

**KESAN PENGGUNAAN ALAT PENJIMAT BAHANAPI
PADA PRESTASI ENJIN**

WAN MOHAMAD NOHSA B. WAN YAACOB

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

“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 (Automotif)

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

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

*Potong yang tidak berkenaan

KESAN PENGGUNAAN ALAT PENJIMAT BAHANAPI
PADA PRESTASI ENJIN

WAN MOHAMAD NOHSA B. WAN YAACOB

Laporan ini dikemukakan sebagai
Memnuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2009

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

Tandatangan :.....

Nama Penulis : WAN MOHAMAD NOHSA B. WAN
YAACOB

Tarikh : 10 APRIL 2009

DEDIKASI

**BUAT AYAHANDA DAN BONDA SERTA KELUAGA TERCINTA...
DIKAULAH YANG TERBAIK DALAM HIDUPKU...**

**UNTUK RAKAN-RAKAN SEPERJUANGAN SERTA PENSYARAH...
YANG TIDAK PUTUS-PUTUS MEMBERIKAN SOKONGAN...**

PENGHARGAAN

Assalamualaikum.....

Setinggi-tinggi kesyukuran dipanjatkan kehadiran Ilahi kerana dengan berkat limpah kurnia-Nya, Penulis diberikan kekuatan dan semangat untuk menyiapkan projek ini dalam tempoh masa yang telah ditetapkan.

Dengan penuh keikhlasan, Penulis ingin mengucapkan dan merakamkan jutaan terima kasih terutamanya kepada En. Zakaria bin Mohammad Nasir kerana dengan tunjuk ajar serta bimbingan beliau, laporan ini berjaya disiapkan dengan jayanya. Selain itu, hasil bimbingan beliau juga, pelbagai ilmu dan panduan berguna diperolehi yang boleh digunakan pada hari ini dan juga pada masa akan datang.

Disamping itu, tidak lupa juga kepada kedua ibu-bapa, En. Wan Yaacob b. Wan Mat Taba dan Pn. Tengku Juriah bt. Tengku Ahmad yang banyak memberikan semangat, dorongan dan bantuan dari pelbagai aspek untuk berjaya dalam hidup. Setinggi penghargaan juga ditujukan kepada juruteknik-juruteknik dari Fakulti Kejuruteraan Mekanikal yang memberikan kerjasama sepenuhnya dalam menjayakan projek ini terutamanya pada bahagian eksperimen. Tidak dilupakan kepada sahabat handai yang banyak memberikan informasi yang berguna dalam menjayakan projek ini. Sesungguhnya, segala bantuan secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek ini amatlah dihargai. Bantuan yang diterima daripada individu yang terlibat amat bermakna kerana tanpa individu ini, projek ini tidak akan berjaya sama sekali. Semoga

Allah S.W.T akan membalas semua jasa baik ini dengan balasan – balasan yang baik dan penuh kebahagiaan. Sekian, terima kasih....

ABSTRAK

Kajian ini mengisarkan tentang kesan penggunaan alat penjimat bahanapi pada prestasi enjin dimana ia adalah bagi memenuhi syarat pengijazahan Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Autimotif). Dalam projek ini, terdapat dua bahagian penting iaitu kajian ilmiah tentang konsep sistem enjin petrol dan diesel dimana ia berkaitan dengan prestasi enjin. Terdapat beberapa aspek yang perlu diketahui iaitu parameter-parameter enjin, sistem operasi enjin dan bagaimanakah cara bagi mendapatkan penjimatan bahanapi yang minima pada sesebuah kenderaan. Bagi mendapatkan keputusan ujian alat penjimat bahanapi, satu ujian dynamometer dijalankan dengan jayanya untuk melihat keberkesanan alat penjimat bahanapi. Ujian ini adalah bagi mendapatkan bacaan data dan graf dimana ianya akan membuktikan samada alat penjimat magnetik bahanapi ini dapat menjimatkan petrol / diesel ataupun tidak. Selain itu juga ujian ini dapat melihat keadaan dayakilas dan kuasa bagi kenderaan yang diuji iaitu Proton Satria 1.3 L. Ujian dijalankan dengan dua cara iaitu sebelum penggunaan alat penjimat bahanapi dan juga selepas penggunaan alat penjimat bahanapi.

