

“ Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Terma- Bendalir).

Tandatangan :.....  
Nama Penyelia :.....  
Tarikh :.....

*Shamsul Anwar*

SHAMSUL ANUAR BIN SHAMSUDIN

13/12/2005

**Design and Fabrication of Test Jig for Motorcycle Suspension Performance Test**

**AZIZI BIN ADNAN**


**Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia**

**November 2005**

**PENGAKUAN**

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

Tandatangan :  .....

Nama Penulis : AZIZI B. ADNAN .....

Tarikh : 6/12/2005 .....

### Dedikasi

*Allhamdulillah, kesyukuran ku panjatkan kehadrat Allah s.w.t. kerana hanya dengan izin, rahmat serta limpah kurnianya sahaja maka diri yang daif ini telah dapat menjayakan kertas laporan ini.*

*Khas buat,  
Mak dan Abah yang telah banyak berkorban untuk ku, demi melihat kejayaan seorang anak,*

*Istimewa untuk,  
Kekasih yang tercinta,  
Siti Nuraida: Kasih sayang mu, kesetiaan dan pengorbanan mu serta sokongan yang diberikan, memberikan ku perangsang untuk terus berjaya.*

*Abang, kakak dan adik-adik ku,  
Bantuan dan dorongan yang besar yang turut diberikan oleh mereka serta bantuan kewangan yang telah dihulurkan demi melihat diriku berjaya.*

**"KEJAYAAN ADALAH MILIK KITA BERSAMA"**

*Jutaaan terima kasih diatas pengorbanan, dorongan dan kesabaran disamping doa kalian sepanjang pengajianku. Semoga kalian sentiasa mendapat rahmat serta hidayah dari Allah s.w.t.*

*Wassalam.*

## PENGHARGAAN

Dikeempatan ini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih sebagai tanda penghargaan kepada En Shamsul Anuar Bin Samsudin selaku penyelia projek Sarjana Muda ini, di atas segala bimbingan, nasihat, tunjuk ajar dan bantuan-bantuan yang telah diberikan sehingga tesis ini dapat disempurnakan dengan sepenuhnya.

Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pensyarah serta rakan-rakan yang terlibat dalam usaha mendapatkan bahan rujukan yang berkaitan dengan kajian yang dilakukan.

Akhir sekali penghargaan ini diberikan kepada keluarga iaitu abah, mak dan Siti Nuraida serta rakan-rakan seperjuangan dan semua yang terlibat yang telah turut sama memberi galakkan, sumbangan buku sebagai rujukan dan bantuan-bantuan baik secara langsung mahupun tidak langsung.

## ABSTRAK

Sistem suspensi merupakan satu peralatan yang penting di dalam sesebuah kenderaan bermotor. Oleh itu sistem suspensi perlu di pastikan keadaanya supaya ia sentiasa berada di dalam keadaan yang baik, sistem suspensi atau lebih tepat dikenali sebagai penyerap hentak ini mempunyai pengaruh atau fungsi di mana ia mampu memberi keselesaan kepada penunggang semasa melalui keadaan permukaan jalan yang rata atau sebaliknya. Disini penulis ada menjalankan kajian ilmiah mengenai cara-cara untuk membuat atau merekabentuk peralatan-peralatan menguji serta kaedah-kaedah yang boleh membantu di dalam melaksanakan projek merekabentuk dan merekacipta peralatan penentukuran prestasi sistem suspensi motosikal. Akhirnya setelah menjalankan pemantauan serta kajian, penulis mengambil inisiatif untuk merekabentuk dan membina peralatan *test jig* bertujuan untuk menjalankan penentukuran prestasi ke atas sistem suspensi motosikal. Binaan ini adalah dengan menggabungkan dua peranti mekanikal iaitu *test jig* yang akan di bina oleh penulis dan *accelerometer* untuk mengukur atau mendapatkan kadar getaran atau frekuensi yang di hasilkan oleh penyerap hentak.

