

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:

Tarikh:

**MODEL MATEMATIK “HIBRID-MEKANIKAL BERASASKAN RIM”
MENGUNAKAN RODA TENAGA DWI-JISIM UNTUK
MENGOPTIMUMKAN PENGGUNAAN TENAGA DALAM MOTOSIKAL
HIBRID-MEKANIKAL**

WAN NORAZRINI BINTI IDRIS

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

PENGAKUAN

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

Tandatangan:

Penulis:

Tarikh:

Khas buat ibu dan bapa saya, abang, kakak dan juga adik-adik saya, rakan-rakan, dan penyelia projek saya, En Muhammad Zaidan bin Abdul Manaf kerana memberi sokongan dan tunjuk ajar sepanjang menjalani projek ini.

PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini dengan mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam menjayakan projek tahun akhir saya ini.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia projek saya, En Muhammad Zaidan Bin Abdul Manaf atas bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang menyiapkan projek ini. Segala tunjuk ajar dan pengetahuan yang diberi tidak ternilai .

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya yang sentiasa memberikan sokongan moral yang tidak putus-putus sepanjang menjayakan projek ini.

Tidak lupa juga kepada semua rakan yang telah membantu saya menyiapkan projek tahun akhir saya dan juga kepada beberapa tenaga pengajar yang telah banyak membantu menjayakan projek saya ini.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah menyiarkan hasil kertas kerja mereka secara online. Kertas kerja tersebut sangat berguna pada saya untuk dijakdikan sumber rujukan untuk projek ini.

ABSTRAK

Enjin berkapasiti kecil seperti enjin motosikal mempunyai kecekapan penghantaran kuasa ke roda antara 25 – 30%. Kuasa kecekapan bagi penggunaan roda tenaga berjisim tunggal sebagai sumber alternatif boleh mencapai sehingga 50% berbanding enjin pembakaran dalaman iaitu pada 30% kecekapan. Maka, objektif kajian ini ialah bertujuan untuk membangunkan model matematik “Sistem Hibrid-Mekanikal Berasaskan Rim” menggunakan roda tenaga ber-dwi jisim dengan kaedah simulasi jejak belakang. Kajian dilakukan dengan mengira nilai kecekapan penghantaran kuasa dorongan ke roda di antara motosikal konvensional dan motosikal hibrid roda tenaga menggunakan kaedah simulasi jejak belakang di mana nilai halaju kenderaan dijadikan sebagai simulasi input. Secara ringkasnya, kaedah ini memberikan hubungan langsung antara halaju kenderaan dan prestasi enjin. Keputusan yang dicapai menepati sasaran di mana nilai kecekapan penghantaran kuasa dorongan bagi motosikal hibrid roda tenaga berasaskan rim ini dapat mengatasi nilai kecekapan penghantaran kuasa dorongan bagi motosikal konvensional. Kuasa kecekapan bagi penggunaan roda tenaga ber-dwi jisim boleh mencapai kecekapan sehingga 80% kecekapan berbanding enjin pembakaran dalaman iaitu sebanyak 12% kecekapan. Ini bermakna, enjin pada motosikal hibrid roda tenaga ini hanya perlu menghasilkan kuasa dorongan yang sedikit untuk dihantar ke roda berbanding dengan enjin pada motosikal konvensional yang perlu menghasilkan kuasa dorongan yang lebih banyak untuk dihantar ke roda. Dengan itu, roda tenaga dwi-jisim sebagai sumber kuasa kedua dapat mengoptimumkan penggunaan tenaga terutamanya semasa pemanduan di bandar.

