

MENGANALISA KEROSAKAN PENYERAP *SHIMMY* (*SHIMMY DAMPER*)
TERHADAP UNIT PENDARATAN PESAWAT RINGAN
(*MODEL: EAGLE 150B*).

NORIZAL BIN ARSHAD

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

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 penulis : Norizal b. Arshad

Tarikh : 10 April 2008

‘Saya akui bahawa 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 (Rekabentuk dan Inovasi)’

Tandatangan :

Nama Penyelia : En. Ahmad Rivai

Tarikh :

DEDIKASI

Untuk isteri dan anak tersayang

Puan Nor Hafizah bt. Rahmat dan Mohammad Haziq Hakimi b. Norizal

Kedua-dua belah keluarga

En. Arshad b. Ahmad (Bapa)

Pn. Arbakyah bt. Abas (Ibu)

Dan

En. Rahmat b. Hj Baie (Bapa mertua)

Pn. Hasmah bt. Alang (Ibu mertua)

Serta

Adik-beradik, saudara-mara, pensyarah-pensyarah dan rakan-rakan
seperjuangan.....

PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurnanya. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari. Segala rintangan dan halangan yang dihadapi dapat dihadapi dengan tekun dan sabar.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada En. Ahmad Rivai dan En. Shamsul Anuar bin Shamsudin selaku penyelia projek kerana dengan bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Saya berasa amat berbangga kerana menjadi salah seorang daripada pelajar dibawah penyeliaan beliau. Dengan pengetahuan yang beliau miliki, maka dapatlah saya menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Dikesempatan ini, ingin saya merakamkan ribuan terima kasih saya kepada penyelia latihan industri saya iaitu En. Fadzil Adly bin Ishak kerana telah memberi peluang kepada saya untuk turut serta dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh syarikat *CTRM Aviation*. Tidak lupa juga kepada juruteknik-juruteknik syarikat tersebut yang banyak membantu saya sepanjang kajian ini dijalankan.

Akhir sekali, jutaan terima kasih saya kepada sesiapa jua individu yang membantu dan memberi pandangan-pandangan yang bernas kepada saya secara langsung ataupun tidak langsung sepanjang kajian ini dijalankan. Akhir kata, semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain kelak.

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti dan menganalisis potensi kegagalan komponen (rod) penyerap *shimmy* yang digunakan pada pesawat *Eagle 150B*. Selain dari itu, kajian ini akan menganalisa keboleharapan penyerap *shimmy LORD* bagi menggantikan penyerap *shimmy* yang sedia ada. Tiga kaedah yang akan dijalankan didalam kajian ini iaitu pemeriksaan secara visual, analitikal dan simulasi. Pada peringkat permulaan, pemeriksaan secara visual akan dilaksanakan dengan mengenalpasti jenis kecacatan yang terjadi keatas rod dan komponen-komponen penyerap lain. Kaedah analitikal akan dilaksanakan dengan mengkaji kesan kegagalan lesu keatas kedua-dua jenis penyerap *shimmy* dan analisis *lug* akan dijalankan keatas penyerap *shimmy LORD*. Seterusnya, kaedah simulasi akan dilaksanakan dengan menggunakan perisian *MSC.Nastran/Patran*. Dengan ini perbandingan data diantara kaedah analitikal dan simulasi dapat dilakukan agi membuktikan kesahihan punca masalah tersebut dengan tepat.

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify and analyze the potential cause of failure for the shimmy damper which was used in Eagle 150B aircraft. Apart from that, this study also will analyze the reliabilities of the LORD shimmy damper to replace the existing shimmy damper. In accomplish this study, three methods were conducted; visual examination check, analytical and simulation. In the initial stage, visual examination check was performed by identifying the types of failure that occurred to shimmy damper components. Next, analytical methods were performed by analyzing the fatigue failure criterion for both types of shimmy dampers. Furthermore, the lug analyses were conducted for LORD shimmy damper. Finally, simulation methods were carried out by using the MSC.Nastran/Patran software. From this, the data for both analytical and simulation method were compared in order to prove the cause of the problem validity stated.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xvii
1	Pengenalan	1
	1.1 Objektif	1
	1.2 Latar Belakang Projek	1
	1.3 Analisa Masalah	2
	1.4 Skop	4
	1.5 Perbincangan	4
	1.6 Rumusan	5