## ABSTRACT

Suspension system was a main important device on every motor vehicle. That's why the suspension is need to always be in good conditions, the suspension system or ever known as the absorber has a main function where it's able to brought a comfortable condition to the riders while making a ways on the road surface. In this report writer had done the literature review mostly about a ways to make or to design the test apparatus included with the procedure which able to use in do the project designs and fabrications of test jig for motorcycle suspension performances test. Finally, after all the surveys and studies had been done, writer decided to take an initiative for designs and fabricate a test jig where the main objective is to test the performances on the motorcycles suspension system. This constructions was a combination from 2 mechanical devices where consists of the test jig where will be fabricate by the writer and the accelerometer to measure or get the vibration rate or the frequency which will produce by the absorber.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>MUKA SURAT</b>
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	2
1.3 Skop kajian	3
1.4 Latar belakang masalah	4
1.5 Pernyataan masalah	5
2.0 Profil Teori Getaran	6
2.1 Redaman	8
2.2 Kawasan Getaran	8
2.3 Kimpalan	10
2.4 Proses Kimpalan Arka	11
2.5 Rekaan suspensi dan penilaian	12
2.6 Frekuensi semulajadi	15
2.7 Sistem konfigurasi HIL	15
2.8 Sifat Sistem	18
2.9 Kegunaan Spring dan Redaman	18
2.10 Accelerometer	21
<b>METHODOLOGY</b>	
3.1 Pengenalan	25
3.2 Rekabentuk	26
3.3 Rekabentuk lukisan	28
3.4 Kerja-kerja Pengubahsuain	29
<b>BAB IV Analisa Kejuruteraan</b>	
4.0 Pengenalan	31
4.1 Analisis saiz piawai dan dimensi rekabentuk	32
4.2 Analisis Proses Pembuatan <i>Test Jig</i>	37



<b>4.3 Analisis Kos Pengeluaran</b>	<b>38</b>
<b>4.4 Analisis spesifikasi rekabentuk</b>	<b>40</b>
<b>4.5 Analisis Sistem Suspensi</b>	<b>41</b>
<b>4.6 Keputusan Analisis</b>	<b>44</b>
<b>5.0 Kesimpulan dan Cadangan</b>	<b>49</b>
<b>6.0 Rujukan</b>	<b>52</b>
<b>Lampiran A</b>	<b>53</b>
<b>Lampiran B</b>	<b>54</b>

## KANDUNGAN GAMBARAJAH

<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>MUKA SURAT</b>
Gambarajah 2.0 (a) gerakan Berkala untuk pedal bearing stim turbin	7
Gambarajah 2.0 (b) gerakan harmonik pendulum osilasi sederhana kecil	7
Gambarajah 2.2 bahagian tanda-tanda kawasan getaran	9
Gambarajah 2.3 Proses tekanan kimpalan gas	10
Gambarajah 2.4 cara kimpalan arka dijalankan	11
Gambarajah 2.5 (a) <i>rear suspension actuation strategy</i>	14
Gambarajah 2.5 (b) lengkung redaman suspensi	14
Gambarajah 2.8 (a) gambaran skematik struktur pada 2DOF	16
Gambarajah 2.7 (b) fizikal sistem di dalam makmal	16
Gambarajah 2.7 (c) Puncak spring peredam pada sistem sebenar	17
Gambarajah 2.8 (a) unit spring – peredam untuk struktur motorsikal (atas) dan unit yang di gunakan untuk penguji jenis SDOF dan 2DOF (bawah)	18
Gambarajah 3.3 lakaran test jig dengan menggunakan perisian komputer solidworks.	28
Gambarajah 3.4 (a) menunjukkan gambarajah model mengikut perancangan pertama.	29
Gambarajah 3.4 (b) menunjukkan gambarajah bingkai yang telah menjalani perubahan fizikal dengan menggunakan proses kimpalan pada sambunganya.	29