ABSTRACT

Small capacity engine like a motorcycle engine has an efficiency of power delivery to the wheels between 25-30%. Power efficiency for the use of single mass flywheel as alternative source can be up to 50% compared to the internal combustion engine which at 30% efficiency. Thus, the objective of this study is to develop a mathematical model “Hybrid-Mechanical Systems Based Rim” uses of dual mass with back trace simulation method. The study was conducted by calculating the efficiency of the propulsion power transmission to the wheels between conventional motorcycles and hybrid flywheel motorcycle by using back trace simulation method where the velocity of the vehicle used as simulation input. To be exact, this method provides a direct relationship between vehicle speed and engine performance. The results achieved target where the efficiency of power transmission for flywheel hybrid motorcycle can overcome the urge of the efficiency of power transmission for conventional motorcycle. Power efficiency for dual mass flywheel system can reach up to 80% efficiency compared to an internal combustion engine at 12% efficiency. This means, the engine on the flywheel hybrid motorcycles needs only a little encouragement to produce power to be transmitted to the wheels compared to conventional motorcycle engine which need produce more power impetus for transmission to the wheels. By using the dual-mass flywheel as the second power source, it can optimize energy consumption, especially during city driving.

KANDUNGAN

BAB	TAJUK	HALAMAN
	PENGAKUAN PENYELIA	
	PENGAKUAN PELAJAR	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI GRAF	xiii
	SENARAI SIMBOL	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB 1	Pengenalan	
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Permasalahan Kajian	2
	1.3 Objektif kajian	2
	1.4 Skop Kajian	2

BAB	TAJUK	HALAMAN
BAB 2	KAJIAN KEPUSTAKAAN	
	2.1 sistem penghantaran kuasa	4
	2.2 konsep asas hibrid	5
	2.3 hibrid elektrik	5
	2.4 hibrid mekanikal	6
	2.5 hibrid mekanikal roda tenaga	6
	2.6 kelebihan menggunakan roda tenaga	9
	2.7 sistem pemulihan tenaga kinetik	11
	2.8 aplikasi roda tenaga pada motosikal dua roda	12
	2.9 sistem roda tenaga berasaskan rim	13
BAB 3	KAEDAH KAJIAN	
	3.1 kaedah simulasi jejak belakang	16
	3.2 pemodelan komponen motosikal	16
	3.3 nilai kuasa teori	17
	3.4 nilai simulasi kuasa sebenar	19
	3.5 perbandingan model matematik kecekapan antara motosikal hibrid roda tenaga dengan motosikal konvensional	26
BAB 4	SIMULASI DAN PERBINCANGAN	
	4.1 halaju motosikal sebagai input	29
	4.2 kecekapan penghantaran kuasa	31

BAB	TAJUK	HALAMAN
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
	5.1 kesimpulan	35
	5.2 cadangan	36
	RUJUKAN	37
	LAMPIRAN	39

SENARAI JADUAL

NO	JADUAL	HALAMAN
2.1	Perbandingan di antara hibrid mekanikal roda tenaga dan hibrid motor elektrik	9
2.2	Perbandingan di antara bateri kimia, kapasitor ultra, dan sistem roda tenaga	10

SENARAI RAJAH

NO.	RAJAH	HALAMAN
2.1	Sistem pacuan hybrid dan arus isyarat termasuk hybrid modul, klac, dan penghantaran berubah-ubah berterusan (CVT)	7
2.2	Sistem hybrid mekanikal roda tenaga	8
2.3	Teknologi KERS “Kinetic Energy Recovery System” yang Dibangunkan oleh Volvo	11
2.4	Lokasi pemasangan system hybrid roda tenaga	14
2.5	Roda tenaga pada basikal KERS	15
3.1	Gambarajah bebas sebuah motosikal	18
3.2	Sistem penghantaran kuasa bagi enjin pembakaran dalaman	20
3.3	Sistem penghantaran kuasa bagi enjin hibrid roda tenaga	22
3.4	Lukisan pecahan system set gear berplanet	23
3.5	Komponen-komponen penting pada system set gear berplanet	23