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2	KAJIAN ILMIAH	6
	2.1 Pengenalan Pesawat <i>Eagle 150B</i>	6
	2.2 Fenomena <i>Shimmy</i>	7
	2.3 Penyerap <i>Shimmy LORD</i>	10
	2.4 Kegagalan Lesu (<i>Fatigue Failure</i>)	13
	2.5 Analisis Unsur Terhingga (<i>FEA</i>) dan Kaedah Unsur Terhingga (<i>FEM</i>)	15
	2.6 Perisian <i>MSC/Nastran</i> dan <i>MSC/Patran</i>	16
3	METODOLOGI KAJIAN	18
	3.1 Pemeriksaan Secara Visual	19
	3.2 Analitikal	20
	3.3 Simulasi	30
4	KEPUTUSAN KAJIAN	31
	4.1 Pemeriksaan Secara Visual	31
	4.2 Analitikal	33
	4.3 Simulasi	46
5	PERBINCANGAN	54
	5.1 Perbandingan keputusan bagi analisis kecacatan lesu	54

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	5.2 Perbandingan keputusan bagi analisis lug	55
	5.3 Faktor-faktor ralat	56
6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	57
	6.1 Kesimpulan	57
	6.2 Cadangan	58
	RUJUKAN	59
	BIBLIOGRAFI	60
	LAMPIRAN	61

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Kelebihan penyerap <i>shimmy LORD</i> (Sumber: www.lord.com)	12
3.1	Senarai komponen yang akan dianalisa (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	19
3.2	Nilai Faktor keselamatan	29
4.1	Nilai Faktor keselamatan (<i>RF</i>) bagi kaedah analitikal	45
4.2	Nilai Faktor keselamatan (<i>RF</i>) bagi kaedah simulasi	53
5.1	Perbandingan keputusan (analisis kecacatan lesu)	54
5.2	Perbandingan keputusan (analisis <i>lug</i>)	55

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Kesan keretakan keatas rod (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	3
1.2	Penyerap <i>shimmy LORD</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	4
2.1	Pesawat <i>Eagle 150B</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	7
2.2	Fenomena <i>shimmy</i> (Sumber: www.lord.com)	8
2.3	Unit penyerap <i>shimmy</i> (Sumber: www.aircraftspruce.com)	9
2.4	Rekabentuk asas unit penyerap <i>shimmy</i> (Sumber: www.lord.com)	10
2.5	Konsep asas penyerap <i>shimmy LORD</i> (Sumber: www.lord.com)	11
2.6	Bentuk-bentuk kegagalan lesu melawan masa (Sumber: www.reliability.com/articles/article33.htm)	13

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.7	Proses kegagalan lesu keatas komponen rod (Sumber: www.reliability.com/articles/article33.htm)	14
2.8	Jenis-jenis kecacatan permukaan rod akibat daripada kegagalan lesu. (Sumber: www.reliability.com/articles/article33.htm)	14
2.9	Hubung kait penggunaan perisian <i>MSC/Patran</i> dan <i>MSC/Nastran</i> . (Sumber: www.mscsoftware.com)	17
3.1	Proses perlaksanaan projek	18
3.2	Komponen ceraian bagi penyerap <i>shimmy</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	19
3.3	Gambarajah <i>Modified Goodman</i> (Sumber: <i>Bhandari; Design of Machine Elements</i> , (1994))	20
3.4	Lengkung lesu (<i>S-N Curve</i>) (Sumber: <i>Bhandari; Design of Machine Elements</i> , (1994))	22
3.5	Pandangan atas pemasangan penyerap <i>shimmy LORD</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	23
3.6	<i>Axial net section tension</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	24