Gambarajah 3.4 (c) menunjukkan gambarajah model lengan bolehlaras mengikut perancangan pertama.	30
Gambarajah 3.4 (d) gambarajah model lengan bolehlaras yang telah menjalani proses perubahan fizikal	30
Gambarajah 4.1 (a) menunjukkan saiz sebenar <i>test jig</i>	33
Gambarajah 4.1 (b) menunjukkan saiz <i>smooth roller</i>	33
Gambarajah 4.1 (c) menunjukkan saiz <i>bumper roller</i>	34
Gambarajah 4.1 (d) menunjukkan saiz sebenar pengapit roda hadapan	35
Gambarajah 4.1 (e) menunjukkan saiz sebenar landasan roda (tyre stand)	36
Gambarajah 4.2 menunjukkan pemasangan komponen <i>Test Jig</i>	37
Gambarajah 4.7 (a) menunjukkan pemasangan alat penentukuran accelerometer pada penyerap hentak.	41
Gambarajah 4.7 (b) : penyesuaian isyarat	42
Gambarajah 4.7 (c): unit komputer dan perisian yang digunakan untuk menjalankan analisis ke atas sistem suspensi.	42
Gambarajah 4.7 (d) tayar belakang motorsikal berada di atas <i>roller</i> dan motorsikal di pegang oleh lengan belakang <i>test jig</i> .	43
Gambarajah 4.7 (e) tayar hadapan motorsikal berada di dalam pengepit hadapan <i>test jig</i> .	43

**SENARAI KANDUNGAN JADUAL**

<b>No.Jadual</b>	<b>Tajuk</b>	<b>Muka Surat</b>
Jadual 2.5	sifat sistem penyambungan.	13
Jadual 4.1	saiz motosikal jenis EX5.	32
Jadual 4.3 (a)	menunjukkan analisis kos pembuatan <i>Test Jig</i>	38
Jadual 4.3 (b)	menunjukkan analisis kos kerja – kerja kemas	39
Jadual 4.3 (c)	menunjukkan analisis kos keseluruhan projek	39
Jadual 4.6	menunjukkan data diantara <i>smooth roller</i> dan <i>bumper roller</i>	47

**SENARAI SIMBOL**

<b>Simbol</b>	<b>Definisi</b>
X -	anjakan getaran (thousand of an inch or mils)
X <sub>o</sub> -	anjakan maksimum atau amplitud (mils)
W -	bulatan frekuensi (radian per second)
t -	masa (second)

## 1.1 Pengenalan

Dewasa ini, industri automotif berkembang dengan begitu pesat kerana kenderaan seperti kereta, lori, motosikal dan sebagainya telah menjadi keperluan pengangkutan yang penting di dalam kehidupan. Di sini kebanyakan penunggang tidak mementingkan rekabentuk sesuatu kenderaan malah apa yang dititik beratkan adalah faktor keselamatan dan keselesaan penunggang.

Oleh itu, wujudlah bengkel-bengkel untuk membaik pulih dan menservis kenderaan di serata pelosok negeri dan daerah di Malaysia. Di mana setiap bengkel menyediakan pelbagai perkhidmatan dan pelbagai keperluan untuk membaikpulihan kenderaan-kenderaan ini, tetapi begitu sukar untuk kita menemui peralatan-peralatan khas untuk mengukur prestasi sistem suspensi sekiranya ada pun hanya pada pusat-pusat servis kenderaan yang besar sahaja, untuk motosikal jarang sekali di jumpai.

Oleh itu penulis mengambil inisiatif untuk merekacipta dan membina alat *test jig* untuk mengukur prestasi sistem suspensi motosikal. Kabaikan peralatan ini adalah untuk mengetahui samada suspensi berada di dalam keadaan baik ataupun di sebaliknya, ia juga menyumbang kearah pengurangan kemalangan yang disebabkan oleh kerosakkan sistem suspensi yang tidak berfungsi dengan sempurna serta menyumbang kearah kemalangan jalan raya serta kehilangan nyawa dan motif utama rekaan dan ciptaan ini adalah untuk memastikan penyerap hentak motosikal berada di dalam keadaan baik serta memberi gaya penunggang yang selesa kepada para penunggang motosikal di masa akan datang.

