

KAJIAN SIFAT KELESUAN BAGI
LOGAM ALOI KARBON RENDAH DENGAN DAN TANPA PENAMBAHAN
KARBIDA MELALUI UJIAN KELESUAN MENGGUNAKAN DAYA
TEGANGAN

MUHAMMAD HAFIZ BIN HJ. ITHNIN

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
(Rekabentuk & Inovasi)

Tandatangan :.....

Nama Penyelia 1 :.....

Tarikh :.....

Tandatangan :.....

Nama Penyelia 2 :.....

Tarikh :.....

**Potong yang tidak berkenaan*

KAJIAN SIFAT KELESUAN BAGI
LOGAM ALOI KARBON RENDAH DENGAN DAN TANPA PENAMBAHAN
KARBIDA MELALUI UJIAN KELESUAN MENGGUNAKAN DAYA
TEGANGAN

MUHAMMAD HAFIZ BIN HJ. ITHNIN

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 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 :.....

Tarikh :.....

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah, penulis ingin memunajatkan syukur tidak terhingga kehadiran Illahi dan selawat keatas junjungan besar Rasullullah S.A.W.

Penulis ingin merakamkan setinggi - tinggi penghargaan ikhlas kepada penyelia, En Omar b.Bapokutty atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini.

Penghargaan juga ditujukan khas buat juruteknik – juruteknik bengkel dan makmal iaitu En. Rashdan, En. Mazlan dan En. Ridzwan diatas segala pertolongan berkenaan fabrikasi spesimen dan ujian yang dijalankan dan bantuan menggunakan peralatan.

Penulis juga ingin berterima kasih kepada Sebelas khususnya, dan pelajar BMCD tahun 4 sesi 2004 - 2008 umumnya, diatas bantuan dan sokongan yang diberikan.

Akhir sekali, khas buat Dayana Sheda Al – Azmi dan keluarga tersayang atas sokongan yang diberikan sehingga berjaya menyiapkan tesis ini.

ABSTRAK

Kegagalan mekanikal telah menjadi punca kepada terjadinya kecederaan dan kerugian kos kewangan yang banyak. Walaubagaimanapun, berbanding kepada kejayaan yang dikecapi dalam rekabentuk struktur dan komponen mekanikal, kegagalan mekanikal adalah minimal. Pelbagai mod kegagalan mekanikal yang berlainan wujud dalam setiap lapangan kejuruteraan. Kegagalan – kegagalan ini boleh berlaku sama ada dalam persekitaran ringkas atau kompleks, dan pada struktur yang mahal atau murah. Kegagalan yang berkaitan dengan sifat kelesuan (tegasan berulang – ulang) adalah kegagalan dengan pelbagai disiplin dan adalah penyebab umum dalam konteks kegagalan mekanikal. Kelesuan adalah proses kerosakan bertokok dalam persekitaran yang lembut yang disebabkan oleh beban (tegasan) turun-naik (mampatan-regangan) yang berulang – ulang. Logam tulen kebiasaannya lembut dan lemah selain mempunyai sifat konduksi elektrik dan haba yang tinggi. Pengukuhan melalui proses penambahan sesuatu bahan dapat dilakukan ke atas logam tulen. Peranan pengukuhan adalah untuk menguatkan dan mengeraskan sesuatu bahan melalui penambahan bahan seramik seperti oksida, karbida, nitrida dan lain – lain. Melalui penambahan karbida, sifat mekanik sesuatu bahan atau struktur dapat diperkuatkan dan diperkukuhkan.

ABSTRACT

Mechanical failures have been the causes to occurrence of injuries and much financial loss. However, compared to the prodigious number of successfully designed structure and mechanical components, the failures are minimal. Vary modes of mechanical failures exist in vary fields of engineering. These failures can occur both in the simple or complex environment, and to expensive or inexpensive structure. The failures that relate to the fatigue properties (repeated load) are a failure with multidiscipline and the common cause in the context of mechanical failure. Fatigue is a cumulative damage process in a smooth environment that is causes by repeated fluctuating loads. Pure steel is naturally mild and weak besides having high electrical and thermo conductivity properties. Reinforcement through addition of other material can be done on this type of steel. The reinforcement purpose is to strengthen and harden a material with addition of ceramics such as oxides, carbides, nitrides and so on. Via the addition of carbide by the mean of carbonizing process, the mechanical properties of material can be affected in both strength and firmness.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	<i>ABSTRACT</i>	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xvi
	SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB I	PENGENALAN	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Latar Belakang Kertas Kajian	1
	1.3 Tujuan	2
	1.4 Objektif	3
	1.5 Skop	3
	1.6 Carta Alir Pengendalian PSM	4

