=	<i>Sound power level</i>
W	=	kuasa bunyi
SPL	=	sound pressure level
α	=	pekali serapan
TDC	=	<i>top dead centre</i>
BDC	=	<i>bottom dead centre</i>
IL	=	<i>insertion loss</i>
CFD	=	<i>Computational Fluid Dynamics</i>

<i>SCR</i>	=	<i>Selective Catalytic Reduction</i>
<i>D</i>	=	diameter kebuk penyenyap bunyi
<i>d</i>	=	Diameter paip, mm
<i>L</i>	=	panjang kebuk penyenyap bunyi
<i>l₁</i>	=	panjang offset paip masukan
<i>l₂</i>	=	panjang offset paip keluaran

BAB I

PENGENALAN

Bahagian pengenalan merupakan bahagian yang memberi penjelasan terperinci mengenai projek sarjana muda yang dijalankan. Bahagian ini mencakupi latar belakang kepada projek, kepentingan projek, objektif, skop, serta penyataan masalah yang menyebabkan projek ini dijalankan.

1.1 Latar Belakang Projek

Projek ini memberi penekanan khusus kepada cara untuk meredam kebisingan ekzos untuk enjin motosikal 2 lejang. Penyenap bunyi akan di rekabentuk untuk tujuan tersebut. Bagaimanapun, penyenap bunyi yang lazim digunakan adalah terdiri daripada tiga jenis bahagian yang mempunyai fungsi dan kebolehan yang berbeza-beza iaitu penyenap bunyi reaktif (*diffusion silencer*), penyenap bunyi serapan (*absorption silencer*) dan penyenap bunyi ‘*side resonans*’.

Fokus dalam kajian ini adalah terhadap penyenap bunyi jenis reaktif (*diffusion silencer*). Konfigurasi penyenap bunyi yang berbeza-beza akan dikaji dan analisa dibuat untuk mengenalpasti konfigurasi penyenap bunyi yang paling efektif dalam mengurangkan kebisingan. Parameter yang di beri tumpuan adalah terhadap diameter paip yang memasuki sistem penyenap bunyi. Selain itu panjang offset paip yang masuk dan keluar dari penyenap bunyi juga di ambil kira. Setelah analisa dibuat menggunakan perisian komputer *GT-SUITE*, konfigurasi yang paling efisien akan dipilih sebagai penyenap bunyi yang paling sesuai.

1.2 Kepentingan Projek

Faktor kebisingan dari enjin kenderaan bermotor bukanlah masalah yang kecil. Sekiranya tidak diberi perhatian serius, pelbagai implikasi buruk akan berlaku kepada manusia. Justeru itu, rekabentuk penyenyap bunyi yang berkesan adalah penting untuk memastikan kadar kebisingan kenderaan bermotor dapat dikawal.

Kajian ini amat penting bagi mengenalpasti rekabentuk '*diffusion silencer*' yang paling efektif untuk mengurangkan kebisingan enjin 2 lejang. Ini secara tidak langsung membantu pengeluar kenderaan bermotor untuk menyediakan kelengkapan penyenyap bunyi bagi mengurangkan kebisingan enjin.

Selain itu, kajian ini juga membuat penelitian mengenai sumber- sumber bunyi pada enjin 2 lejang. Pengetahuan ini perlu untuk kajian lebih mendalam terhadap usaha mengurangkan kebisingan enjin. Isipadu yang optimum bagi penyenyap bunyi juga amat penting untuk dipastikan.

Bagi tujuan mengurangkan kebisingan enjin, kadar pengurangan kuasa enjin tidak dilupakan. Justeru kajian ini akan melihat bagaimana implikasi pengurangan kebisingan enjin kepada kuasa yang dihasilkan. Rekabentuk '*diffusion silencer*' yang mempunyai kadar pengurangan kuasa yang rendah akan dipilih.

1.3 Objektif

Objektif Projek Sarjana Muda (PSM) ini adalah untuk mereka bentuk '*diffusion silencer*' untuk mengurangkan kebisingan enjin 2-lejang dengan mengambil kira isipadu penyenyap bunyi yang optimum, saiz yang bersesuaian dan kesan terhadap pengurangan kuasa enjin.

