

KAJIAN KELESUAN LOGAM BERKARBON RENDAH MELALUI
PENYUSUKKARBONAN DAN TANPA PENYUSUKKARBONAN
MENGUNAKAN BEBAN REGANGAN DAN MAMPATAN

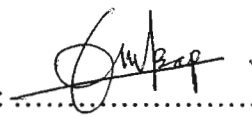
SARIANSA BIN SANTIE

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

FAKULTI KEJURUTERAAN MEKANIKAL
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

MAC 2008

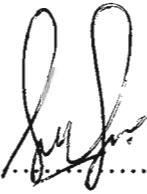
‘Saya akui bahawa telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur dan Bahan)’

Tandatangan : 

Nama Penyelia 1 : EN. OMAR BAPOKUTTY

Tarikh : 27 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 : SARIANSA BIN SANTIE

Tarikh : 27 MAC 2008

UNTUK IBU DAN BAPA TERSAYANG

SANTIE BIN HARRISON

SARIAH BINTI MACKSON

ADIK-ADIK YANG DISAYANGI

JEENADLISA BTE SANTIE

TERRISA BTE SANTIE

NUR ARLISA BTE SANTIE

PENGHARGAAN

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

Dikesempatan ini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada penyelia En.Omar Bapokutty kerana bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Dari itu saya berasa berbangga kerana menjadi salah seorang pelajar dibawah seliaan beliau. Ini kerana, tanpa ilmu yang beliau miliki itu tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Saya juga ingin mengucapkan berjuta-juta terima kasih kepada juruteknik yang berpengalaman iaitu Encik Rashdan dan Encik Raduan diatas pertolongan yang telah diberikan semasa kajian dilakukan. Tanpa pertolongan mereka tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini.

Tidak lupa juga kepada kawan-kawan yang mana telah banyak memberi pertolongan dan dorongan dalam menyiapkan tesis ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa tercinta kerana berkat doa mereka dapatlah tesis ini disiapkan. Terima kasih semua.

ABSTRAK

Kelesuan logam merupakan salah satu kelemahan yang berlaku pada logam. Kajian kelesuan adalah penting kerana melalui kajian ini dapatlah diketahui tahap kekuatan logam yang digunakan. Kelesuan logam pula boleh berlaku diakibatkan oleh daya-daya seperti mampatan, tegangan dan juga daya tegangan mampatan. Untuk menghasilkan kelesuan pada logam, spesimen disediakan bermula dari pemotongan bahan dan pembentukan spesimen menggunakan mesin CNC. Dari spesimen yang dihasilkan, ujian yang pertama dilakukan adalah ujian penyusukkarbonan terhadap separuh daripada spesimen yang digunakan. Tujuan ujian ini dilakukan adalah untuk membandingkan antara logam yang melalui ujian penyusukkarbonan dan tidak apabila ujian kelesuan dilakukan. Ujian yang seterusnya adalah ujian regangan dan mampatan. Tujuan ujian ini dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai rujukan bagi ujian kelesuan menggunakan daya regangan dan mampatan. Setelah nilai rujukan diperolehi, maka ujian kelesuan dilakukan menggunakan mesin UTM. Dari ujian ini, data yang diperolehi akan menghasilkan graf lengkung S-N. Kekuatan kelesuan logam pula bergantung kepada amplitud yang digunakan semasa ujian dilakukan.

ABSTRACT

Fatigue is one of the defect that occur on metal. This study is important because from this study the fatigue limit of metal can be known. Fatigue on metal can occur by various force such as tension, compression and tension compression. To do fatigue on metal, specimen was prepared from cutting to shape it with CNC machine. From the specimen, the first test that been done is carburizing test on half of the specimen. The purpose of the test is to make a difference between the steel that been carburized and not when it been done on fatigue test. Then the next test is tensile compression testing. The purpose of the test is to get the mean stress for the fatigue testing using the tensile and compression load. After the mean stress was obtained, then fatigue will do by using UTM machine. From that testing, what we obtained is S-N curve. Fatigue limit is depend on amplitud that we used during testing.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGESAHAN	i
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xvi
1	Pengenalan	
	1.1 Latar Belakang Kajian	1
	1.2 Objektif Kajian	2
	1.3 Skop Kajian	3
	1.4 Penyataan Masalah	4
2	Kajian Ilmiah	
	2.1 Penyediaan Sampel	5
	2.2 Penyusukkarbonan	7
	2.2.1 Penyusukkarbonan Pek	8

BAB	PERKARA	HALAMAN
	2.3 Ujian Regangan	9
	2.3.1 Kitaran Tegangan	14
	2.4 Kelesuan	15
	2.4.1 Ciri-Ciri Keretakan Kelesuan	18
	2.4.2 Jenis-Jenis Kitaran Lesu	21
	2.4.3 Retak Lesu	23
	2.4.4 Pertumbuhan Retak Lesu	24
	2.4.5 Lengkung Hayat Lesu	31
	2.4.6 Faktor Yang Mempengaruhi Kelesuan	32
	2.4.7 Faktor Utama Yang Mempengaruhi Kekuatan Lesu Sesuatu Bahan Logam	35
	2.2.8 Faktor yang Mempengaruhi Jangka Hayat Lesu Sesuatu Bahan	36
 3	 METODOLOGI	
	3.1 Bahan	38
	3.2 Peralatan	39
	3.3 Kaedah Penyediaan Spesimen	43
	3.4 Kaedah Kajian	46
	3.4.1 Ujian Penyusukkarbonan	47
	3.4.2 Ujian Regangan dan Mampatan	48
	3.4.3 Ujian Kelesuan	49
 4	 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
	4.1 Keputusan	52

