

**REKABENTUK DAN FABRIKASI SISTEM STERING DAN BREK  
KNDERAAAN DUA ALAM UTEM**

**MUHAMMAD FAHMI BIN MD ISA**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

### **PENGESAHAN PENYELIA**

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini memenuhi kesemua skop dan objektif penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif).”

Tandatangan : .....

Penyelia : .....

Tarikh : .....

**REKABENTUK DAN FABRIKASI SISTEM STERING DAN BREK  
KENDERAAN DUA ALAM UTEM**

**MUHAMMAD FAHMI BIN MD ISA**

**Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian syarat penganugerahan  
sijil Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**DISEMBER 2012**

**PENGAKUAN**

“Saya akui laporan ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan setiap bahan rujukan yang digunakan telah dijelaskan sumbernya.”

Tandatangan : .....

Penulis : .....

Tarikh : .....

## **DEDIKASI**

Khas buat ayahanda dan ibunda tercinta, Md. Isa bin Jonit dan Fuziah Binti Mahmood  
juga kepada Dr Muhammad Zahir Bin Hassan.

## PENGHARGAAN

Syukur pada tuhan yang diatas keringanan sepanjang tempoh menimba ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka. Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada saudara atau saudari yang sudi membaca hasil kajian ini. Terlebih dahulu terima kasih kepada ibu bapa dan ahli keluarga saya yang memberi saya semangat untuk melengkapkan penyelidikan tatkala hati ini berasa lemah untuk meneruskan penyelidikan ini.. Terima kasih khususnya kepada pensyarah penasihat Dr. Muhammad Zahir Bin Hassan di atas sokongan dan dorongan serta menilai dan mengkaji semula laporan bagi penambahbaikan isi laporan ini sepanjang tempoh penyelidikan ini. Saya juga berterima kasih di atas kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam menjayakan kajian ini. Terima kasih juga kepada pensyarah, juruteknik dan kaki tangan fakulti kejuruteraan mekanikal Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM), rakan-rakan seperjuangan. Segala sumbangan yang anda berikan amat saya hargai. Semoga tuhan membalas jasa baik anda semua. Sekian terima kasih dari saya Muhammad Fahmi Bin Md Isa.

## ABSTRAK

Secara keseluruhannya, projek ini dilaksanakan bagi membangunkan sebuah jentera kenderaan yang mampu bergerak pada permukaan darat dan juga air atau lebih dikenali sebagai kenderaan amfibia. Objektif kajian ini adalah bertujuan merekabentuk satu sistem brek dan sistem kemudi untuk kenderaan dua alam pacuan hibrid, menganalisa satu sistem kemudi dan brek di darat dan atas permukaan air pada kenderaan hibrid dan membangunkan sistem kemudi dan brek yang cekap bagi kenderaan dua alam. Kajian ini hanya menumpu dalam menentukan, mengfabrikasi dan memasang sistem brek dan stereng yang cekap untuk digunakan pada kenderaan dua alam. Perisian CAD iaitu CATIA V5R20 digunakan bagi membangunkan model brek cakera berpandukan lakaran yang dibuat. Bagi perisian CAE, perisian Ansys 14.0 digunakan berpandukan kes statik bagi mencari tekanan maksimum von mises pada permukaan cakera brek yang kemudiannya akan di bandingkan dengan kekuatan alah tekanan bagi memastikan deformasi plastik tidak berlaku pada besi tuang. Sementara itu, sistem stereng di simulasikan menggunakan perisian CarSim. Ujian penukaran lorong dijalankan menggunakan CarSim bagi mensimulasikan pergerakan kenderaan pada realiti ke dalam dunia maya.

## ABSTRACT

This thesis was conducted in order to develop a vehicle that can capable to moving on the land and water surface that also can be called amphibious vehicle. The objective of this study was to design a brake and steering system for the amphibious hybrid vehicle, analyze the steering and braking system on the land and water surface and to develop an efficient braking and steering system for the amphibious vehicle. In addition, this study was only focus on determine, fabricate and developing a best system for braking and steering. Catia V5R20 was chosen as CAD software to be used in generates the disc brake model based on the sketch. After that CAE software such as Ansys 14.0 was used to determine the maximum von misses stress exert on the disc surface for a static case. Next, the maximum von misses stress was compare to the yield strength of the material used to ensure that the maximum von misses stress value was smaller than the yield strength so plastic deformation not occur. On the other hand for the steering system was simulated and analyze using CarSim software. Double lane change test was run using CarSim in order to estimate the vehicle body movement in reality.



