

“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 (Struktur & Bahan)”

Tandatangan : .....

Nama Penyelia : EN. KAMARUL ARIFFIN B. ZAKARIA

Tarikh : 18 MEI 2009

ANALISIS KEGAGALAN PADA STRUKTUR KERUSI KEGUNAAN PELAJAR DI  
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

RACHEL KAREN STEPHEN

Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur & Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2009

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

Tandatangan : .....

Nama Penulis : RACHEL KAREN STEPHEN

Tarikh : 18 MEI 2009

Untuk ayah dan ibu yang tersayang yang berkorban segalanya demi kecermerlangan anak tersayang. Untuk pensyarah yang berkorban masa dan tenaga untuk membimbing anak bangsa. Untuk rakan-rakan yang sama-sama berjuang demi kejayaan bersama.

## PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas kepada penyelia Projek Sarjana Muda, En. Kamarul Ariffin B. Zakaria atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini.

Kerjasama daripada pihak pegurusan makmal, pihak pengurusan pejabat pembangunan dan pihak pejabat bendahari (unit rekod aset & stor bekalan pejabat) diucapkan jutaan terima kasih. Sokongan, dan dorongan daripada rakan-rakan juga amatlah dihargai dan akan dikenang.

Penghargaan juga ditujukan kepada semua yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Semoga segala yang dikaji di dalam laporan ini mendatangkan manfaat kepada semua dan menjadi sumber rujukan yang baik kepada pelajar lain kelak. Semoga Tuhan merahmati kita semua dan UTeM akan terus cemerlang dan terbilang.

## ABSTRAK

Kerusi mempunyai kegunaannya yang tersendiri mengikut kesesuaian yang ditetapkan. Kerusi merupakan perabot untuk duduk, menyandarkan belakang, meletakkan tangan dan secara amnya digunakan oleh seorang sahaja. Kajian ini bertujuan untuk menyiasat kegagalan yang berlaku pada struktur kerusi kegunaan pelajar di UTeM dan mencadangkan penambahbaikan. Kajian meliputi struktur kerusi kegunaan pelajar di UTeM dengan mengenalpasti bahagian yang kritikal pada kerusi apabila dikenakan beban. Bagi menganalisis masalah ini, kaedah unsur terhingga dengan menggunakan perisian MSC NASTRAN/PATRAN telah digunakan. Untuk menghasilkan simulasi tersebut, model tiga-dimensi digunakan dengan menggunakan perisian SolidWorks 2007. Analisis kegagalan statik secara teori dilakukan bagi mendapatkan tegasan maksimum pada bahagian titik tengah rangka peyokong tengah kerusi dan nilai tegasan tersebut akan dibandingkan dengan nilai tegasan yang diperoleh daripada simulasi FEM. Ujian mampatan dijalankan bagi mendapatkan nilai rujukan untuk digunakan dalam ujian lesu. Kelesuan adalah penting kerana ia merupakan penyebab utama yang terbesar kegagalan dalam logam. Maka, ujian lesu dijalankan bertujuan bagi meramal keupayaan kelesuan bahan kerusi dengan menganalisis kitar lesu pada komponen kerusi yang berkaitan.

## ***ABSTRACT***

Chair has its own uses depends on its suitability. Chair is a type of furniture to seat, lean on our back, rest our hand and generally used for a person only. The purpose of this project is to analyze failure upon student chair structure at UTeM and propose an improvement of the project. This project focuses on student chair structure at UTeM by ensuring the critical point at the chair component after load is applied. Finite element method using MSC NASTRAN/PATRAN software is used to analyze the problem. Three-dimensional model is drawn by using SolidWorks 2007 software to determine the simulation. The analysis of static failure theoretically is done to determine the maximum stress at the center point of the middle support frame of the chair and the value will be compared with the stress value taken from the FEM simulation. Compression test is done to determine the mean stress to be used in fatigue test. Fatigue is important because it is the most major factor of failure in metal material. Therefore, fatigue test is done to predict the capability of the chair material fatigue by interpret the cycle fatigue at the chair component.