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.7	<i>Axial shear-out bearing</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	25
3.8	<i>Bushing yield</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	26
3.9	<i>Bolt shear strength</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	27
3.10	<i>Transverse failing load</i> (Sumber: <i>CTRM Aviation</i> , (2007))	28
4.1	Sampel rod yang telah mengalami kegagalan	31
4.2	Permukaan komponen rod yang telah mengalami kegagalan lesu	32
4.3	Huraian daya-daya yang dikenakan keatas penyerap <i>shimmy</i>	33
4.4	Keputusan kajian <i>Modified Goodman</i> bagi penyerap <i>shimmy</i> asal.	35
4.5	Keputusan kajian <i>Modified Goodman</i> bagi penyerap <i>shimmy LORD</i> .	37
4.6	Keputusan kajian <i>S-N curve</i> bagi penyerap <i>shimmy</i> asal.	38
4.7	Keputusan kajian <i>S-N curve</i> bagi penyerap <i>shimmy</i> <i>LORD</i> .	39

4.8	Lakaran analisis <i>lug</i> yang akan dijalankan	40
4.9	Huraian daya-daya yang akan dikenakan keatas komponen <i>shimmy damper drive plate</i>	41
4.10	Keputusan bagi penyerap <i>shimmy</i> asal melalui kaedah simulasi	46
4.11	Keputusan bagi penyerap <i>shimmy LORD</i> melalui kaedah simulasi	47
4.12	Keputusan bagi <i>axial net section tension failure</i> melalui kaedah simulasi	48
4.13	Keputusan bagi <i>axial shear-out bearing failure</i> melalui kaedah simulasi	49
4.14	Keputusan bagi <i>bushing yield</i> melalui kaedah simulasi	50
4.15	Keputusan bagi <i>tranverse failing load</i> melalui kaedah simulasi	51
4.16	Keputusan bagi <i>strength under oblique load</i> melalui kaedah simulasi	52

SENARAI SIMBOL

A	=	Luas permukaan rentas, in^2
A_{av}	=	Purata keluasan, in^2
CAD	=	Computer Added-Design
$CTRM$	=	Composite Technology Research Malaysia
DCA	=	Department of Civil Aviation
E	=	<i>Modulus Young, psi</i>
F	=	Daya yang dikenakan, lb
F_{cy}	=	Kekuatan tegangan alah, ksi
F_{su}	=	<i>Shear ultimate force, ksi</i>
F_{tu}	=	Kekuatan tegangan muktamad, ksi
FEA	=	Finite Element Analysis
FEM	=	Finite Element Method
hp	=	Horse power
I	=	Momen luas kedua, in^4
$JAR-VLA$	=	Joint Aviation Regulation – Very Light Aircraft
k_a	=	Faktor permukaan
k_b	=	Faktor saiz
k_c	=	Faktor beban
k_{tu}	=	Kecekapan alah (<i>Yield Efficiency</i>)
LCF	=	Low-Cycle Fatigue
MPH	=	Miles per Hour

<i>SADSAM</i>	=	Structural Analysis by Digital Simulation of Analog Method
M_b	=	Momen , <i>in.lb</i>
<i>NASTRAN</i>	=	NASA Structural Analysis Program
P	=	Tekanan (Pressure), <i>ksi</i>
<i>R.F</i>	=	Faktor Keselamatan
S_e	=	Had ketahanan (<i>Limit endurance</i>), <i>ksi</i>
S_e	=	Had ketahanan bagi bahan rod tersebut, <i>ksi</i>
S_f	=	<i>Endurance strength, ksi</i>
S_{ut}	=	<i>Ultimate tensile strength, ksi</i>
S_{yt}	=	<i>Yield tensile strength, ksi</i>
y	=	Nilai separuh daripada diameter rod, <i>in</i>
σ_a	=	Tegasan ulangan (<i>Alternate Stress</i>), <i>ksi</i>
σ_b	=	Tegasan lentur (<i>Bending Stress</i>), <i>ksi</i>
σ_m	=	Tegasan purata (<i>Mean Stress</i>), <i>ksi</i>
σ_n	=	Tegasan Normal (<i>Normal Stress</i>), <i>ksi</i>
$\sigma_{von\ mises}$	=	<i>Von Mises Stress , ksi</i>
τ	=	Tegasan ricih (<i>Shear stress</i>), <i>ksi</i>
θ	=	Sudut (<i>Angle</i>), <i>degree</i>