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>i</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>ii</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
	<b>KANDUNGAN</b>	<b>vi</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>ix</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>x</b>
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	<b>xiii</b>
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xv</b>
 <b>BAB 1</b>	 <b>Pengenalan</b>	 <b>1</b>
	1.1 Gambaran Keseluruhan	1
	1.2 Pernyataan Masalah	2
	1.3 Objektif	2
	1.4 Skop Projek	3

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	<b>4</b>
	2.1 Brek	4
	2.2 Sejarah Brek	5
	2.3 Brek Dram	6
	2.4 Brek Cakera	8
	2.5 Sistem Stereng	9
	2.6 Sejarah Stereng	9
	2.7 Jenis-Jenis Stereng	11
	2.8 Stereng Rak dan Pinan	12
	2.9 Stereng Empat Roda	13
	2.10 Stereng Lengan Pitman	14
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>15</b>
	3.1 Pengenalan	15
	3.2 Carta Alir Projek	16
	3.3 Sistem Brek	17
	3.3.1 Penjanaan Konsep Sistem Brek	17
	3.3.2 Proses Rekabentuk Sistem Brek	19
	3.3.3 Kaedah Unsur Terhingga	20
	3.3.4 Proses Fabrikasi Brek	21
	3.4 Sistem Stereng	21
	3.4.1 Penjanaan konsep Sistem Stereng	22
	3.4.2 Pemilihan Konsep Stereng	24
	3.4.3 Proses Fabrikasi Sistem Stereng	26
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>28</b>
	4.1 Sistem Brek	27
	4.1.1 Menentukan Daya Kilas	28
	4.1.2 Menentukan Daya Paksi	29
	4.1.3 Kaedah Unsur Terhingga	30

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	4.2 Sistem stereng	32
	4.2.1 Jejari pusingan maksimum	33
	4.2.2 Simulasi perisian CarSim	34
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>36</b>
	<b>RUJUKAN</b>	<b>38</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>44</b>
	<b>PENERBITAN</b>	<b>52</b>

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.6	Konsep skor matriks stereng	18
4.2	Sifat-sifat besi tuang cakera klac yang digunakan	30
4.6	Parameter pada keadaan darjah pusingan stereng maksimum	33

## SENARAI RAJAH

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Gambar termal yang terhasil pada brek Vortex Unlimited berbanding brek dram konvensional (Sumber: Webb Wheel Products, INC 2012).	7
2.2	Komponen brek cakera (Sumber <a href="http://www.zedatszoopa.hubpages.com">www.zedatszoopa.hubpages.com</a> ).	9
2.3	Kenderaan berkuda pada kurun ke 19 (Sumber: <a href="http://www.penangheritagecity.com">http://www.penangheritagecity.com</a> ).	10
2.4	Chrysler Crown Imperial (Sumber: <a href="http://www.classycars.org">http://www.classycars.org</a> ).	11
2.5	Sistem stereng rak dan pinan (Sumber: <a href="http://www2.mae.ufl.edu">www2.mae.ufl.edu</a> ).	13

<b>BIL..</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.6	Sistem stereng empat roda pasif  (www.hadcoengineering.com).	14
2.7	Sistem stereng lengan Pitman  (yameb.blogspot.com).	14
3.1	Carta alir projek sarjana muda 1 dan projek  sarjana muda 2.	16
3.2	Rumah kualitas sistem brek.	18
3.3	Permodelan pepejal sistem brek muktamad.	20
3.4	Proses fabrikasi sistem brek	21
3.5	Rumah kualitas sistem stereng.	23
3.6	Perbandingan tiga konsep sistem stereng.	24
3.8	Sistem stereng kenderaan dua alam muktamad.	26
3.9	Controllable pitch propeller (CPP)  (masson-marine.com).	26
3.10	Sistem stereng	27
4.1	Arah daya paksi pada permukaan cakera klac.	29
4.3	Jejaring model.	31
4.4	Kadar jumlah deformasi.	31
4.5	Tekanan von mises.	32

<b>BIL..</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.7	Jejari pusing maksimum.	33
4.8	Gerak balas sudut gelincir tayar melawan masa pada ujian menukar lorong.	34