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xii
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xv
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xvii
<b>BAB I</b>	<b>PENGENALAN</b>	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Pernyataan Masalah	2
	1.3 Objektif Kajian	2
	1.4 Skop Kajian	2
	1.5 Kepentingan Kajian	3
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH – STRUKTUR KERUSI</b>	4
	2.1 Pengenalan	4
	2.2 Definasi Kerusi	5
	2.3 Jenis-jenis Kerusi	5
	2.4 Statistik Kerosakan	8



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	2.5 Struktur dan Komponen Kerusi	11
	2.6 Ciri-ciri Bahan yang Dikaji	12
	2.6.1 Termoplastik	12
	2.6.2 Keluli Lembut	12
	2.6.3 Papan Serpihan	13
<b>BAB III</b>	<b>KAJIAN ILMIAH - ANALISIS KEGAGALAN</b>	<b>14</b>
	3.1 Pengenalan	14
	3.2 Kegagalan Statik	14
	3.2.1 Teori Kegagalan Statik	15
	3.2.2 Contoh-contoh Kegagalan Statik	16
	3.3 Kelesuan	17
	3.3.1 Gambar Rajah <i>S-N</i>	18
	3.3.2 Tegasan Berkitar	20
	3.3.3 Contoh-contoh Kegagalan Lesu	21
	3.3.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kegagalan Lesu	26
	3.4 Kajian Terdahulu	30
	3.4.1 Beban Momen Pada Sambungan Paip	30
	3.4.2 Kelakuan Lesu Bagi Sambungan T: Perentas Segiempat dan Rembat Bulatan	31
	3.4.3 Permodelan FEM untuk Pengoptimuman Kerusi	31
	3.4.4 Perkembangan Retak Lesu Bagi Beban Amplitud Tetap	32
	3.4.5 Laluan Retak Lesu Dalam Cu-Ni-Mo Keluli Aloi PM	32

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	3.4.6 Pergantungan Membina Dalam Model Unsur Terhingga Bagi Penutupan Retak Semasa Lesu	33
<b>BAB IV</b>	<b>KAEDAH UNSUR TERHINGGA</b>	<b>35</b>
	4.1 Pengenalan	35
	4.2 Asas Analisis Kaedah Unsur Terhingga	37
	4.3 Proses Dalam FEA	39
	4.4 MSC NASTRAN	40
	4.5 MSC PATRAN	40
<b>BAB V</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	<b>42</b>
	5.1 Pengenalan	42
	5.1.1 Kajian Ilmiah	44
	5.1.2 Analisis Kegagalan Statik Secara Teori	44
	5.1.3 Ujian Mampatan	44
	5.1.4 Rekabentuk Struktur Komponen Kerusi	46
	5.1.5 Analisis Kegagalan Statik Menggunakan Perisian MSC NASTRAN/PATRAN	47
	5.1.6 Ujian Kegagalan Lesu	46
	5.1.7 Analisis Kegagalan Lesu	53
	5.1.8 Kesimpulan	54
<b>BAB VI</b>	<b>ANALISIS STATIK SECARA TEORI</b>	<b>55</b>
	6.1 Pengenalan	55
	6.2 Bahan yang Digunakan	56
	6.3 Pengiraan Tegasan Lentur Maksimum Pada Sokongan Tengah	57

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	6.4 Pengiraan Tegasan Maksimum Pada Bahagian Kaki Kerusi	61
<b>BAB VII</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	64
	7.1 Keputusan Kajian	64
	7.2 Keputusan Analisis Statik Secara Teori	64
	7.3 Keputusan Analisis NASTRAN/PATRAN	65
	7.4 Keputusan Ujian Mampatan	68
	7.5 Keputusan Ujian Lesu	71
	7.6 Perbincangan untuk Analisis Statik Secara Teori	76
	7.7 Perbincangan untuk Analisis NASTRAN/PATRAN	77
	7.8 Perbincangan untuk Ujian Mampatan	78
	7.8.1 Pengiraan Modulus Keanjalan, $E$	80
	7.9 Perbincangan untuk Ujian Lesu	81
<b>BAB VIII</b>	<b>KESIMPULAN</b>	85
	8.1 Kesimpulan Kajian	85
	8.2 Cadangan untuk Kajian Masa Depan	86
	<b>RUJUKAN</b>	88
	<b>BIBLIOGRAFI</b>	90
	<b>LAMPIRAN</b>	92