SENARAI GRAF

NO	GRAF	HALAMAN
3.1	Graf halaju, v melawan masa, t pada fasa pecutan, fasa halaju malar, dan fasa brek janaan semula	17
4.1	Graf halaju motosikal (km/j) melawan masa (s)	30
4.2	Graf halaju motosikal (km/j) melawan masa (s)	30
4.3	Graf kecekapan penghantaran kuasa (%) pada fasa pecutan melawan halaju motosikal (km/j)	31
4.4	Graf kecekapan penghantaran kuasa (%) pada fasa halaju malar melawan masa (s)	33

SENARAI SIMBOL

V_x	Halaju motosikal (km/h)
ω_r	Halaju putaran roda (rad/s)
ω_e	Halaju putaran enjin (rad/s)
ω_{rt}	Halaju putaran roda tenaga (rad/s)
ω_M	Putaran enjin maksimum pada kuasa enjin maksimum (rad/s)
$\omega_{maks-rt}$	Halaju putaran roda tenaga maksimum (rad/s)
P_e	Kuasa enjin (W)
P_M	Kuasa maksimum enjin (W)
P_1	Fungsi prestasi kuasa satu
P_2	Fungsi prestasi kuasa dua
P_3	Fungsi prestasi kuasa tiga
P_{rt}	Kuasa roda tenaga (W)
n_i	Nisbah transmisi pada gear ke-i
n_d	Nisbah aci memacu akhir
n_{rt}	Nisbah transmisi roda tenaga

η_t	Kecekapan transmisi (%)
R_{rt}	Jejari luar roda tenaga (m)
trt	Ketebalan roda tenaga (m)
I_{rt}	Momen inersia roda tenaga ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)
ρ_{bhn}	Ketumpatan bahan (kg/m^3)
U_{rt}	Tenaga kinetik roda tenaga (J)
m_i	Jisim motosikal dan penunggang (kg)
R	Nisbah roda
t	Masa simulasi (s)
F_{aero}	Daya seretan aerodinamik (N)
F_{rr}	Daya seretan guling motosikal (N)
F_i	Daya inersia motosikal (N)
$F_{tarik-r}$	Daya tarikan pada roda (N)
ρ_{udara}	Ketumpatan udara (kg/m^3)
C_d	Pekali geseran aerodinamik
A_{depan}	Luas kawasan hadapan motosikal (m^2)
C_{rr}	Pekali geseran guling
θ	Sudut dakian jalan (darjah)
g	Pecutan graviti (m/s^2)

<i>Ptarik-r-teori</i>	Kuasa tarikan teori pada roda (W)
<i>Ptarik-r-e</i>	Kuasa tarikan enjin pada roda (W)
<i>Ptarik-r-rt</i>	Kuasa tarikan roda tenaga pada roda (W)

SENARAI LAMPIRAN

NO.	LAMPIRAN	HALAMAN
A	Luas Hadapan Motosikal Ex5 Dream	39
B	Carta Alir	41

BAB 1

PENGENALAN

1.1 LATAR BELAKANG

Hibrid adalah didorong oleh dua sumber kuasa di mana kuasa tersebut adalah sama ada dari bateri dan juga enjin atau dari sumber kuasa nuklear dan elektrik. Sebagai contoh, terdapat beberapa lokomotif mempunyai kedua-dua diesel dan motor elektrik, manakala sesetengah kapal selam mempunyai sumber kuasa nuklear dan elektrik.

Sebuah kereta hibrid tipikal dikuasakan oleh kedua-dua enjin berkuasa petrol bersama sekurang-kurangnya satu motor elektrik. Kedua-dua sumber kuasa bergilir-gilir atau bekerja bersama-sama untuk menggerakkan kenderaan. Dengan mengambil contoh ketika enjin pembakaran dalaman berjalan, ia akan mengecaskan bateri pada motor elektrik.

Bateri tersebut kemudiannya membantu dalam menambah kuasa untuk suatu kenderaan itu dengan mengambil beberapa keperluan tenaga enjin. Gabungan ini membolehkan enjin pembakaran dalaman dapat berjalan dengan lebih cekap, kurang menggunakan bahan api, dan mengurangkan pelepasan gas-gas yang berbahaya.