KANDUNGAN

BAB PERKARA		MUKA
SURAT		
PENGESAHAN PENYELIA		
JUDUL		
PENGAKUAN		ii
DEDIKASI		iii
PENGHARGAAAN		iv
ABSTRAK		v
KANDUNGAN		vi
SENARAI RAJAH		vii
SENARAI JADUAL		viii
SENARAI SIMBOL/SINGKATAN/ISTILAH		ix
1	Pengenalan	
1.1	Latar Belakang Projek	1
1.2	Kepentingan Projek	2
1.2	Objektif	2
1.3	Skop Projek	2

2	KAJIAN ILMIAH	
2.0	Sejarah Penciptaan Kenderaan	4
2.1	Pengelasan Enjin	4
2.2	Konsep Enjin 4 Lejang	5
2.3	Nisbah Udara Bahanapi	6
	BAB PERKARA	MUKA
	SURAT	
2.4	Parameter-parameter Enjin	6
2.4.1	Daya Kilas (<i>Torque</i>)	7
2.4.2	Kuasa (<i>Power</i>)	8
2.5.1	Spesifik Penggunaan Bahanapi (<i>SFC</i>)	9
2.5	Jenis-jenis Alat Penjimat Bahanapi	11
2.6	Kemagnetan	13
2.6.1	Ciri-ciri Magnet	15
2.6.2	Prinsip Alat Magnet Penjimatan Bahanapi	16
2.6.3	Teori disebalik magnet penjimatan bahanapi	17
2.6.4	Operasi Magnet Penjimat Bahanapi.	18
3	METODOLOGI	
3.1	Pendahuluan	19
3.2	Objektif	19
3.3	Carta Alir PSM	20
3.4	Cara pemasangan alat magnetik penjimat bahanapi	21
3.5	Peralatan yang diperlukan	22
3.6	Penyediaan Kenderaan bagi Ujian Casis Dynamometer	24
3.6.1	Langkah-langkah Pemasangan Dyno pada Kereta	25
3.6.2	Kaedah pemasangan alat magnetik penjimat bahanapi	28
3.7	Ujian Asap Pembakaran Enjin	29
3.7.1	Langkah-Langkah Pemasangan Ujian Enjin	

	Dynamometer	30
4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pendahuluan	31
4.2	Keputusan data eksperimen.	32
BAB PERKARA		MUKA
SURAT		
4.2.1	Eksperimen 1 (Proton Satria 1.6L)	32
4.2.2	Eksperimen 2 (Proton Satria 1.6L)	33
4.2.3	Eksperimen 3 (Proton Satria 1.6L)	34
4.2.4	Data Purata Dengan Menggunakan Alat Magnet (Proton Satria 1.6L)	38
4.2.5	Eksperimen 1 (Proton Wira 1.5L)	40
4.2.6	Eksperimen 2 (Proton Wira 1.5L)	41
4.2.7	Data Purata Dengan Menggunakan Alat Magnet (Proton Wira 1.5L)	44
4.2.8	Eksperimen 1 (Proton Wira 1.5L)	46
4.2.9	Eksperimen 2 (Proton Wira 1.5L)	47
4.2.10	Eksperimen Asap Pembakran (Proton Wira 1.3L)	50
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Cadangan	55
	RUJUKAN	56
	LAMPIRAN A	

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

SENARAI RAJAH

BIL SURAT	TAJUK	MUKA
2.1	Daya kilas dan sudut aci engkol	7
2.2	Pengukuran daya kilas	8
2.3	Daya kilas dan kuasa lawan RPM	9
2.4	BSFC melawan RPM	11
2.5	Magnet Buatan	13
2.6	Elektromagnet	14
2.7	Bentuk-bentuk magnet	14
2.8	Pengaruh Kesan Magnet	16
2.9	Molekul-molekul bahanapi	17
3.1	Carta alir PSM	20
3.2 (a)	Cara-cara pemasangan Alat magnetik Penjimat Bahanapi	21
3.2 (b)	Cara-cara pemasangan Alat magnetik Penjimat Bahanapi	22