## 1.2 Objektif

Membuat satu rekaan baru iaitu rekaan dan ciptan peralatan *test jig* bertujuan untuk mengukur prestasi sistem suspensi motosikal. Rekaan ini bergantung kepada spesifikasi sesebuah motosikal iaitu saiz, berat sesebuah motosikal dan sebagainya yang perlu di ambil kira di dalam membina dan merekabentuk alat pengujian ini. Mengatasi masalah sistem suspensi yang tidak berfungsi atau mengalami kerosakan. Diantara objektif utama:-

- a) Mengatasi masalah kerosakan sistem suspensi motosikal yang di hadapi oleh para penunggang.
- b) Mereka bentuk satu kelengkapan atau peralatan untuk membantu penentukuran prestasi sistem suspensi motosikal untuk memudahkan para penunggang dan juga para mekanik untuk mengenal pasti kerosakan.
- c) Menghasilkan peralatan yang mudah digunakan tanpa pengalaman yang tinggi serta menjimatkan kos di dalam rekaan dan perlaksananya.

### 1.3 Skop kajian

Skop kajian ini lebih kepada rekabentuk dan ciptaan peralatan baru dan menganalisa kerja-kerja merekabentuk. Ciri-ciri rekabentuk:-

- a) mendapatkan spesifikasi sistem suspensi motosikal.
- b) Rekabentuk konsep Jig ujian bagi sistem suspensi yang menggunakan penyerap hentak jenis gelung spring dan jenis penyerap hentak teleskopik.
- c) Lukisan kejuruteraan jig ujian.
- d) menghasilkan jig ujian.
- e) Analisa kejuruteraan terhadap semua komponen-komponen jig yang dipilih.

Di dalam dunia permotoran peralatan seperti ini tidak di komersialkan, sekiranya ada pun ia cuma pada sesetengah syarikat-syarikat besar sahaja contohnya pada kelab-kelab perlumbaan motosikal sahaja dimana rekaanya terlalu kompleks dan mahal untuk dimiliki oleh para mekanik yang mempunyai bengkel-bengkel yang kecil dan sederhana. Konsep ini mudah dan sesuai di gunakan di bengkel-bengkel serta di makmal pusat pengajian tinggi untuk menjalankan kajian dan sebagainya.



## 1.4 Latar belakang masalah

Di dalam dunia permotoran hari ini, sistem suspensi adalah salah satu faktor yang penting bagi sesebuah kenderaan, di mana penyerap hentak ini memainkan peranan penting di dalam menstabilkan sesebuah badan kenderaan semasa kenderaan tersebut melalui permukaan jalan yang tidak rata. Penyerap hentak juga mempunyai peranan yang penting di dalam pemanduan di mana penyerap hentak yang berada di dalam keadaan baik yang mana ia mampu memberikan pemanduan yang selesa dan menjamin keselamatan penunggang. Sistem suspensi ini juga mempengaruhi jangka hayat tire sesebuah motosikal. Penyerap hentak adalah sebahagian komponen yang di sambung pada roda motosikal, sekiranya salah satu daripada penyerap hentak rosak atau tidak berfungsi maka ia akan memberi kesan kehausan yang tidak sekata kepada permukaan tire motosikal serta menyebabkan permukaan tire motosikal berada di dalam keadaan yang tidak stabil di atas permukaan jalan. Sekiranya penyerap hentak ini rosak atau tidak berfungsi ia juga akan memberi hentakkan yang kuat serta hentakan yang berlarutan serta menyebabkan motosikal susah untuk dikawal semasa penunggang melalui jalan yang bengkok- bengkok serta ia boleh menyumbang kearah terjadinya kemalangan serta kehilangan nyawa. Ia juga menyebabkan permukaan tire dan permukaan jalan tidak bersentuhan dengan baik semasa penunggang menekan brek secara mengejut. Di dalam masalah ini penulis memandang serius dari segi aspek keselamatan serta keselesaan pemanduan motosikal maka penulis mengambil inisiatif untuk merekacipta dan membina peralatan *test jig* untuk mengukur dan menentukan kadar prestasi sistem suspensi motosikal bagi mengatasi masalah yang di hadapi oleh para penunggang motosikal khususnya.