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Statistik Kerosakan Kerusi di UTeM	8
5.1	Data <i>S-N</i>	51
5.2	Spesifikasi Mesin Instron 8802	52
7.1	Data Pada Bahagian Penyokong Tengah Kerusi	64
7.2	Data Pada Bahagian Kaki Kerusi	65
7.3	Data Bagi Ujian Mampatan	71
7.4	Data <i>S-N</i> Bagi Ujian Lesu	75

## SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Spesifikasi Kerusi yang Dikaji	11
3.1	Gambarajah Tegasan-Terikan Bagi Keluli Struktur Biasa Dalam Tegangan Tidak Mengikut Skala (Sumber: Gere, M.G. dan Timoshenko, S. P., 1997)	15
3.2	Amplitud Tegasan (S) Melawan Logaritma Bilangan ke Gagal Lesu (N) (Sumber: Aziz, A. dan Bahrin, S., 1999)	19
3.3	Perubahan Tegasan dengan Masa yang Menyebabkan Kegagalan Patah (Sumber: Aziz, A. dan Bahrin, S., 1999)	21
3.4	Kemalangan Keretapi Hatfield (Sumber: BBC NEWS, Oktober 2000)	22
3.5	Dandang Bagi Keretapi Stim Bersendi <i>Merddin Emrys</i> (Sumber: Ashby, M. F. dan Jones, D. R., 1980)	23
3.6	<i>Aloha Airlines Flight 243, a Boeing 737-200</i> (Sumber: Steven Minkowski dan Gamma Liaison, 1988)	25
3.7	Kegagalan Lesu Bagi Bar yang Dibeaskan Secara Kitaran Dalam Tegangan (Sumber: Gere, M.G. dan Timoshenko, S. P., 1997)	25
3.8	Garisan Beban Pada Beberapa Jenis Plat yang Dikenakan Beban Paksi	28
4.1	Unsur yang Bersambung dengan Nod	37

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.2	(a) Dua Dimensi Domain Umum pada Pembolehubah Lapang $\Phi(x,y)$	
	(b) Tiga Nod Unsur Terhingga Dikenali Sebagai Domain	38
	(c) Pertambahan Unsur-unsur Menunjukkan Separuh Unsur Mesh Bagi Domain (Sumber: Hutton D. V., 2004)	
4.3	Rasuk Jalur	39
5.1	Carta Alir Kajian	43
5.2	Mesin Ujian Universal (Instron 5585)	45
5.3	Spesimen Ujian Mampatan	46
5.4	Spesimen Ujian Lesu	51
5.5	Mesin Ujian Universal 250kN (Instron 8802)	51
6.1	Rangka Kerusi	56
7.1	Bahagian Keseluruhan Komponen Kerusi Sebelum Mengalami Perubahan	66
7.2	Bahagian Keseluruhan Komponen Kerusi Selepas Dikenakan Daya Seragam	66
7.3	Bahagian Keseluruhan Komponen Kerusi Selepas Mengalami Perubahan	67
7.4	Bahagian Lubang Penyokong Tengah Kerusi Selepas Mengalami Perubahan	67
7.5	Bahagian Penyokong Tengah Kerusi Selepas Mengalami Perubahan	68
7.6	Graf Beban Melawan Pemanjangan Mampatan	69
7.7	Graf Tegasan Melawan Terikan	70
7.8	Graf Beban Melawan Masa (Spesimen 1)	72
7.9	Graf Posisi Melawan Masa (Spesimen 1)	72
7.10	Graf Beban Melawan Masa (Spesimen 2)	73

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
7.11	Graf Posisi Melawan Masa (Spesimen 2)	73
7.12	Graf Beban Melawan Masa (Spesimen 3)	74
7.13	Graf Posisi Melawan Masa (Spesimen 3)	74
7.14	Lengkung <i>S-N</i> Lesu	75