3.3	Chasis Dynamometer	22
3.4	Kipas Penyedut	22
3.5	Bongkah Penyendal	23
3.6	Kabel Pengikat	23
3.7	Kipas	23
3.8	Engsel	23
3.9	Kedudukan tayar kereta	25
3.10	Kedudukan badan kereta	25
3.11	Pemasangan kabel kulit pada Arm	26
3.4	Penyendal tayar	26
3.12	Ujian Dynomometer dijalankan	27
3.13	WinPEP 7 software	27
3.14(a)	Pemasangan alat magnetic	28
3.14(b)	Pemasangan alat magnetic	28
3.15	Enjin Petrol	29
3.16	Gas Analyzer, Stargas model 898-898 PLUS	30
4.1(a)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	35
4.1(b)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	36
4.1(c)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	37
4.2	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	39
4.3(a)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	42
4.3(b)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	43
4.4	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	45
4.5(a)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	48
4.5(b)	Daya Kilas dan Kuasa melawan Halaju Pusingan Enjin	49
4.6	CO (%) melawan Halaju Pusingan Enjin	51
4.7	CO ₂ (%) melawan Halaju Pusingan Enjin	52
4.8	HC (ppm) melawan Halaju Pusingan Enjin	52
4.9	Daya O ₂ (%) melawan Halaju Pusingan Enjin	53

SENARAI JADUAL

BIL SURAT	TAJUK	MUKA
3.1	Spesifikasi Enjin	29
4.1	Perbezaan sebelum dan selepas penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi	32
4.2	Perbezaan sebelum dan selepas penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi	33
4.3	Perbezaan sebelum dan selepas penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi	34
4.4	Data Purata ketiga-tiga Eksperimen	38
4.5	Perbezaan sebelum dan selepas penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi	40
4.6	Perbezaan sebelum dan selepas penggunaan alat	

	magnetik penjimat bahanapi	41
4.7	Purata Bagi Kedua-dua Eksperimen	44
4.8	Perbezaan nilai daya kilas dan kuasa (Alat magnetik dipasangkan sebelum dan selepas pam bahanapi)	46
4.9	Perbezaan nilai daya kilas dan kuasa (Alat magnetik dipasangkan sebelum dan selepas pam bahanapi)	47
4.8	Kandungan Asap pembakaran sebelum penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi	50
4.9	Kandungan Asap pembakaran selepas penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi	50

SENARAI SIMBOL

AMPB	=	Alat Magnetik Penjimat Minyak
<i>bsfc</i>	=	<i>brake specific fuel consumption</i>
<i>sfc</i>	=	<i>specific fuel consumption</i>
<i>isfc</i>	=	<i>Indicated specific fuel consumption</i>
BDC	=	<i>Bottom Dead Center</i>
TDC	=	<i>Top Dead Center</i>
T	=	Daya Kilas (Nm)
P	=	Kuasa (HP)
F	=	Daya (N)
W	=	Kerja (kw)
RPM	=	pusingan enjin per minit
η_v	=	Kecekapan Isipadu (volumetrik Efficiency)
AFR	=	Nisbah Udara Bahan Api (Air Fuel Ratio)

m_a	=	Kadar alir jisim udara $\left(\frac{kg}{s}\right)$
m_f	=	Kadar alir jisim bahan api $\left(\frac{kg}{s}\right)$
N	=	Kelajuan enjin (Pusingan sesaat)
Pe	=	Kuasa Enjin (kW)
Ne	=	Halaju enjin (rpm)
Te	=	Daya kilas enjin (Nm)
bemp	=	brake mean effective pressure (Pa)
Ve	=	Kapasiti enjin (m ³)

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A	-	Carta Gantt PSM 1
LAMPIRAN B	-	Graf Dayakilas dan kuasa melawan kelajuan enjin
LAMPIRAN C	-	Graf Nisbah Udara dan Bahanapi
LAMPIRAN D	-	Jenis-jenis Alat Penjimat Bahanapi

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Alat magnetik penjimat bahanapi (AMPB) dihasilkan sebagai salah satu kaedah bagi menampung dan mengurangkan bebanan orang ramai yang menghadapi krisis kenaikan harga minyak yang tinggi dipasaran global. Implikasi dari kenaikan tersebut menyebabkan harga barangan juga naik dengan mendadak. Oleh yang demikian, alat magnetik penjimat bahanapi dijadikan salah satu cara alternatif bagi mengurangkan penggunaan minyak dalam industri automotif.