1.4 Skop

Skop kajian yang diberi penelitian adalah untuk enjin satu silinder, 2 lejang. Kajian dibuat dengan melakukan ujian *transmission loss* dan kesan terhadap kuasa enjin untuk konfigurasi penyenyap bunyi yang berbeza. Prestasi penyenyap bunyi kemudiannya akan dinilai dan pemilihan penyenyap bunyi dibuat berdasarkan pengurangan bunyi kebisingan yang berkesan dan kadar pengurangan kuasa yang berpatutan.

1.5 Penyataan Masalah

Pertambahan kenderaan di negara kita begitu mendadak dari tahun ke tahun. Dengan pertambahan ini secara tidak langsung kadar kebisingan juga meningkat terutama di kawasan bandar yang sememangnya sibuk dengan kenderaan. Kebisingan yang melampau dari kenderaan yang terhasil akibat bunyi enjin ini boleh menyebabkan pelbagai kesan buruk kepada manusia.

Pendedahan kepada bunyi bising dalam jangkamasa yang lama boleh menyebabkan banyak kesan negatif antaranya dalam aspek kesihatan. Kesan terhadap individu berubah-ubah berdasarkan kepada beberapa faktor iaitu sifat yang mudah dipengaruhi apabila terdedah kepada kebisingan, keadaan kebisingan, tempoh terdedah kepada kebisingan, dan sifat kebisingan (Christopher N. Penn, 1979). Terdedah kepada bunyi bising melebihi paras 130dB selama lebih 12 jam dan terlalu kerap boleh menyebabkan kerosakan deria pendengaran dan menjadi pekak.

Selain itu kebisingan juga akan mengganggu tidur yang merupakan masa rehat untuk manusia. Keperluan kepada tidur adalah berbeza-beza mengikut peringkat umur. Tahap kebisingan yang boleh mengganggu tidur seseorang bergantung pada tahap penerimaan seseorang terhadap bunyi bising tersebut. Ianya berbeza antara individu kerana ia dipengaruhi oleh faktor usia, jantina, dan keadaan kesihatan individu (Asri, 1992). Golongan tua dan wanita adalah lebih sensitif terhadap bunyi bising berbanding golongan muda dan kaum lelaki (Christopher N. Penn, 1979).

Kebisingan juga membawa implikasi kepada komunikasi. Kebisingan memberi kesukaran kepada proses memberi dan menerima maklumat secara lisan, ketidakselesaan semasa komunikasi dan kadangkala boleh menyebabkan ketegangan keadaan semasa perbincangan. Christopher N. Penn (1979) telah memberikan panduan mengenai paras bunyi yang bersesuaian dengan keadaan yang berbeza iaitu '*Speech Interference Level*' pada 75 dBA boleh mengganggu perbualan telefon, 65-75 dBA mengganggu perbualan biasa pada jarak melebihi 2 kaki walaupun suara dikuatkan dan apabila kurang daripada 55 dBA adalah paling sesuai untuk keadaan persekitaran pejabat.

Kebisingan bunyi juga menyumbang kepada masalah tekanan mental dan penurunan prestasi kerja. Kebanyakan orang akan terganggu dari segi emosi apabila terdedah kepada persekitaran yang bising dalam jangka masa yang panjang. Mereka akan menjadi lebih sensitif dalam beberapa perkara dan menjadi sukar dikawal. Dalam konteks pekerjaan pula, kerja yang memerlukan penumpuan yang tinggi akan pasti dipengaruhi oleh kebisingan persekitaran. Pekerjaan seperti penulis lagu, guru, dan pengarang buku pasti akan mengalami masalah dalam mengembangkan idea dan mengalami tekanan dalam pekerjaan.