**SENARAI SIMBOL**

SAE	=	Persatuan Jurutera Automotif (Society of Automotif Engineer)
CAD	=	Rekabentuk berbantuan computer (Computer Aided Design)
CAE	=	Rekabentuk berbantuan kejuruteraan (Computer Aided Engineering)
PSM	=	Projek Sarjana Muda
INC	=	Perbadanan (Incorporation)
Hz	=	Hertz
kHz	=	kilohertz
CPP	=	kipas pic boleh kawal (Controlable Pitch Propeller)
FOS	=	Faktor keselamatan (Factor of Safety)
$f$	=	Pekali geseran (Friction coefficient)
$T$	=	Daya kilas
$P_{max}$	=	Tekanan maksimum pada klac



$r_i$	=	Jejari dalam
$r_o$	=	Jejari luar
$N$	=	Bilangan permukaan yang bergeser
$F_a$	=	Daya paksi
$D_i$	=	Diameter dalam cakera
$D_o$	=	Diameter luar cakera
V5R20	=	Versi 5 keluaran 20
$w$	=	Kelebaran
$l$	=	Jarak antara gandar roda
$S_{inner}$	=	Darjah pusingan roda dalam
$S_{outer}$	=	Darjah pusingan roda luar
$R_{max}$	=	Jejari pusingan maksimum

## SENARAI LAMPIRAN

BIL..	TAJUK	MUKA SURAT
A	Mod ragaman rotor brek cakera  Sumber: Zahir (2003)	42
B	Senarai Mod frekuensi semulajadi selama  empat jenis yang berlainan bahan  Sumber Zahir (2003)	43
C	Mod bentuk kepentingan pemutar  Lawrence (2000)	44
D	Carta Gantt PSM 1	44
E	Carta Gantt PSM 2	45
F	Poster pembentangan projek sarjana muda	46
G	Pandu uji kenderaan dua alam di atas darat	47

H	Pandu uji kenderaan dua alam di atas permukaan air	47
I	Sistem brek	48
J	Jet air sistem stereng	48
K	Proses pemasangan brek	48
L	Pelancaran “Soft Launching” bersama Timbalan Menteri Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi Datuk Dr Abu Bakar Mohamad Diah dan pengarah bomba Melaka.	49
M	Lakaran konsep rekabentuk stereng dan brek	49

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1. GAMBARAN KESELURUHAN**

Secara keseluruhannya, projek ini dilaksanakan bagi merekabentuk dan membangunkan sebuah jentera kenderaan yang mampu bergerak pada permukaan darat dan juga air atau lebih dikenali sebagai kenderaan dua alam. Bagi merekabentuk dan membangunkan satu sistem kemudi kenderaan dua alam merupakan satu cabaran dimana cara pengendalian di atas permukaan air dan darat adalah tidak sama. Bersumber inspirasi and inovasi daripada Sir William Hamilton yang merupakan perintis kepada pembangunan jet air lebih 50 tahun, maka sistem jet Hamilton dikenalpasti sebagai salah satu sistem inovasi kemudi kenderaan yang terbaik bagi kenderaan dua alam. Ini kerana sistem jet ini mempunyai kelebihan berbanding sistem kipas yang biasa dari segi ketahanan, mudah dikendalikan dan dioperasikan ([hamitonjet.co.nz](http://hamitonjet.co.nz)).

Berbanding dengan sistem kipas yang biasa kipas sistem kemudi jet air akan sentiasa berpusing pada satu arah yang sama ada untuk menggerakkan kenderaan itu ke

depan mahupun ke belakang. Ini bermakna tiada penukaran gear pada kotak gear semasa penukaran pecutan dari bergerak ke depan kepada ke belakang lalu memberikan pengemudian pantas dan cekap disamping mengurangkan kadar kehausan gear pada kotak gear.

## **1.2. PERNYATAAN MASALAH**

Kenderaan hibrid dua alam ini mampu dikemudi pada dua permukaan yang berbeza. Bagi pengendalian pada permukaan darat haruslah selaras dengan pengemudian di atas permukaan air. Oleh itu, satu sistem pengemudian yang ringkas dan efektif haruslah di reka dan di fabrikasi untuk digunakan pada kenderaan tersebut. Sistem brek yang cekap diperlukan bagi menyerap kelajuan kenderaan pada halaju maksimum. Tambahan pula kenderaan ini akan dipandu ketika keadaan basah dan kering di mana sistem brek mestilah tahan karat.