## 1.5 Pernyataan masalah

Fokus projek ini lebih kepada merekabentuk dan membina peralatan *test jig*. Ini adalah bertujuan untuk mengukur prestasi sistem suspensi motosikal serta mengatasi masalah yang di hadapi oleh para penunggang motosikal sejak sekian lama. Konsep penentukuran yang akan di gunakan adalah lebih kepada penentukuran kadar getaran yang di alami oleh penyerap hentak pada dua keadaan yang berbeza ia itu pada keadaan permukaan rata dan keadaan permukaan yang tidak rata, proses penentukuran ini juga menggabungkan dua peranti peralatan iaitu *test jig* yang akan dibina serta di gabungkan dengan alat penentukuran iaitu *accelerometer*. Rekaan dan binaan peralatan baru ini sesuai di gunakan oleh para mekanik dan juga para pelajar di pusat pengajian tinggi di mana bertujuan untuk menjalankan kajian getaran ke atas sistem suspensi motosikal. *Test jig* ini boleh digunakan untuk mengukur kadar getaran yang berlaku ke atas sistem suspensi iaitu penyerap hentak sesebuah motosikal serta dapat mengesan kerosakkan pada penyerap hentak tersebut. Kebaikannya pula ialah mudah untuk digunakan tanpa perlu pengalaman serta dari segi harga lebih murah dari peralatan-peralatan penentukuran yang sudah sedia ada di pasaran sekarang dan harga pembinaanya juga murah dan menjimatkan.

## BAB II

### KAJIAN ILMIAH

#### 2.0 Profil Teori Getaran

Getaran adalah gerakan berkala atau yang mengulangi sendiri pergerakan pada jarak dan waktu tertentu. Jarak dan waktu dirujuk sebagai titik getaran, iaitu disimbulkan sebagai T iaitu titik plot atau profil, getaran yang akan di tunjukkan di dalam gambarajah 3.1, di bawah perpindahan titik maksimum atau amplitudo  $X_0$ . Tempoh masa balikan iaitu  $1/T$ , frekuensi getaran,  $f$  diungkap dalam lingkaran per detik (circle per second- cps) atau hertz (Hz). Fungsi harmonik adalah yang paling sederhana seperti di dalam gerakkan berkala yang di gambarkan di dalam rajah 3.2, fungsi gerakkan harmonik adalah seperti pergerakan pendulum osilasi kecil yang sederhana. Di antara ungkapan persamaan:

$$X = X_0 \sin(\omega t)$$

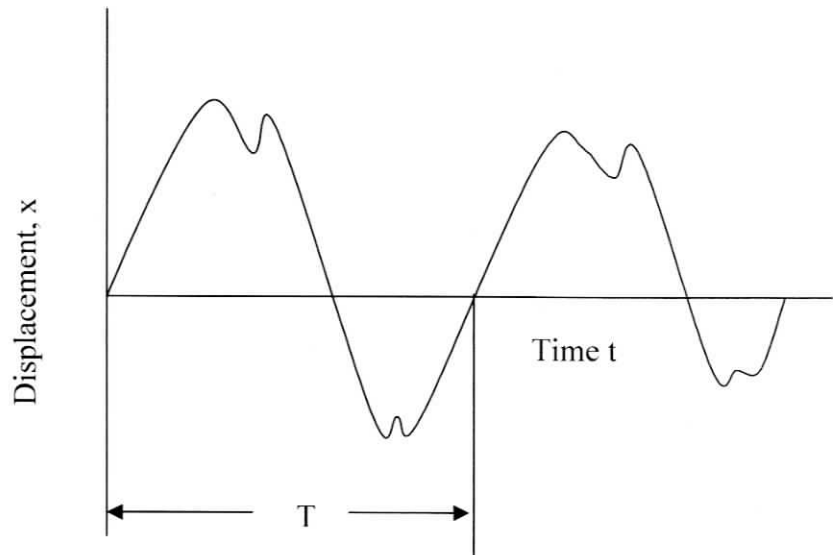
Dimana;