## SENARAI SIMBOL

UTeM	=	Universiti Teknikal Malaysia Melaka
PSM	=	Projek Sarjana Muda
FEA	=	Analisis Unsur Terhingga (Finite Element Analysis)
FEM	=	Kaedah Unsur Terhingga (Finite element Method)
m	=	Unit meter
%	=	Peratus
°C	=	Unit Darjah Celsius
E	=	Modulus Young
$\sigma_y$	=	Tegasan Alah
$\sigma_a$	=	Tegasan yang Dibenarkan
$\tau_y$	=	Tegangan Ricih
$\tau_{maks}$	=	Tegasan Maksimum Ricih
$\sigma_{von-Mises}$	=	Tegasan Von Mises
S	=	Amplitud Tegasan
N	=	Skala Logaritma
$K_f$	=	Penumpuan Tegasan
$\Delta T$	=	Perubahan Suhu
P	=	Beban yang Dikenakan, $N$
R	=	Daya Tindakbalas, $N$
M	=	Momen, $Nm$
FS	=	Faktor Keselamatan
°	=	Unit Darjah
mm	=	Unit Sukatan millimeter
Pa	=	Unit Sukatan <i>Pascal</i>
D	=	Unit Sukatan Diameter



d	=	Unit Sukatan Diameter
$\beta$	=	Nisbah Diameter
$\gamma$	=	Kekerasan Perentas
r	=	Nisbah Ketebalan
A	=	Luas Keratan Rentas, $m^2$
$\pi$	=	Unit <i>Pi</i>
kg	=	Unit Berat Kilogram
N	=	Unit <i>Newton</i>
J	=	Pemalar Kilasan, $m^4$
I	=	Momen Inersia, $m^4$

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Ujian Tegangan	93
B	Ujian Mampatan	96
C	Gantt Chart bagi PSM I	98
D	Gantt Chart bagi PSM II	99

## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Latarbelakang

Kerusi merupakan sebuah perabot untuk duduk, menyandarkan belakang, meletakkan tangan, dan amnya digunakan oleh seorang sahaja. Kerusi juga mempunyai empat kaki untuk menyokong tempat duduk di atas lantai. Tanpa tempat bersandar dan tempat meletakkan tangan ia dikenali sebagai bangku. Kerusi untuk tempat duduk lebih dari seorang adalah seperti sofa, bangku panjang, *settee*, *couch*, *loveseat*, atau *recliner*. Kerusi yang terdapat dalam kereta atau panggung wayang turut dipanggil sebagai tempat duduk. Perabot kerusi biasanya boleh digerakkan atau dipindahkan. Tempat bersandar sesebuah kerusi kebiasaannya tidak ditutup sepenuhnya untuk membolehkan pengudaraan. Terdapat juga tempat bersandar kerusi diperbuat daripada bahan yang berongga-rongga atau terdapat lubang untuk tujuan perhiasan dan pengudaraan.

Seperti yang sedia kita maklum, kerusi mempunyai kegunaannya yang tersendiri dan mengikut kesesuaian yang ditetapkan. Contohnya kerusi di perhentian bas, kerusi di kedai makan, kerusi di perpustakaan, kerusi di sekolah, kerusi di majlis, dan sebagainya mempunyai kegunaan yang berlainan. Kerusi tersebut haruslah digunakan ditempat yang sesuai dengan tempat, situasi, atau acara untuk tujuan keselesaan pengguna.

## **1.2 Pernyataan Masalah**

Daripada pemerhatian yang dilakukan terdapat banyak kerusi kegunaan pelajar di bilik-bilik kuliah yang telah rosak. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti punca-punca kegagalan dan mencadangkan penambahbaikan ke atas struktur kerusi tersebut. Secara hipotesis, antara faktor kegagalan kerusi pelajar adalah penggunaan kerusi yang terlalu kerap dalam tempoh yang lama. Beban yang dikenakan berulang-kali dalam tempoh yang lama akan menyebabkan kegagalan pada komponen kerusi.

## **1.3 Objektif Kajian**

Objektif bagi kajian ini adalah untuk menyiasat kegagalan yang berlaku pada struktur kerusi kegunaan pelajar di UTeM dan mencadangkan penambahbaikan.