Dalam menjalankan kajian ini, enjin 2 lejang dipilih berikutan kadar kebisingan yang dihasilkan adalah lebih tinggi berbanding kebisingan enjin 4 lejang. Bunyi kebisingan pada enjin 2 lejang lebih tinggi berbanding enjin 4 lejang kerana enjin 2 lejang mencapai lejang kuasa 2 kali lebih kerap berbanding enjin 4 lejang, ini menyebabkan kuasa yang terhasil adalah 2 kali ganda dan bunyi kebisingan juga lebih tinggi berbanding enjin 4 lejang.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Bahagian kajian literatur ini adalah merupakan bahagian dimana menjelaskan mengenai kajian-kajian ilmiah berkaitan topik yang dikaji dalam projek sarjana muda (PSM) ini. Bahan – bahan kajian ini merupakan perolehan dari buku, artikel dalam internet, majalah, laman web, jurnal, dan laporan paten yang amat berguna dalam membantu penyelidikan serta kajian PSM ini.

2.1 Perisian Komputer

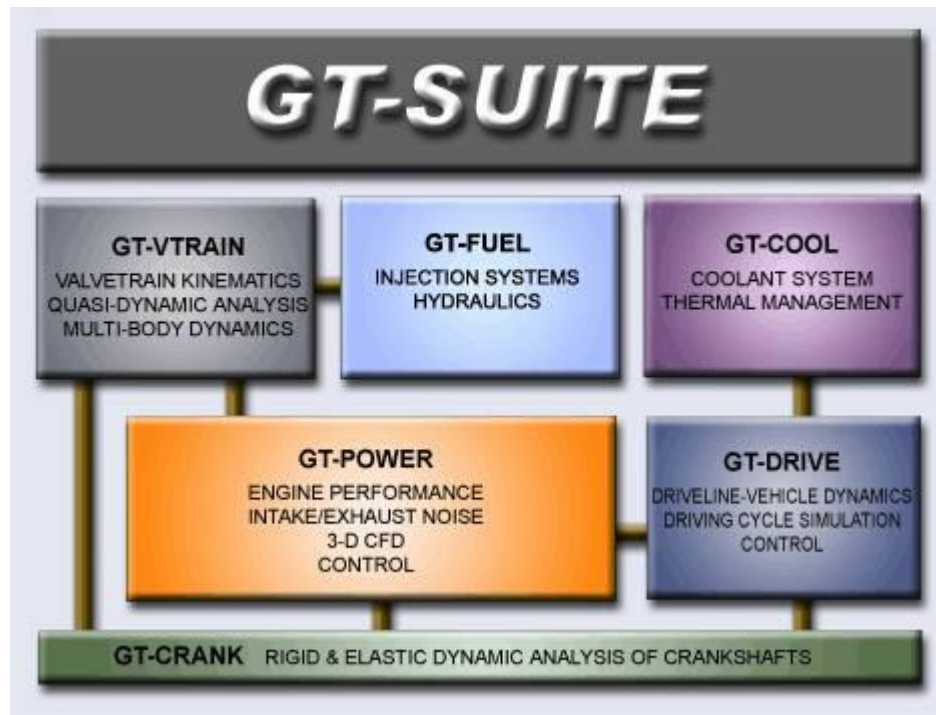
Dalam melaksanakan kajian PSM ini, penggunaan perisian komputer amat penting dan membantu dalam mendapatkan keputusan yang tepat dan menjalankan analisis terhadap rekabentuk yang dicadangkan. Perisian yang digunakan adalah *GT-SUITE V.6.1.0*. Setiap analisa mengenai kesesuaian rekabentuk juga dilakukan menggunakan perisian ini.

GT-SUITE adalah satu perisian yang bersepadu untuk kelengkapan kejuruteraan berbantu komputer (*CAE*) dalam merekabentuk dan menganalisa enjin, *powertrains*, dan kenderaan. Ciri yang paling unik dalam perisian ini adalah ia mengandungi beberapa perisian tunggal yang berasingan dan ini merupakan satu paradigma baru dalam proses simulasi enjin. Terdapat enam komponen utama dalam *GT-SUITE* dengan keupayaan yang berbeza. Antaranya adalah *GT-POWER*, *GT-DRIVE*, *GT-VTRAIN*, *GT-FUEL*, *GT-COOL*, dan *GT-CRANK*.