$X$  = anjakan getaran (thousand of an inch or milimeters)

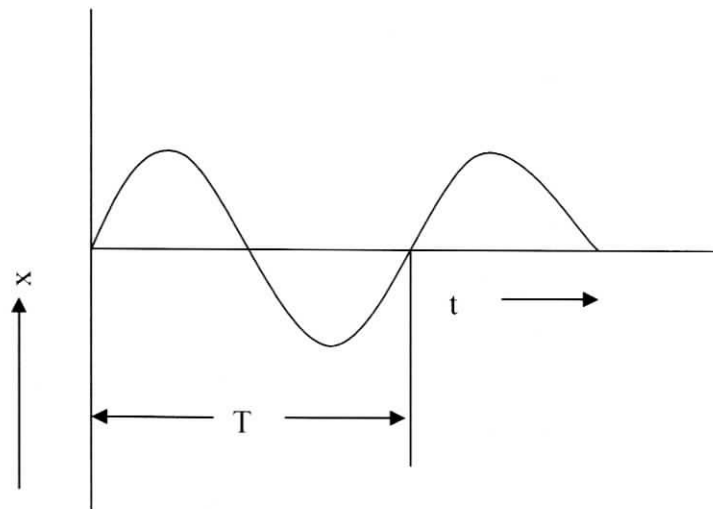
$X_0$  = anjakan maksimum atau amplitud (milimeters)

$\omega$  = bulatan frekuensi (radian per second)

$t$  = masa (second)



Gambarajah 3.1 gerakan Berkala untuk pedal bearing stim turbin.



Gambarajah 3.2, gerakan harmonik pendulum osilasi sederhana kecil.

Rujukan dari :

William T. Thomson, Marie Dillon Dahleh. February 1980

**Theory of Vibration with Applications (5th Edition)**

## 2.1 Redaman

Redaman bererti mengurangi kecepatan merentagi pergerakan, daya daripada objek dimana ia melalui cecair atau gas di sepanjang badan lain. Unit redaman ialah diberi seperti berat per inci per saat (1bf/in/sec), yang mana boleh juga diungkapkan sebagai berat darab dengan saat bahagi dengan inci (1bf-sec/in). Keadaan sempadan rekaan mesin yang mantap ditentukan oleh kebebasan pergerakan di dalam sesuatu pergerakan mesin. Getaran bebas merujuk kepada getaran sistem yang banyak diredamkan dengan pergerakan sebenar yang dipengaruhi oleh tenaga yang berpotensi. Getaran paksa terjadi bila gerakan ditahan atau didorong oleh terapan gaya berkala oleh sistem redaman yang baik atau tidak diredamkan.