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB II	KAJIAN ILMIAH	5
2.1	Teori Umum Sifat Lesu	5
	2.1.1 Definasi Kelesuan	5
	2.1.2 Ujian Kelesuan	6
	2.1.3 Persamaan Umum Teori Sifat Lesu	7
	2.1.4 Mod Kitaran Tegasan Masa	9
	2.1.5 Lengkungan S-N	10
2.2	Sifat Mekanik Bahan Logam	13
	2.2.1 Tegasan dan Terikan	14
	2.2.1.1 Jenis – Jenis Ujian Tegasan dan Terikan	15
	(a) Ujian Tegangan	15
	(b) Ujian Mampatan	16
	2.2.2 Deformasi	16
	2.2.2.1 Deformasi Elastik	16
	2.2.2.2 Deformasi Plastik	18
	2.2.3 Sifat Tegangan	19
	2.2.3.1 Pengalahan dan Kekuatan Alah	19
	2.2.3.2 Kekuatan Tegangan	20
2.3	Pengukuhan Dalam Bahan Logam	22
	2.3.1 Mekanisme Pengukuhan	22
	2.3.1.1 Pengurangan Saiz Ira	23
	2.3.1.2 Aloji Larutan Pepejal	23
	2.3.1.3 Pengerasan Terikan	24
	2.3.1.4 Pengerasan Permukaan	24
BAB III	KAEDAH UJIKAJI	25
3.1	Carta Metodologi	25
3.2	Bahan Mentah	26

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	3.3 Penyediaan Spesimen	28
	3.3.1 Proses Pemotongan	28
	3.3.2 Perataan Permukaan	29
	3.3.3 Pembentukan Spesimen ‘Dogbone’	32
	3.3.4 Pengerasan Permukaan	33
	3.4 Ujian Tegasan Terikan	34
	3.4.1 Ujian Tegangan	34
	3.4.2 Ujian Kelesuan	36
BAB IV	KEPUTUSAN	38
	4.1 Bahagian 1 – Spesimen Tanpa Penambahan Karbida	38
	4.1.1 Ujian Tegangan	38
	4.1.2 Ujian Kelesuan	40
	4.2 Bahagian 2 – Spesimen Dengan Penambahan Karbida	42
	4.2.1 Ujian Tegangan	42
	4.2.2 Ujian Kelesuan	44
BAB V	PERBINCANGAN	46
	5.1 Penyesuaian Semula Kaedah Ujikaji	46
	5.1.1 Penyediaan Spesimen	46
	5.1.2 Ujian Kelesuan	48
	5.2 Andaian	49
	5.3 Penukaran Daya Kepada Tegasan dan Kiraan Modulus Young Spesimen	51
	5.3.1 Spesimen Tanpa Penambahan Karbida	51
	5.3.2 Spesimen Dengan Penambahan Karbida	53

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	5.4 Perbandingan Data Spesimen	55
	5.4.1 Perbandingan Graf Ujian Tegangan	55
	5.4.2 Perbandingan Graf Ujian Kelesuan	57
	5.4.3 Perbandingan Data Perolehan dan Data Kiraan	58
BAB VI	KESIMPULAN	60
	RUJUKAN	61
	BIBLIOGRAFI	63
	LAMPIRAN	64

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Komposisi Kimia Umum Bagi Logam Karbon Rendah (Sumber: eFunda, 2007)	26
3.2	Komposisi Kimia Bagi Logam Karbon Rendah - AISI 1020 (Sumber: eFunda, 2007)	27
3.3	Sifat Mekanikal Logam Karbon Rendah - AISI 1020 (Sumber: eFunda, 2007)	27
4.1	Data bagi ujian tegangan spesimen tanpa penambahan Karbida	39
4.2	Data bilangan kitaran untuk spesimen tanpa penambahan Karbida	41
4.3	Data bagi ujian tegangan spesimen dengan penambahan Karbida	43

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.4	Data bilangan kitaran untuk spesimen dengan penambahan Karbida	44
5.1	Perbandingan data ujian tegangan berdasarkan peratusan	56
5.2	Perbandingan data perolehan dan data kiraan	58