GT-SUITE menyediakan keupayaan untuk melaksanakan simulasi bersepadu yang merupakan pendekatan baru dalam aplikasi *CAE*. Ia juga telah menjadi kebiasaan dalam industri dan menjadi suatu keperluan yang amat penting. Secara tradisionalnya, analisa untuk enjin contohnya pembakaran dan ilmu akustik telah diasingkan oleh faktor teknikal, sempadan antara jabatan, dan masalah menyediakan perisian dan perkakasan yang sesuai. Ini mengakibatkan pengabaian had interaksi untuk mencapai keputusan analisis dan pada masa yang sama ia menghadkan komunikasi antara pasukan dan jabatan.

GT-SUITE menyediakan satu kod komprehensif yang tunggal untuk mengatasi masalah analisa yang dilakukan dengan cara berasingan selama ini. Antara faedah yang diperolehi dengan menggunakan perisian *GT-SUITE* antara lain adalah seperti berikut :

- Interaksi antara bahagian-bahagian sistem yang berbeza boleh dibuat dengan terperinci seperti diperlukan.
- Keperluan perisian sentiasa tersusun secara automatik (versi tunggal).
- Setiap jabatan menggunakan satu perisian yang sama dan memudahkan kerjasama antara jabatan.
- Perkongsian data adalah mudah dan tidak akan berlaku kesilapan.
- Jurutera dalam setiap jabatan menggunakan model enjin / kenderaan virtual yang selaras seperti yang telah ditetapkan dalam perisian.
- *GT-SUITE* tidak memerlukan kos yang tinggi.



Gambarajah 2.1.1: Ciri-ciri umum perisian *GT-SUITE*
(Sumber: *Gamma Technologies, Inc. (1996 – 2007)*)

2.2 Kebisingan Bunyi

2.2.1 Konsep Bunyi

Seseorang boleh mentakrifkan bunyi sebagai getaran yang berlaku pada gegendang telinga dalam julat frekuensi yang didengari akibat daripada pertambahan variasi tekanan udara dalam telinga. Variasi tekanan di atas dan di bawah tekanan atmosfera adalah dipanggil tekanan bunyi dan diukur dalam unit *Pascal (Pa)*. Jumlah perbezaan tekanan per unit saat adalah dipanggil frekuensi dan diukur dengan unit *Hertz (Hz)*. Seseorang yang mempunyai pendengaran normal akan mampu menerima bunyi pada julat frekuensi 20 Hz - 20 kHz yang merupakan julat frekuensi normal bagi bunyi. Bunyi yang hanya mempunyai satu frekuensi didefinisikan sebagai frekuensi asli (*pure tone*). Frekuensi asli amat jarang ditemui dalam penggunaan praktikal kerana kebiasaannya bunyi terhasil dengan frekuensi yang berbeza-beza. Bunyi bising dalam industri kebanyakannya mengandungi campuran frekuensi yang

sangat luas dan dikenali sebagai hingar jalur lebar (*broadband noise*). Timbal balas kekerapan satu frekuensi asli adalah dipanggil tempoh. Tempoh boleh ditakrifkan sebagai masa yang diperlukan untuk satu putaran lengkap frekuensi berbentuk sinus dan ia diukur dalam unit saat (s).

Kelajuan bunyi adalah tahap penyebaran gelombang bunyi melalui sesuatu medium dan ianya amat dipengaruhi oleh faktor kekenyalan dan ketumpatan medium tersebut. Dalam kajian praktikal, kelajuan bunyi di udara adalah bergantung kepada suhu mutlak (*absolute temperature*) yang secara langsung mempengaruhi ketumpatannya. Persamaan untuk kelajuan bunyi di udara adalah $c = 20.05 \sqrt{T}$ (m / s), di mana T adalah suhu mutlak udara dalam darjah *Kelvin*. Pada keadaan suhu bilik dan tekanan atmosfera piawaian, kelajuan bunyi di udara adalah 343 m / s.

Panjang gelombang pula ditakrifkan sebagai jarak gelombang frekuensi asli mengembara untuk satu tempoh dan dikenali dengan simbol greek iaitu lamda (λ). Panjang gelombang satu frekuensi asli adalah sama dengan kelajuan bunyi dibahagikan dengan kekerapan frekuensi asli, $\lambda = c / f$. Pengetahuan mengenai panjang gelombang amat penting dan selalunya digunakan untuk merekabentuk alat penyenyap bunyi.