Projek ini dijalankan bertujuan mengkaji dengan lebih mendalam tentang penggunaan alat magnetik penjimat bahanapi yang digunakan pada sesebuah kenderaan. Alat ini juga boleh digunakan pada mesin-mesin yang menggunakan bahanapi sebagai sumber kuasa. Satu ujian dynamometer perlu dijalankan bagi melihat keadaan sebenar fungsi alat magnetik penjimat bahanapi tersebut. Terdapat 3 kriteria yang dinyatakan iaitu dapat mempertingkatkan daya kilas dan kuasa enjin, dapat menjimatkan penggunaan bahanapi serta mengurangkan pencemaran asap. Dua kaedah ujian dyno dijalankan iaitu ujian enjin dynamometer dan ujian casis dynamometer. Dengan melihat pada bacaan kuasa (*power*), daya kilas (*torque*) dan nisbah udara-bahanapi (*air fuel ratio*) dapatlah menjawab persoalan, adakah alat magnetik ini dapat menepati segala kriteria-kriteria yang diharapkan.

1.2 Kepentingan Projek

Pada ketika ini, pembangunan industri automobile dilihat semakin berkembang. Pelbagai model kenderaan dikeluarkan oleh syarikat-syarikat terbesar dengan menaikkan taraf kualiti dan keselamatan kenderaan. Namun demikian kebanyakan kenderaan masih menggunakan bahanapi petrol dan diesel sebagai sumber tenaga bagi menggerakkan kenderaan. Penggunaan bahanapi petrol dan diesel ini, menyebabkan pencemaran yang berlaku semakin membimbangkan akibat dari pengeluaran asap ekzos. Oleh yang demikian pelbagai alternatif dilakukan oleh bagi mengurangkan pencemaran ini. Antara alternatifnya adalah dengan penggunaan alat magnetik dimana ianya membantu proses pembakaran enjin kenderaan. Dengan menggunakan alatan ini, gas yang tercemar akibat pembakaran dapat dikurangkan. Seterusnya ia juga dapat meningkatkan daya kilas dan kuasa kenderaan.

1.3 Objektif

- i. Mengkaji kesan alat magnetik penjimat bahanapi pada kenderaan.
- ii. Memastikan kriteria yang dinyatakan pada alat tersebut benar atau tidak. (peningkatan kuasa dan dayakilas serta pengurangan pencemaran asap)

1.4 Skop Projek

- i. Menentukan dan membandingkan situasi prestasi enjin tanpa menggunakan alat magnetik penjimat bahanapi dengan penggunaannya pada kenderaan.
- ii. Mengenalpasti ujian-ujian yang perlu dilakukan bagi mencapai objektif yang dinyatakan

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Sejarah Penciptaan Kenderaan

Semasa pertengahan kurun ke 19, sistem enjin pembakaran dalam telah diciptakan dan di uji. Enjin pertama diciptakan oleh J.J.E.Lenoir (1822-1900) pada tahun 1860. Pada dekad seterusnya, pelbagai enjin di bina bagi meningkatkan kuasa enjin dan kecekapan mekanikal. Kitaran enjin yang digunakan pada waktu itu adalah kitaran Otto-Langen dimana kecekapan enjin telah bertambah 11% dari tahun permulaan enjin dicipta. Pada tahun 1880s, enjin pembakaran dalam telah diperkenalkan ke dalam perindustrian automotif dimana ia menggunakan sistem enjin kitaran 4 lejang. Pada tahun tersebut juga, enjin kitaran 2 lejang telah direka dan dipraktikan pada industri automobil.