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Jadual data pemeriksaan secara visual	61
B	Senarai data k_a , k_b dan k_c	62
C	Data bagi rekabentuk <i>Lug-Tension</i> <i>efficiency factor for axial load</i>	63
D	Data bagi rekabentuk <i>Lug-Shear-bearing</i> <i>efficiency factor for axial load</i>	64
E	Data bagi rekabentuk <i>Lug-Tension efficiency</i> <i>factor for transversely load</i>	65
F	Data bagi ciri-ciri mekanikal (<i>Mechanical Properties</i>) bagi bahan <i>AISI 316 Stainless Steel</i>	66
G	Data bagi ciri-ciri mekanikal (<i>Mechanical Properties</i>) bagi bahan <i>AISI 304 Stainless Steel</i>	67
H	Data bagi sampel rod yang mengalami kegagalan	69
I	Komponen-komponen penyerap <i>shimmy</i> yang mengalami kerosakan	70

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
J	Lukisan komponen-komponen yang terlibat dalam proses pengubahsuaian	71
K	Contoh pengiraan <i>Von Mises Stress</i> bagi kaedah analitikal	72

BAB 1

PENGENALAN

Bab ini akan menerangkan pengenalan tentang projek yang akan dijalankan termasuk objektif, latar belakang, analisa masalah, skop projek, perbincangan dan kesimpulan.

1.1 Objektif

Objektif projek ini adalah untuk:

- Mengenalpasti dan menganalisis potensi kegagalan komponen (rod) penyerap *shimmy* (*shimmy damper*) yang digunakan pada pesawat *Eagle 150B*.
- Menganalisa keboleharapan penyerap *shimmy LORD* bagi menggantikan penyerap *shimmy* yang sedia ada.
- Membuat perbandingan data yang diperolehi daripada kaedah analitikal dengan kaedah simulasi.

1.2 Latar Belakang Projek

Unit *Nose wheel gear* boleh dianggap sebagai satu elasto-mekanikal multibodi sistem dimana ianya menghasilkan gerakan berayun semasa pesawat mendarat ataupun semasa berlepas. Gerakan ini boleh diistilahkan sebagai fenomena *shimmy*. Sebagai contoh yang mudah ialah troli yang terdapat di pasaraya dimana

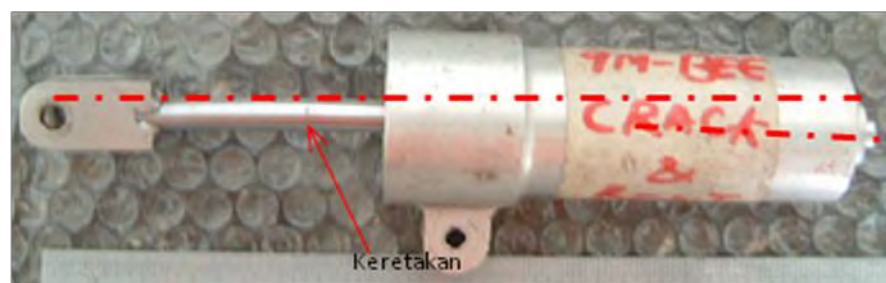
roda hadapan akan berayun semasa ditolak. Untuk mencegah fenomena ini, unit *nose wheel gear* akan dilengkapi dengan alat penyerap *shimmy* (*shimmy damper*). Alat ini berfungsi untuk mengurangkan kesan amplitud ayunan akibat daripada kesan-kesan *shimmy*.

Terdapat pelbagai masalah yang dihadapi dengan rekabentuk yang sedia ada. Antaranya rod mengalami kepatahan, terjadinya kebocoran minyak hidraulik dan kerap memerlukan penyelenggaraan. Dengan ini kos penyelenggaraan akan meningkat yang disebabkan oleh penukaran alat ganti.