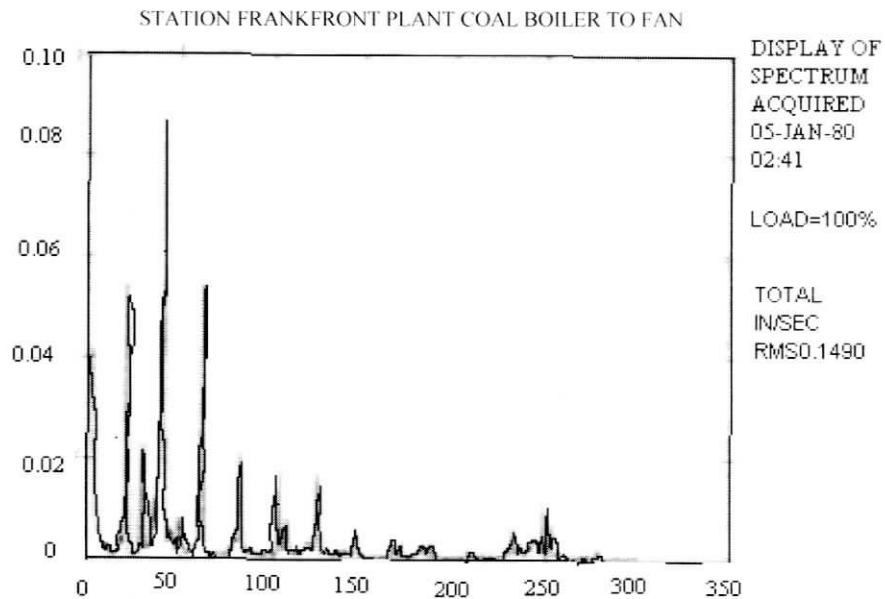
Rujukan dari :

Vikram K. Kinra, Alan Wolfenden, September 1992.

**Mechanics and Mechanisms of Material Damping.**

## 2.3 Kawasan Getaran

Dari sudut pandangan praktikal, fungsi getaran harmonik berhubungan dengan frekuensi berputar-putar pada bahagian yang berputar atau komponen yang bergerak. Oleh itu, getaran ini ialah suatu lipat ganda dasar menggerakkan kecepatan mesin, yang mana ditentukan dengan kelajuan putaran per minit (rpm). Kaedah atau asas utama untuk menentukan frekuensi adalah dengan menganalisa sistem kendalian mesin.



Gambarajah 2.3.1, bahagian tanda-tanda kawasan getaran.

Data kawasan getaran didapatkan dengan mengubah data kawasan waktu menggunakan teknik matematik dengan merujuk kepada hukum “Fast Fourier Transform” (FFT). FFT membolehkan masing-masing bahagian getaran spektrum kereta api mesin kompleks diperhatikan dari puncak getaran yang berlainan. Amplitud kawasan getaran boleh menjadi pengalihan setiap waktu berhubungan dengan frekuensi khusus, yang direncanakan sebagai paksi-Y terhadap frekuensi sebagai paksi-X. Ini bertentangan dengan jarak masa, yang meringkaskan kecepatan frekuensi dan bersekongkol sebagai paksi-Y melawan waktu sebagai paksi- X. untuk contoh ini sila rujuk pada graf yang di plotkan pada gambarajah 2.3.1, diatas.

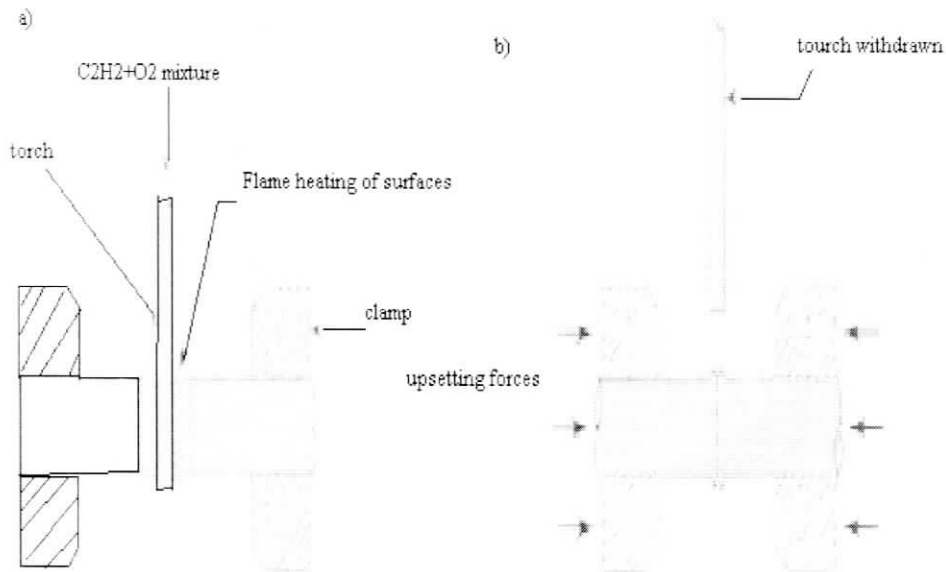
Data kawasan getaran atau frekuensi diperlukan untuk perlengkapan yang membezakan lebih dari satu kecepatan operasi dan aplikasi putaran. Ini kerana spektrum paksi-X adalah frekuensi yang biasa dibuat hingga mencapai kecepatan operasi, penukaran kelajuan operasi tidak akan mempengaruhi plot. Bahagian getaran yang wujud pada kelajuan operasi akan di dapati pada titik tang sama pada graf untuk kelajuan operasi lain sesudah pemulihan, walaupun amplitud mungkin berbeza.