Apa yang membezakan kenderaan hibrid jika dibandingkan dengan kereta yang lain di jalan raya adalah bagaimana dan berapa kerap enjin itu boleh memberi kuasa kepada sesuatu kenderaan itu. Dalam aspek dimana ingin meningkatkan kecekapan

bahan api, motor elektrik dalam kenderaan hibrid walau bagaimanapun mempunyai kelajuan kenderaan yang lebih rendah berbanding dengan kenderaan menggunakan enjin pembakaran dalaman. Ini adalah salah satu sebab mengapa penggemar kenderaan hibrid merasakan kenderaan hibrid adalah ideal untuk dipandu di dalam kawasan bandar di mana pemandu tidak perlu memandu jauh dan had laju yang biasanya rendah. Motor elektrik juga boleh memberikan kuasa tambahan semasa pecutan.

1.2 PERMASALAHAN KAJIAN

Pengiraan kecekapan terbahagi kepada 2 segi iaitu dari segi terma dan juga dari segi mekanikal. Enjin berkapasiti kecil seperti enjin motosikal mempunyai kecekapan penghantaran kuasa ke roda antara 25 – 30%. Pada masa kini, kecekapan terma telah mencapai had tepu. Oleh itu, pemerhatian digantikan dengan melihat kecekapan mekanikal dengan cara menggabungkan sumber kuasa alternatif ke dalam sistem penghantaran kuasa.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Untuk membangunkan model matematik “Sistem Hibrid-Mekanikal Berasaskan Rim” menggunakan roda tenaga ber-dwi jisim dengan kaedah simulasi jejak belakang.

1.4 SKOP KAJIAN

Skop kajian ini adalah dengan menggunakan pengaturcaraan komputer untuk membangunkan model matematik. Ia adalah bagi mengkaji kecekapan “Sistem Hibrid-Mekanikal Berasaskan Rim” menggunakan roda tenaga ber-dwi jisim. Sistem ini bertujuan untuk mengoptimumkan penggunaan tenaga bagi motosikal hibrid mekanikal dengan membandingkan model matematik kecekapan penghantaran kuasa antara motosikal konvensional dengan motosikal hibrid roda tenaga berasaskan rim.

Perbandingan ini perlu dibuat untuk membuktikan proses hibridisasi dapat meningkatkan kecekapan penghantaran kuasa sistem ke roda.

BAB 2

KAJIAN KEPUSTAKAAN

2.1 SISTEM PENGHANTARAN KUASA

Sistem penghantaran kuasa memainkan peranan yang sangat penting bagi memindahkan kuasa sama ada daripada enjin kepada roda atau motor elektrik ke roda. Sistem penghantaran kuasa merupakan satu mekanisma yang menghantarkan kuasa dari enjin ke roda pemacu sama ada pacuan hadapan, pacuan belakang atau pacuan semua roda. Sistem ini menjadi satu nadi kepada sebuah kenderaan.

Bagi kajian ini, sistem penghantaran kuasa yang di gunakan ialah pada motosikal 4 lejang beroda dua. Motosikal menggunakan sistem transmisi manual berjujukan yang hanya membenarkan pemandu menukar gear mengikut urutan dari pada gear yang rendah kepada gear yang tinggi ataupun sebaliknya. Walaupun transmisi manual berjujukan mampu mempercepat kelajuan, namun ramai peminat kereta jalanan lebih menggemari transmisi manual biasa (dengan pedal klac dan kebolehan melangkau gear) demi pengalaman pemanduan yang lebih kebiasaan (Frank Marcus, 2011).