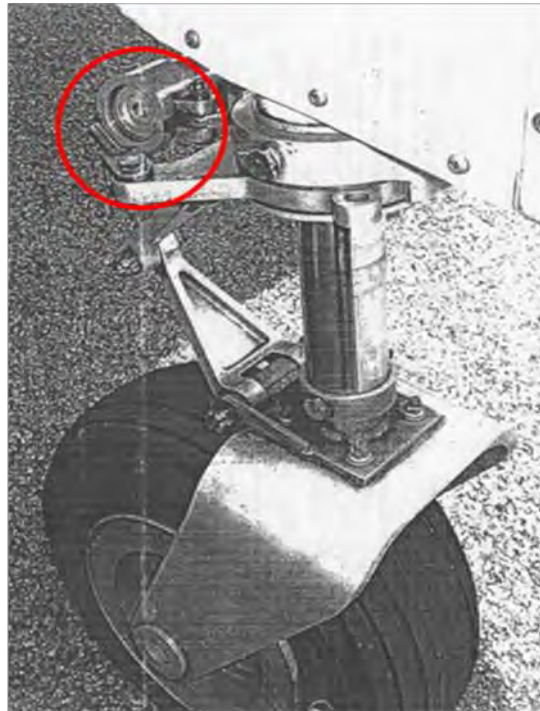
1.3 Analisa Masalah

Berdasarkan pada rajah 1.1, didapati kebanyakan rod pada komponen penyerap *shimmy* telah bengkok dan keretakan terhasil pada rod tersebut. Akibat dari keretakan tersebut, rod telah mengalami kepatahan dan ianya memberi kesan kepada komponen lain yang terdapat pada penyerap hentak tersebut.

Daripada siasatan awal, pihak syarikat *CTRM Aviaton* berpendapat masalah ini mungkin disebabkan oleh aktiviti-aktiviti pendaratan pesawat yang tidak efisien oleh pelatih juruterbang. Masalah ini boleh mendatangkan bahaya kepada juruterbang di mana kemalangan mungkin berlaku semasa aktiviti pendaratan dilakukan.



(a)



(b)

Rajah 1.1: (a) Kesan keretakan keatas rod (b) Rod mengalami kegagalan (patah)

(Sumber: *CTRM Aviation*, (2007))

Untuk mengurangkan masalah ini, pihak *CTRM Aviation* mengambil keputusan untuk menggantikannya dengan penyerap *shimmy* yang telah sedia ada di pasaran. Rajah 1.2 menunjukkan penyerap *shimmy* yang akan digunakan.



Rajah 1.2: Penyerap *shimmy* LORD

(Sumber: www.aircraftspruce.com)

Bagi merealisasikan pengubahsuaian keatas sistem pesawat penyerap *shimmy* tersebut, beberapa analisa perlu dijalankan mengikut keperluan *JAR-VLA (Joint Aviation Regulation-Very Light Aircraft)*. Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (*Department of Civil Aviation,DCA*) akan meneliti dan mengiktiraf analisa tersebut bagi memastikan ianya selamat digunakan sebelum sebarang perubahan atau pengubahsuaian akan dijalankan keatas pesawat tersebut.

1.4 Skop

- Mengkaji kesan kecacatan lesu (*fatigue failure*).
- Menganalisa kesesuaian penyerap *shimmy LORD* dengan unit pendaratan pesawat bagi memastikan ianya selamat digunakan tanpa memberi kesan kepada komponen-komponen unit pendaratan pesawat.
- Membandingkan data yang diperolehi daripada kaedah analitikal dengan kaedah simulasi.

1.5 Perbincangan

1.5.1 Pendekatan

Laporan projek ini boleh dibahagikan kepada enam bab iaitu:

Bab 1 : Pengenalan.

Bab 2 : Kajian Ilmiah (*Literature review*).

Bab 3 : Metodologi kajian.

Bab 4 : Keputusan .

Bab 5: Perbincangan.

Bab 6 :Kesimpulan dan Cadangan.

1.5.2 Keputusan

- Sebagai medium rujukan bagi syarikat *CTRM Aviation* dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi yang memenuhi kehendak dan citarasa pengguna termasuk kelab-kelab penerbangan yang menggunakan pesawat *Eagle 150B*.
- Membantu dan menilai pertukaran-pertukaran rekabentuk yang termaju dan terkini dengan kos pembuatan yang menjimatkan serta kos penyelenggaraan yang murah.

1.6 **Rumusan**

Projek ini akan menganalisa kerosakan penyerap *shimmy* (*shimmy damper*) terhadap unit pendaratan pesawat ringan (Model:*Eagle 150B*). Analisis akan tertumpu kepada komponen rod dan kajian akan dijalankan dengan menggunakan kaedah analitikal dan simulasi. Dengan hasil kajian ini, ianya dapat membantu syarikat *CTRM Aviation* dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.