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Carta Alir Pengendalian PSM	4
2.1	Tatanama Untuk Kitaran Tegasan-Masa Amplitud Sekata (Sumber: Stephens, R. I. et al, 2001)	7
2.2	Nisbah $R = -1$; Keadaan Balikan Penuh (Sumber: Borsom, J. M. dan Rolfe, S. T. 1999)	8
2.3	Nisbah $R = 0$; Keadaan Tegangan Bergetar (Sumber: Borsom, J. M. dan Rolfe, S. T. 1999)	8
2.4	Lengkungan S-N Amplitud Sekata Pada Keadaan Ujian Tekanan Terkawal (Sumber: Stephens, R. I. et al, 2001)	10
2.5	Lengkungan S-N Pada Keadaan Ujian Daya Kilas atau Daya Lenturan Terkawal (Sumber: Stephens, R. I. et al, 2001)	10

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.6	Lengkungan S-N Dengan Had Lesu (Sumber: Bolotin, V. V. 1999)	12
2.7	Lengkungan S-N Tanpa Had Lesu (Sumber: Callister, W. D. 1997)	13
2.8	'Dogbone' Specimen Dengan Keratan Rentas Bulat (Sumber: Department of Defense Handbook, 2002)	15
2.9	Rajah Skematik Tegasan-Terikan Menunjukkan Deformasi Elastik Linear (Sumber: Smith, W. F. 1996)	17
2.10	Rajah Skematik Tegasan-Terikan Menunjukkan Deformasi Elastik Tidak Linear dan Penentuan Modulus Young Berdasarkan Plot Tangen (Sumber: Smith, W. F. 1996)	18
2.11	Rajah Tegasan-Terikan Yang Menunjukkan Deformasi Elastik dan Deformasi Plastik (Sumber: Smith, W. F. 1996)	19
2.12	Rajah Tegasan-Terikan Yang Menunjukkan Penentuan Nilai Kekuatan Alah Menggunakan Kaedah Anjakan Terikan (Sumber: Hertzberg, R. W. 1995)	20

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.13	Rajah Tegasan-Terikan Yang Menunjukkan Nilai Kekuatan Tegangan (Sumber: Anderson, J. C. et al, 2003)	21
3.1	Carta Alir Metodologi	25
3.2	Logam Karbon Rendah – AISI 1020	26
3.3	Dimensi Bagi Spesimen “ <i>Dogbone</i> ”	28
3.4	Mesin <i>Scantool 254vsh Bendsaw</i>	29
3.5	Mesin Larik Konvensional <i>GATE G-330E</i>	30
3.6	Proses Meratakan permukaan Sisi	31
3.7	(a) Bahan Sebelum Proses Perataan Sisi (b) Bahan Selepas Proses Perataan dan Ditebuk Lubang	31 31
3.8	Mesin Larik <i>CNC OKUMA LB200-R</i>	32
3.9	Spesimen “ <i>Dogbone</i> ”	32
3.10	Rajah Tegasan-Terikan Yang Menunjukkan Kekuatan Alah Maksimum (Sumber: Material Book of ASTM Standard, 2004)	34

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.11	Mesin Ujian Tegangan <i>Instron 8802</i>	36
3.12	Kekuatan Alah Maksimum dan Manipulasi Tegasan	37
4.1	Ujian tegangan spesimen tanpa penambahan Karbida	38
4.2	Manipulasi amplitud tegasan dengan min tegasan 20 kN	40
4.3	Lengkung S – N spesimen tanpa penambahan Karbida	41
4.4	Ujian tegangan spesimen dengan penambahan Karbida	42
4.5	Lengkung S – N spesimen dengan penambahan Karbida	45
5.1	Dimensi spesimen ‘ <i>Dogbone</i> ’ mengikut standard ASTM E08	47
5.2	Spesimen dengan modifikasi ‘ <i>Grooving</i> ’	47
5.3	Kekuatan alah maksimum dan manipulasi amplitud tegasan	48
5.4	Manipulasi amplitud tegasan selepas penyesuain semula	49
5.5	Graf perbandingan data ujian tegangan	55
5.6	Graf perbandingan lengkung S – N	57

SENARAI SIMBOL

σ	=	Tegasan, N/m ²
σ_m	=	Tegasan Min, N/m ²
σ_r	=	Jarak Tegasan
σ_a	=	Amplitud Tegasan
σ_{max}	=	Tegasan Maksimum, N/m ²
σ_{min}	=	Tegasan Minimum, N/m ²
R	=	Nisbah Tegasan
S	=	Tekanan Nominal, N/m ²
N_f	=	Bilangan Kitaran Sebelum Kegagalan
N_t	=	Jangkahayat Mutlak
N_i	=	Hayat Pemula Rekahan
N_p	=	Hayat Perambat Rekahan
F	=	Daya Seketika Yang Dikenakan, N/m ²
A_0	=	Luas Keratan Rentas Sebelum Daya Dikenakan, m ²
E	=	Terikan
l_i	=	Panjang Ketika Daya Dikenakan, m
l_0	=	Panjang Asal Sebelum Daya Dikenakan, m
E	=	Modulus Terikan, Nm ⁻²
% CW	=	Peratus Kerja Sejuk
A_0	=	Luas Keratan Rentas Awal
A_d	=	Luas Keratan Rentas Akhir
C	=	Karbon