Kebanyakan motosikal moden menggunakan transmisi manual sekitar 4 hingga 6 kelajuan hadapan. Ia terdiri daripada enjin, rangkaian pemacu iaitu klac, kotak gear, aci pendorong, dan klac penggelunsur untuk menggerakkan roda (Wikipedia). Fungsi utama penghantaran ialah untuk menukarkan kelajuan kenderaan dari daya kilas enjin dan aci putar kepada daya kilas gear dan di hantar

melalui aci pendorong kepada klac penggelucur untuk membolehkan roda pemacu berpusing pada laju yang berbeza untuk pergerakan (fauzi, 2012).

2.2 KONSEP ASAS HIBRID

Kenderaan hibrid merupakan kenderaan yang mempunyai dua atau lebih sumber kuasa yang akan digunakan untuk menggerakkan sesebuah kenderaan. Terdapat pelbagai jenis kenderaan untuk hibrid, namun hanya petrol-elektrik hibrid yang boleh didapati secara komersial. Hibrid boleh diklasifikasikan sebagai penggunaan dua sumber di mana kedua-duanya boleh beroperasi dalam keadaan selari serentak dalam memberikan pecutan, atau beroperasi dalam keadaan sesiri dengan hanya satu sumber semata-mata dalam memberikan pecutan.

Sistem hibrid terdiri daripada dua jenis iaitu sistem elektrik hibrid dan sistem mekanikal hibrid. Sistem elektrik hibrid digunakan didalam kenderaan elektrik hibrid dimana kenderaan elektrik hibrid memenuhi syarat sebagai kenderaan yang melepaskan kadar pelepasan sebanyak 2% (M. Ehsani, 1997).

2.3 HIBRID ELEKTRIKAL

Sebuah kenderaan hibrid elektrik atau HEV adalah sebuah kenderaan yang merupakan gabungan sistem penyimpanan tenaga boleh dicas semula. Ia menjimatkan bahan api yang lebih dan juga meliputi jarak yang lebih berbanding dengan bateri kenderaan elektrik sejak pengecasan dilakukan melalui pelbagai kaedah bukannya sumber luaran yang tunggal. Sistem kuasa pendorongan pelbagai enjin hibrid elektrik boleh terdiri daripada subsistem atau bahagian-bahagian yang sama.

2.4 HIBRID MEKANIKAL

Satu sistem hibrid mekanikal roda tenaga mempunyai beberapa komponen sistem, kos sistem yang rendah, berat komponen sistem yang rendah, dan juga mengalami perubahan tenaga di dalam sistem elektrik di mana ia menghasilkan satu sistem yang sangat cekap dan menyumbang kepada kuasa hibrid yang padat. Sistem hibrid mekanikal kini sedang dibangunkan untuk pelbagai aplikasi (Brockbank, 2010).

Untuk sistem hibrid mekanikal, ia terdiri daripada enjin pembakaran dalaman dan roda tenaga di mana roda tenaga berfungsi sebagai peranti penyimpanan tenaga. Tujuan untuk mengkaji kecekapan bagi roda tenaga bagi sistem hibrid mekanikal ini adalah untuk menentukan sama ada kenderaan yang dicadangkan dapat menghasilkan kuasa yang cekap dan kurang pencemaran daripada kenderaan konvensional yang hanya berasaskan enjin pembakaran dalaman.