## **1.3. OBJEKTIF**

Objektif bagi projek ini adalah untuk mengkaji sistem pengemudian dan brek yang sesuai untuk digunakan pada kenderaan dua alam yang tahan lasak. Diakhir projek ini terdapat beberapa sasaran yang akan diperoleh seperti:

- Merekabentuk satu sistem brek dan sistem kemudi untuk kenderaan dua alam pacuan hibrid

- Menganalisa satu sistem kemudi dan brek di darat dan atas permukaan air pada kenderaan hybrid dua alam.
- Membangunkan sistem kemudi dan brek yang cekap bagi kenderaan dua alam.

#### **1.4. SKOP PROJEK**

1. Menentukan sistem brek dan stereng yang terbaik untuk digunakan pada kenderaan dua alam.
2. Mengfabrikasi dan memasang sistem stereng dan sistem brek pada kenderaan dua alam.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 BREK**

Brek merupakan salah satu komponen di dalam proses pembinaan sesuatu kenderaan. Sistem brek adalah sangat penting bagi kenderaan beroda seperti lori, kereta, motosikal dan basikal dan lain-lain. Bagi kenderaan beroda brek berfungsi sebagai alat untuk memperlahankan kenderaan yang sedang bergerak. Sistem dapat dibahagikan kepada tiga teknik mengikut caranya berfungsi iaitu melalui geseran, pam dan electromaget. Bagi teknik geseran, penyahpecutan akan berlaku apabila putaran roda bergeser pada kasut brek yang berada dalam keadaan pegun. Terdapat juga sistem brek yang melibatkan geseran tetapi tidak tergolong didalam teknik geseran seperti sistem brek payung yang digunakan pada kereta lumba. Ini kerana sistem brek payung terjun menggunakan geseran dalam bendalir kerja iaitu udara dan tidak mudah kehausan. Kebanyakan teknik brek yang digunakan pada kenderaan ringan ialah teknik geseran. Teknik brek pam berfungsi dimana pam digunakan bagi mengawal aliran minyak supaya piston motor pada enjin menjadi perlahan sekaligus akan memperlahankan kenderaan yang sedang bergerak.

## 2.2 SEJARAH BREK

Semua kenderaan memerlukan brek semenjak kenderaan yang pertama direkacipta. Walaubagaimanapun pembangunan teknologi telah mengubah komponen dan rekabentuk sistem brek berkembang sepanjang tahun.

Pada peringkat awal penciptaan kenderaan, brek yang digunakan ialah jenis brek dram. Brek dram mempunyai beberapa kelebihan berbanding jenis brek yang lain. Salah satunya ialah brek ini cekap walaupun dalam yang basah dan berhabuk. Tambahan pula bagi penggunaan brek dram, pemandu hanya mengenakan daya yang sedikit pada pendikit berbanding menggunakan brek cakera. Teknologi brek ini merupakan sesuatu yang penting bagi sebelum sistem brek hidraulik dan brek kuasa dicipta. Ini kerana daya yang perlu dikenakan pada pedal pada sistem brek hidraulik dan brek kuasa adalah sedikit.

Pada tahun 1918 sistem brek hidraulik empat roda telah dicipta oleh Allan Haines Lockheed yang merupakan salah seorang ahli keluarga Lockheed yang memiliki syarikat yang membuat kapal terbang iaitu Alco Hydro-Aeroplane ([nationalaviation.org](http://nationalaviation.org)). Kemudian bermulalah penggantian sistem brek yang sedia ada pada masa itu kepada sistem brek hidraulik seperti sekarang. Ini disebabkan oleh banyak kekurangan pada sistem brek yang sedia ada seperti kadar brek pada semua roda pada kenderaan adalah tidak sama menyebabkan pemandu akan hilang kawalan. Pada tahun berikutnya 1919, Hispano-Suiza telah berjaya membina kereta pengeluaran pertama dengan menggunakan sistem brek mekanikal dengan bantuan servo. Walaubagaimanapun sistem brek mekanikal ini pertama kalinya dipasang pada Duesenberg tahun 1918. Menjelang tahun 1929, sistem brek mekanikal berjaya mendominasi pada kenderaan mewah dan selepas beberapa tahun barulah ianya digunakan pada kenderaan kelas ekonomi.