2.2 Pengelasan Enjin

Enjin boleh dikategorikan dalam pelbagai kelas iaitu jenis penggunaan bahanapi, kaedah operasi, sistem penyejukan, jenis kitaran lejang pembakaran, kedudukan injap serta bilangan silinder enjin. Kaedah kelas enjin yang biasa digunakan ialah jenis penggunaan bahanapi dimana ia menggunakan bahanapi petrol dan diesel. Bagi enjin

petrol ia menggunakan kaedah penyalaan percikan api palam pencucuh untuk pembakaran. Palam pencucuh akan menerima aliran voltan yang tinggi sehingga 25,000 voltan dimana akan menghasilkan percikan bunga api untuk membakar campuran bahanapi dan udara yang masuk ke dalam kebuk pembakaran. Bagi enjin diesel pula, ia menggunakan kaedah penyalaan mampatan dimana campuran bahanapi dan udara terbakar disebabkan oleh tekanan dan suhu yang tinggi di dalam kebuk pembakaran. Kebiasaan enjin menggunakan 2 kitaran iaitu kitaran 4 lejang dan 2 lejang. Bagi kitaran enjin 4 lejang, ia menghasilkan dua pusingan aci engkol yang bergerak dari BDC ke TDC untuk melengkapkan satu proses pembakaran. Enjin 2 lejang pula memerlukan satu pusingan pergerakan aci engkol bagi melengkapkan proses pembakaran.

2.3 Konsep Enjin 4 Lejang

Enjin ini berkonsepkan kitaran Otto atau 'Otto Cycle' yang mempunyai 4 lejang iaitu lejang masukan, lejang mampatan, lejang kuasa dan lejang ekzos. Bagi melengkapkan 4 lejang tersebut, ia memerlukan 2 pusingan aci engkol. Setiap pusingan aci engkol menghasilkan 2 lejang dimana pergerakan omboh dari titik mati atas sekali (TDC) ke titik mati bawah sekali (BDC).

- i. Lejang masukan : Udara dan bahanapi yang terwap dibawa masuk oleh vakum yg berlaku akibat pergerakan piston ke bawah.
- ii. Lejang mampatan : Wap bahanapi dan udara dimampatkan oleh pergerakan omboh dari titik mati bawah sekali (TDC) ke titik mati atas sekali (BDC). Seterusnya pembakaran akan berlaku akibat dari percikan bunga api palam pencucuh.
- iii. Lejang kuasa : Bahanapi yang terbakar tersebut akan menghasilkan letupan dan tekanan akan menolak piston ke bawah.

- iv. Lejang ekzos : Bahanapi yang terbakar akan ditolak keluar melalui injap ekzos yang terbuka akibat pergerakan ombok dari titik bawah sekali ke titik atas sekali.

2.4 Nisbah Udara Bahanapi

Nisbah udara bahanapi ialah istilah rujukan yang sentiasa digunakan untuk campuran dalam enjin pembakaran dalam. Ia adalah nisbah diantara jisim udara dan jisim bahanapi untuk campuran udara-bahanapi pada masa-masa yang tertentu. Nisbah ini penting untuk mendapatkan prestasi persembahan enjin yang terbaik. Campuran yang bercampur secara kimia dan seimbang ini dipanggil stoikiometrik. Stokoimetrik ialah titik dimana secara kimianya jumlah atom gas oksigen adalah mencukupi untuk membakar 100% bahanapi tersebut. Titik ini ialah pada nisbah udara-bahanapi 14:7:1. Dengan nilai jisim bahanapi yang sama, campuran akan menjadi kurang tepu jika lebih banyak udara dicampur. Sebaliknya jika bahanapi lebih dari udara ia akan menjadi lebih tepu.

2.5 Parameter Enjin

Di dalam melakukan ujikaji ini, parameter enjin seperti daya kilas, kuasa, penggunaan bahan api spesifik (sfc), nisbah udara bahanapi (afr), diambilkira bagi memastikan ujikaji dijalankan berjaya.

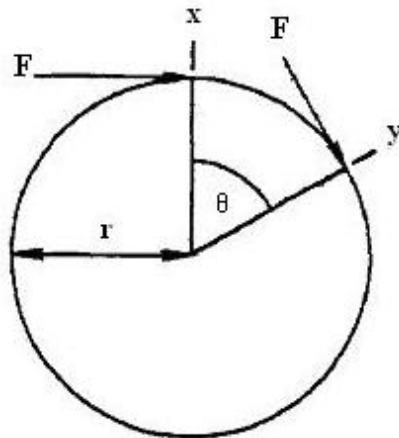
2.5.1 Daya Kilas (*Torque*)

Daya kilas adalah daya yang memusing atau memusingkan sesuatu. SI (metrik) unit bagi daya kilas adalah Newton-meter. Huraian bagi daya kilas adalah $\mathbf{T} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{r}$ (daya didarab dengan jarak titik tengah bulatan pusingan dengan titik daya yang berlaku). Daya kilas enjin kebiasaannya diukur dengan menggunakan ujian dynamometer.