2.5 HIBRID MEKANIKAL RODA TENAGA

2.5.1 Konsep Asas Roda tenaga

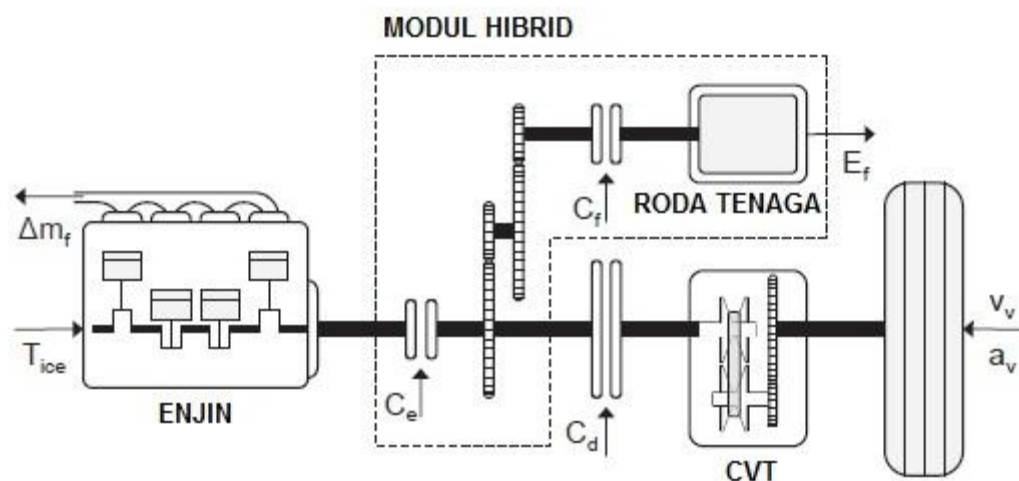
Roda tenaga ditakrifkan sebagai roda tenaga berbentuk cakera yang berputar bagi menyimpan tenaga di dalam bentuk tenaga kinetik. Lebih laju roda tenaga berputar lebih banyak tenaga kinetik yang dapat disimpan. Roda tenaga berputar dengan rod penghubung yang di kenali sebagai aci. Aci tersebut akan memindahkan tenaga sama ada masuk ke dalam roda tenaga ataupun keluar dari roda tenaga. Penggunaan roda tenaga sebagai sumber kuasa kedua mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan penggunaan motor elektrik yang menggunakan bateri untuk menggerakkan motor elektrik. Salah satu daripada kelebihan roda tenaga ialah untuk mengatasi isu ruang dalam hibrid elektrik. Idea untuk menggunakan sumber kuasa alternatif yang menggunakan kurang komponen seperti roda tenaga diperlukan (Lagunoff, 2008).

Dalam kes hibrid roda tenaga, hanya satu komponen penting yang terlibat iaitu roda tenaga yang akan bertindak sebagai motor, generator dan bateri. Dalam kes ini, tenaga yang disimpan ialah tenaga mekanikal dalam bentuk putaran roda tenaga itu

sendiri (Mehmet, 2008). Semasa situasi nyahpecutan (brek janaan semula), roda tenaga akan berfungsi sebagai generator yang menyimpan tenaga kinetik dalam bentuk putaran roda tenaga. Semasa situasi pecutan, roda tenaga akan berfungsi sebagai motor yang menggunakan tenaga simpanan dalamannya. Dengan menggunakan komponen tunggal berbanding dua komponen (dalam hibrid elektrik), isu ruang dan jisim dapat diatasi.

2.5.2 Pengurusan Tenaga yang Optimum untuk Sistem Kenderaan Hibrid Berasaskan Roda Tenaga

Satu kajian telah dijalankan oleh Berkel pada tahun 2011 menyatakan hasil daripada simulasi pada sistem kenderaan hibrid berasaskan roda tenaga terbukti pencapaian kecekapan dari segi penjimatan minyak dari 20% sehingga 39%. Secara ringkasnya, dari segi penjimatan minyak boleh di hubung kaitkan dengan jumlah kuasa dorongan enjin ke roda yang sedikit di mana enjin hanya memerlukan kuasa yang sedikit untuk dihantar ke roda dan seterusnya penggunaan minyak boleh dikurangkan.



Rajah 2.1 Sistem pacuan hibrid dan arus isyarat termasuk hibrid modul, klac, dan penghantaran berubah-ubah secara berterusan (CVT)

SUMBER: Berkel, 2011

Merujuk pada rajah 2.1 diatas, ia menunjukkan arus isyarat dan sistem pacuan hibrid di mana ia tidak menggunakan mana-mana sumber elektrik sama ada dari