Cu	=	Kuprum
Mn	=	Mangan
P	=	Fosforus
Si	=	Silika
S	=	Sulfur
CO	=	Karbon Monoksida
σ_n	=	Nilai Tegasan Manipulasi
$\sigma_{Y_{max}}$	=	Nilai Kekuatan Alah Maksimum

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Gantt Chart PSM 1	64
B	Gantt Chart PSM 2	65
C	Lukisan Kejuruteraan Spesimen <i>'Dogbone'</i>	66
D	Kod Mesin Larik CNC: Pembentukan Spesimen <i>'Dogbone'</i>	67
E	Data Asal Ujian Tegangan Spesimen Tanpa Penambahan Karbida	68
F	Data Asal Ujian Tegangan Spesimen Dengan Penambahan Karbida	71

BAB I

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Projek Sarjana Muda (PSM) adalah satu kemestian kepada semua pelajar tahun akhir Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia Melaka (UTeM) bagi memperolehi ijazah kepujian dalam lapangan kejuruteraan. Para pelajar akan mengaplikasikan keseluruhan pengetahuan hasil pembelajaran ke dalam projek ini. Projek ini memerlukan aplikasi menyeluruh dari segi teori, eksperimen, analisis dan lain – lain lagi.

1.2 Latar Belakang Kertas Kajian

Kelesuan adalah satu bentuk kegagalan yang berlaku bila struktur dikenakan tegasan yang berulang – ulang. Impak utama kegagalan yang berkaitan dengan tegasan yang berulang – ulang pertama kalinya dapat dilihat pada industri perkhidmatan keretapi pada tahun 1840-an dimana pada ketika itu, telah dikenal pasti

bahawa aci pada jalan keretapi kebiasaannya mengalami kegagalan pada bahagian pangkalnya. Perkataan “kelesuan” telah diperkenalkan pada tahun 1840-an dan 1850-an untuk menggambarkan kegagalan yang berpunca dari tegasan yang berulang. Perkataan ini seterusnya digunakan untuk menggambarkan sifat kerapuhan yang berkaitan dengan tegasan yang berulang. Usaha yang berkaitan dengan kegagalan lesu telah diiktiraf di Eropah pada awal abad ke – 19. Pada 1852, Wohler telah menjalankan satu eksperimen yang komprehensif ke atas aci yang dikenakan daya tegang, daya lentur dan daya kilas yang berulang. Usaha ini sangat penting kerana ia membentuk asas rajah Goodman, yang mana merupakan metodologi pertama dibangunkan untuk meramal had lesu, pada pelbagai kadar daya, sebagai satu fungsi asas kekuatan tegangan. Kelesuan telah diaplikasikan ke dalam kriteria rekabentuk pada akhir abad ke – 19 dan terus dikaji sejak dari itu. Penggunaan prinsip sifat lesu dan corak kelesuan telah diformulasikan sejak hampir 150 tahun.

1.3 Tujuan

Kertas kajian ini akan mengkhususkan kepada analisis sifat lesu bagi logam aloi karbon rendah dan kesan penambahan karbida ke atas sifat lesu logam aloi karbon rendah serta membincangkan perbandingan sifat lesu antara dua logam tersebut. Kertas kajian ini akan merangkumi bab – bab seperti dibawah:

- Bab 1 – Menyatakan tujuan, latar belakang, objektif dan skop bagi kertas kajian.
- Bab 2 – Menerangkan tentang teori – teori yang berkaitan dengan sifat lesu, pengukuhan dalam bahan, sifat mekanik bahan logam termasuk ujian tegangan.
- Bab 3 – Perincian tentang penyediaan spesimen, kaedah ujikaji.
- Bab 4 – Penjadualan data perolehan hasil ujikaji.
- Bab 5 – Perbincangan menyeluruh kertas kajian berdasarkan data ujikaji.
- Bab 6 – Kesimpulan penuh kertas kajian hasil dari data dan perbincangan.

1.4 Objektif

Objektif kajian adalah seperti berikut:

1. Mengkaji kesan penambahan karbida ke atas sifat lesu logam aloi karbon rendah.
2. Menganalisa perbezaan sifat lesu antara logam aloi karbon rendah tanpa penambahan karbida dengan logam aloi karbon rendah dengan penambahan karbida melalui ujian kelesuan menggunakan daya tegangan.