Daya kilas dan sudut aci engkol:

- jarak $xy = r\theta$
- $W = F \cdot xy = F r \theta = T \theta$
- W per satu pusingan = $T (2\pi)$
- $P = W/t = T (2\pi)/t = T\omega/1000$

Dimana: $\omega = 2\pi \text{ Ne}/60$



Rajah 2.1: Daya kilas dan sudut aci engkol

$$P_b = T \omega = T_e (2\pi \text{ Ne}/60) = T_e \text{ Ne} / 9550 \text{ (kW)}$$

$$b_{mep} \cdot V_e \cdot \text{Ne} / k 60 = T_e (2\pi \text{ Ne}/60)$$

$$T_e = b_{mep} \cdot V_e / 2\pi \cdot K$$

Dimana :

P_e = Kuasa Enjin (kW)

N_e = Halaju enjin (rpm)

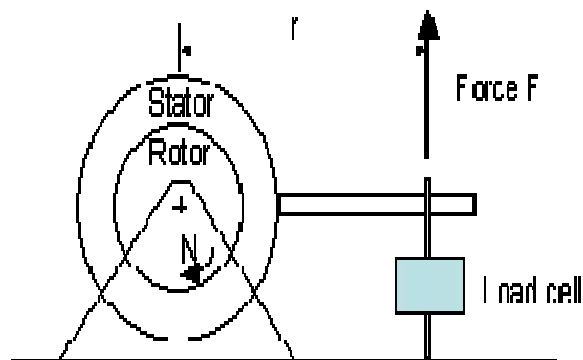
T_e = Daya kilas enjin (Nm)

p_{bemp} = brake mean effective pressure (Pa)

V_e = Kapasiti enjin (m³)

$k = 2$, untuk 4-lejang enjin

1, untuk 2-lejang enjin



Rajah 2.2 : Pengukuran daya kilas

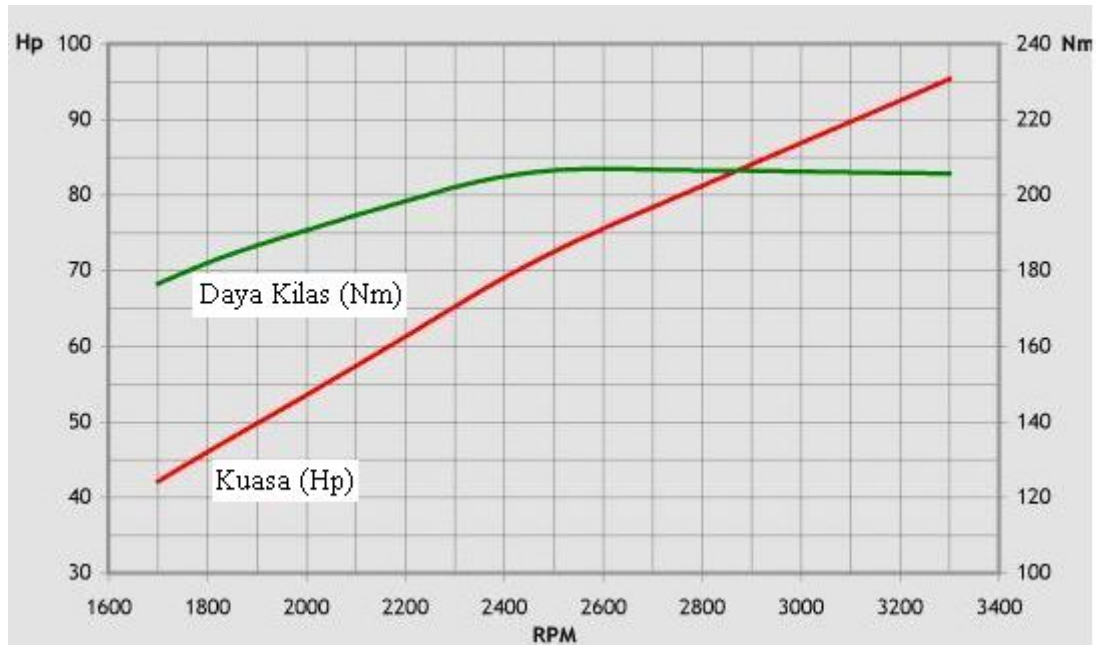
2.5.2 Kuasa (*Power*)