## **1.4 Skop Kajian**

1. Mengkaji struktur kerusi pelajar dengan meja kegunaan pelajar di UTeM.
2. Menenalpasti bahagian yang kritikal pada kerusi apabila dikenakan beban.
3. Melakukan analisis kegagalan statik secara teori.
4. Melakukan analisis kegagalan statik dengan menggunakan perisian MSC NASTRAN/PATRAN.
5. Melakukan analisis kegagalan lesu pada komponen kerusi yang berkaitan.
6. Analisis keputusan dan kesimpulan.

## 1.5 Kepentingan Kajian

Kajian ini akan dapat memperluaskan lagi pemahaman terhadap struktur sebuah kerusi dan bagaimana nilai kekuatan yang diperolehi boleh dinilai ketepatannya. Selain itu, kajian ini dapat menilai jangka hayat kerusi apabila beban dikenakan berkali-kali. Perbezaan hasil ujian yang didapati boleh difahami dengan jelas puncanya dengan menenalpasti titik genting kegagalan pada kerusi tersebut.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH STRUKTUR KERUSI**

#### **2.1 Pengenalan**

Dalam kajian ilmiah ini membincangkan tentang kekuatan bahan kerusi yang digunakan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan kerusi pelajar. Pemahaman mengenai sifat kekuatan pada bahan kerusi akan memudahkan bagi menganalisis kegagalan struktur kerusi secara statik. Manakala pemahaman bagi faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan kerusi pelajar pula akan membolehkan kita membuat anggapan di mana titik genting kegagalan pada sesebuah kerusi. Di dalam bab ini juga, semua aspek menjadi maklumat yang berguna harus dikaji dan diselidiki. Pelbagai maklumat dan aspek harus dikumpulkan bagi memulakan sesuatu analisis.

Maklumat-maklumat mengenai kajian berkenaan syarikat-syarikat pengeluar kerusi pelajar dan tesis PSM diperolehi melalui sistem komputer iaitu internet sepenuhnya. Di samping itu maklumat-maklumat tersebut turut diperolehi daripada Pejabat Pembangunan UTeM dan perpustakaan UTeM bagi mendapatkan sumber rujukan mengenai kerusi pelajar yang tersedia ada dan buku-buku rujukan dan jurnal yang berkaitan bagi sokongan kajian ini.

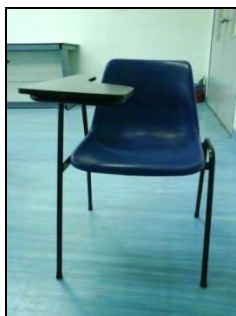
## 2.2 Definisi kerusi

Menurut Kamus Dewan, kerusi didefinisikan sebagai tempat duduk yang mempunyai kaki dan tempat bersandar (dan biasanya juga mempunyai tempat meletakkan tangan). Manakala menurut *MACMILLAN English Dictionary*, kerusi didefinisikan sebagai sebuah perabot bagi seseorang untuk duduk, dengan tempat bersandar, kaki, dan kadangkala dengan dua tempat meletakkan tangan.

## 2.3 Jenis-Jenis Kerusi

Terdapat pelbagai jenis struktur kerusi untuk kegunaan pelajar di UTeM. Berikut adalah jenis-jenis kerusi pelajar:-

- a) Kerusi pelajar dengan meja



- Spesifikasi :
- a) Mempunyai meja jenis papan serpihan (*chip board*)
  - b) Berwarna biru gelap
  - c) Diperbuat daripada plastik (*polypropylene*)
  - d) Bingkai kerusi diperbuat daripada keluli lembut jenis geronggang

- b) Kerusi pelajar dengan meja



Spesifikasi: a) Diperbuat daripada plastik (*polypropylene*)

b) Berwarna kuning cair

c) Bingkai kerusi diperbuat daripada keluli lembut jenis geronggang

d) Mempunyai meja jenis papan serpihan (*chip board*)

- c) Kerusi pelajar dengan meja



Spesifikasi: a) Diperbuat daripada plastik (*polypropylene*)

b) Berwarna biru cair

c) Bingkai kerusi diperbuat daripada keluli lembut jenis geronggang

d) Mempunyai meja jenis papan serpihan (*chip board*)