Rujukan dari :

Eugene I. Rivin, May 1999.

**Stiffness and Damping in Mechanical Design.**

## 2.5 Kimpalan

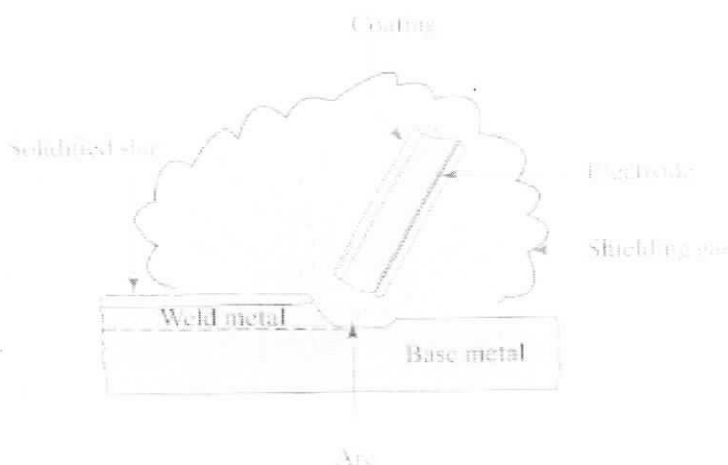


Gambarajah 2.5. Proses tekanan kimpalan gas.

## 2.5 (b) Proses Kimpalan Arka

### *Consumable-Electrode*

Di dalam kimpalan arka, pengembangan pertengahan iaitu 1800s memerlukan tenaga haba dari bekalan elektrik. Proses ini melibatkan penggunaan elektrod. Arka terhasil diantara hujung elektrod dan pada permukaan benda kerja dan akhirnya ia bercantum, proses ini juga menggunakan AC atau DC dari tenaga elektrik. Arka ini menghasilkan suhu diantara 30.000 C (54.000 oF).



Gambarajah 2.5.3(a), cara kimpalan arka dijalankan.

Bahagian yang kosong pada hujung elektrod yang tanpa penyalut akan di kepitkan pada terminal pada sumber kuasa dan satulagi terminal di sambungkan pada bendakerja. Arus biasanya terdapat di antara 50A dan 300A: syarat keperluan adalah secara umum kurang dari 10kW. Arus sekarang mungkin menjadi DC atau AC. Untuk kepingan logam, arus DC lebih sesuai kerana ia akan menghasilkan arka yang kuat. Polariti arus DC yang digunakan mestilah bergantung kepada jenis electrode dan kepingan logam yang akan menjalani proses kimpalan. Pada polariti lurus, bendakerja positif dan elektrod negatif. Lebih sesuai untuk kepingan logam, kerana ia akan menghasilkan penembusan yang dalam dan untuk sendi dengan celahan yang sangat luas. Pada polariti kebalikan, elektrod positif dan mungkin lebih yang lebih dalam. Untuk menggunakan arus yang lebih tinggi elektrod yang lebih besar saiznya