2.2.2 'Decibel' dan Tahap-Tahap Bunyi.

Bidang kejuruteraan kawalan kebisingan bunyi, seperti juga bidang lain, mempunyai beberapa istilah perkataan yang khusus. Tahap - tahap bunyi digambarkan melalui skala logaritma dalam unit *decibels (dB)*. Dalam skala logaritma, tekanan bunyi yang berada pada skala besar dimampatkan kepada skala yang kecil dan lebih praktikal. Ini secara tidak langsung menghasilkan tekanan bunyi yang menghampiri tahap pendengaran manusia untuk dinilai kelantangan relatif bunyi tersebut berdasarkan nisbah tekanannya. Perkara yang penting untuk diketahui mengenai *decibels* adalah samada ia mewakili pengukuran relatif atau nisbah. '*Sound power level*' dan '*sound pressure level*' lazimnya dinyatakan dalam unit *decibels*, ini menunjukkan ia bukan nilai mutlak sebaliknya adalah merupakan pengukuran relatif

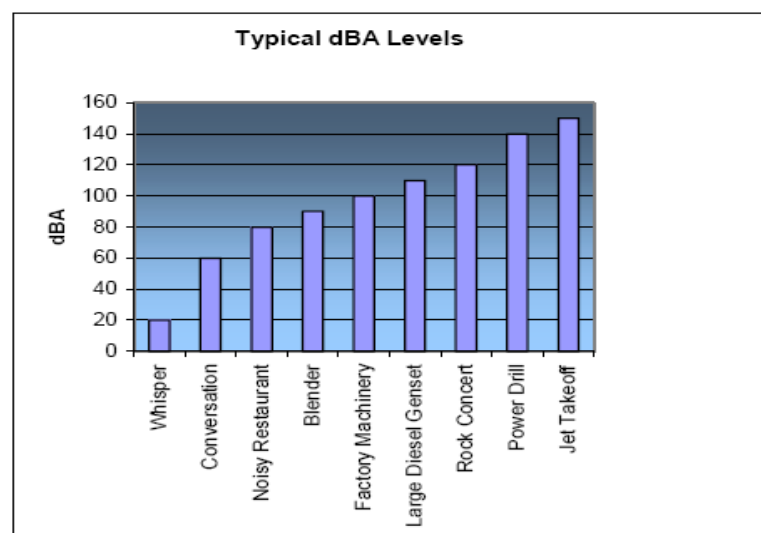
kepada kuantiti yang dirujuk. Gabungan naik turun dalam tekanan dan halaju boleh digunakan bagi mengukur kuasa bunyi. ‘*Sound power level*’ (L_w or SWL) adalah jumlah kuasa bunyi (W) yang dipancar dari kuasa rujukan $W_{ref}=10^{-12}$ Watts. ‘*Sound power level*’ boleh dikira menggunakan formula berikut :

$$LW = 10 \log_{10} (W / W_{ref}) \quad (dB)$$

Perlu diketahui bahawa ‘*Sound power level*’ ialah pengukuran yang dilakukan terhadap punca bunyi itu sendiri dan ia bergantung juga kepada keadaan sekeliling. Untuk pengukuran kekuatan gelombang bunyi, ‘*Sound pressure level*’ (L_p or SPL) adalah kuantiti yang diambil kira dan tekanan yang menjadi rujukan piawai ialah $p_{ref} = 2 \times 10^{-5}$ Pa. ‘*Sound pressure level*’ boleh dikira dengan menggunakan formula seperti berikut :

$$Lp = 20 \log_{10} (p / p_{ref}) \quad (dB)$$

Tekanan yang dijadikan rujukan adalah mewakili tekanan normal untuk pendengaran kebanyakan individu. Carta di bawah menunjukkan paras dB A keseluruhan mengikut keadaan tertentu.



Gambarajah 2.2.2.1: Paras dB A mengikut persekitaran.