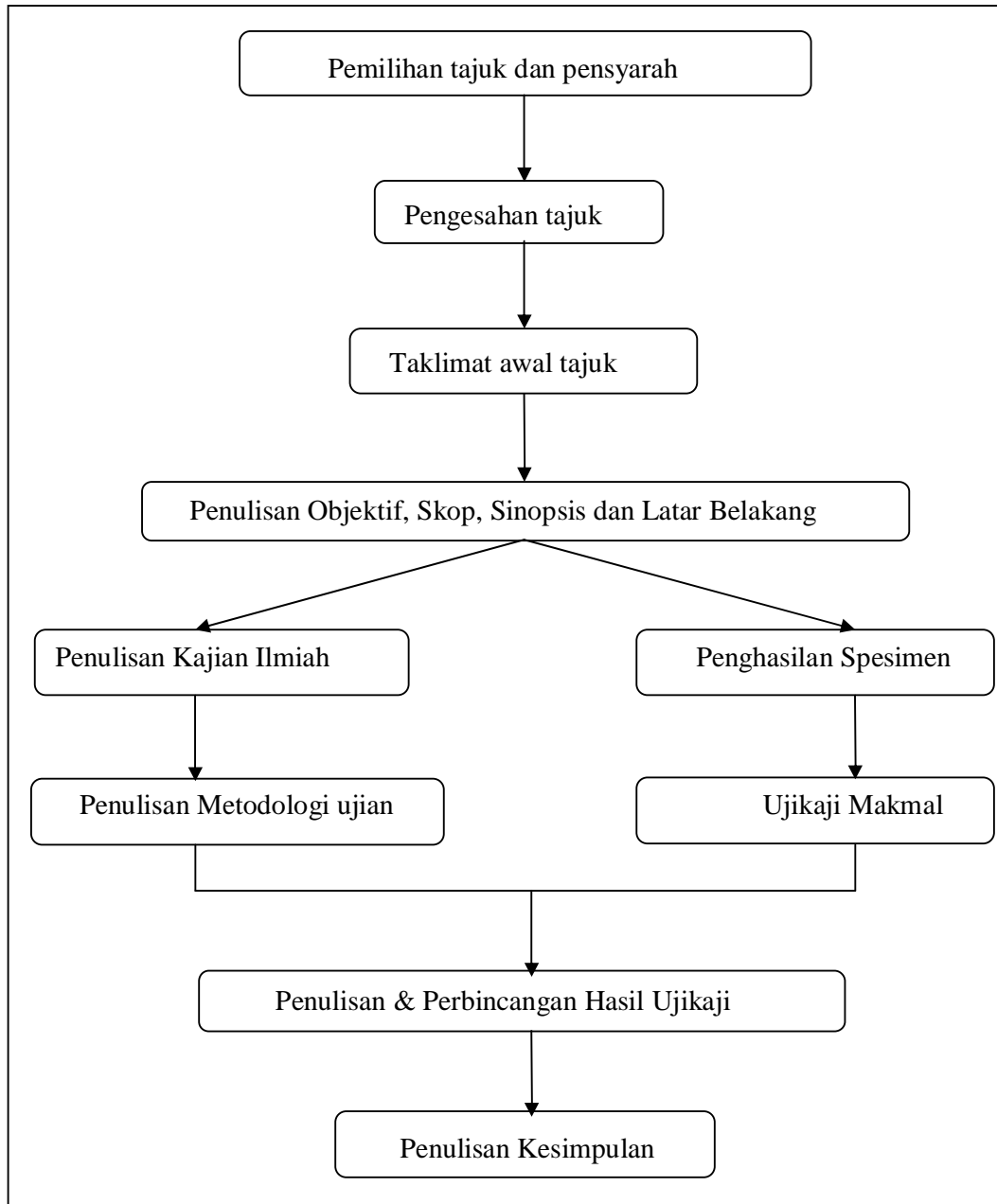
1.5 Skop

Skop kertas kajian ini akan merangkumi:

- Penyediaan spesimen '*Dogbone*'
- Proses penambahan Karbida (*Carburizing*)
- Ujian Tegangan
- Ujian Kelesuan
- Penjadualan data dan penulisan laporan

Setiap skop – skop ini akan dibincangkan dalam bab - bab seperti dinyatakan di atas.

1.6 Carta Alir Pengendalian PSM



Rajah 1.1: Carta Alir Pengendalian PSM