Kuasa (power) boleh dihuraikan kepada

$$\text{Power (P)} = 2\pi NT$$

N = pusingan enjin per minit

T = dayakilas.



Rajah 2.3 : Daya kilas dan kuasa lawan RPM

2.5.3 Penggunaan bahanapi spesifik

Penggunaan bahanapi spesifik (SFC) boleh dihuraikan dalam bentuk formula iaitu;

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}}$$

Dimana:

\dot{m}_f = kadar kemasukan minyak ke dalam enjin

\dot{W} = kuasa enjin

Kuasa brek adalah “*brake specific fuel consumption*”

$$bsfc = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}_b}$$

Indicated power adalah “indicated specific fuel consumption”

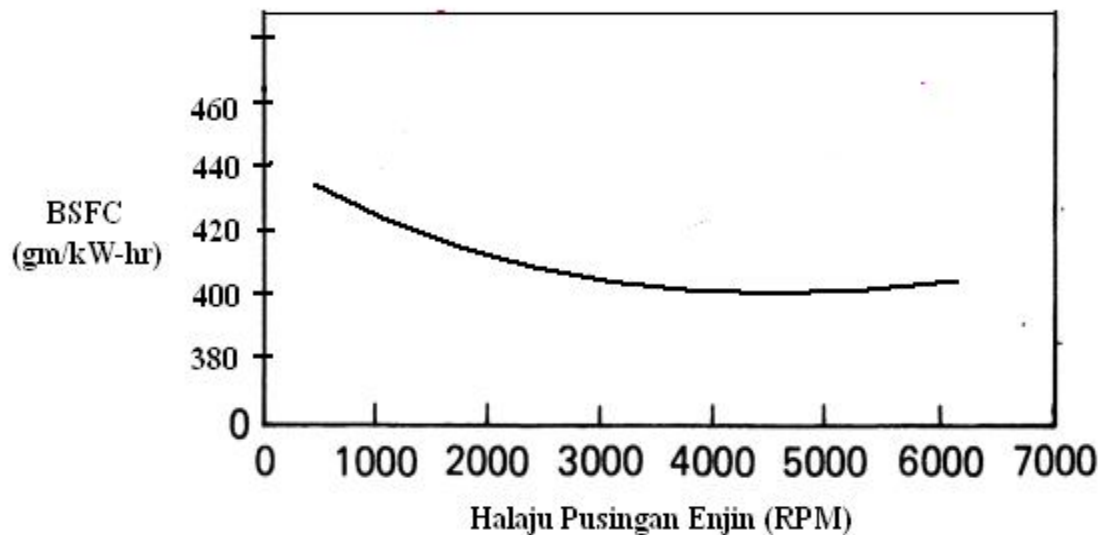
$$isfc = \frac{\dot{m}_f}{W_i}$$

Ia juga boleh dihuraikan kepada;

$$\eta_m = \frac{W_b}{W_i} = \frac{\left(\frac{\dot{m}_f}{W_i}\right)}{\left(\frac{\dot{m}_f}{W_b}\right)} = \frac{isfc}{bsfc}$$

η_m = kecekapan mekanikal enjin

Nilai “*brake specific fuel consumption*” menurun kerana disebabkan kelajuan enjin meningkat (lihat gambarajah 2.1 berikut). Pada kelajuan yang rendah, sedikit masa yang diperlukan untuk melengkapkan satu kitaran menyebabkan kehilangan haba dan seterusnya meningkatkan penggunaan bahan api.



Rajah 2.4 : BSFC melawan RPM
(sumber : Internal Combustion Engine)