BAB	PERKARA	HALAMAN
	4.1.1 Keputusan Ujian Penyusukkarbonan	53
	4.1.2 Keputusan Ujian Regangan	54
	4.1.3 Keputusan Ujian Mampatan	56
	4.1.4 Keputusan Ujian Kelesuan	59
	4.2 Perbincangan	68
	4.2.1 Perbincangan Bagi Ujian Regangan	68
	4.2.2 Perbincangan Bagi Ujian Mampatan	70
	4.2.3 Perbincangan Bagi Ujian Kelesuan	71
	4.3 Lengkung S-N	74
	4.4 Faktor yang mempengaruhi kelesuan	75
	4.5 Kesimpulan Daripada Perbincangan	76
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN KERJA PADA MASA HADAPAN	
	5.1 Kesimpulan	77
	5.2 Cadangan untuk kajian masa depan	79
	RUJUKAN	80
	LAMPIRAN	81
	Lampiran A	81
	Lampiran B	84

SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	HALAMAN
2.1	Faktor keboleharapan	34
3.1	Spesifikasi bahan yang digunakan	38
3.2	Jadual sifat mekanikal	39
3.3	Spesifikasi mesin gergaji lengkung	40
3.4	Spesifikasi Mesin Larik CNC	41
3.5	Spesifikasi Mesin UTM	43
4.1	Keputusan ujian regangan untuk spesimen tanpa penyusukkarbonan	55
4.2	Keputusan ujian regangan untuk spesimen yang melalui penyusukkarbonan	56
4.3	Keputusan ujian mampatan untuk spesimen tanpa penyusukkarbonan	57
4.4	Keputusan ujian mampatan untuk spesimen yang melalui penyusukkarbonan	58
4.5	Keputusan bagi ujian kelesuan tanpa penyusukkarbonan	59
4.6	Keputusan bagi ujian kelesuan yang melalui penyusukkarbonan	60
4.7	Data Kelesuan Bagi Spesimen Tanpa Penyusukkarbonan	60
4.8	Data Kelesuan Bagi Spesimen Yang Melalui Penyusukkarbonan	62
4.9	Keputusan Kelesuan untuk spesimen tanpa penyusukkarbonan	64

JADUAL	TAJUK	HALAMAN
4.10	Keputusan Kelesuan Untuk Spesimen Yang Melalui Penyusukarbonan	65
4.11	Perbandingan Nilai Tegasan	67
4.12	Perbandingan Kelesuan Berdasarkan Nilai Kitaran Yang Sekata	68

SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK	HALAMAN
2.1	Bentuk dan dimensi spesimen untuk ujian kelesuan	5
2.2	Dimensi bahan ujikaji A	6
2.3	Dimensi bahan ujikaji B	7
2.4	Contoh bahan ujikaji bagi ujian regangan	10
2.5	Graf tekanan melawan terikan untuk 6061 T6 Aluminium	11
2.6	Pembengkokan dawai keluli	15
2.7	Hentakan pada gandar kenderaan	16
2.8	Getaran jambatan	16
2.9	Pegas kenderaan	17
2.10	Mikrograf bagi retak lesu	18
2.11	Graf S-N	22
2.12	Bentuk dan saiz spesimen yang digunakan dalam ujian penggeselsuaian keletihan	24
2.13	Data ujian kelesuan	24
2.14	Kadar pertumbuhan Retak	25
2.15	a) Kadar pertumbuhan Retak-lesu dalam Ti6242 aloi di 520oC dengan pelbagai lamela mikrostruktur kesan daripada memuat kekerapan	26
	b) Kadar pertumbuhan Retak-lesu dalam Ti6242 aloi di 520oC dengan pelbagai lamela mikrostruktur kesan daripada 5 minit masa pegang di tekanan puncak (kekerapan 0.05Hz)	26

RAJAH	TAJUK	HALAMAN
2.16	a) Satu permukaan retakan yang dilihat pada spesimen	27
	b) Anak panah menunjukkan prisma menyatah gelincir	27
2.17	a) Retak awalan dan perambatan retak	28
	b) Bahagian yang mengalami retak	28
2.18	Peringkat retak yang berlaku pada spesimen	28
2.19	Perbezaan nilai tegasan dan kitaran menghasilkan panjang retak yang berbeza	29
2.20	Graf orientasi dan panjang retak pada peringkat satu	29
2.21	Perbezaan bentuk takuk	30
2.22	Retak yang terhasil selepas ujian kelesuan dikesan dengan SEM	31
2.23	Lengkung Hayat Lesu	32
3.1	Mesin gergaji lengkung	40
3.2	Mesin larik CNC	41
3.3	Mesin UTM	42
3.4	Bentuk spesimen bagi kajian kelesuan	44
3.5	Proses pemotongan logam berkarbon rendah	45
3.6	Proses pembentukan spesimen	46
3.7	Relau	46
3.8	Kawalan Relau	46
3.9	Relau Di buka Untuk Ujian	47
3.10	Spesimen Untuk Ujian Mampatan	48
3.11	Proses Mampatan	48
3.12	Proses Regangan	49
3.13	Ujian Kelesuan	51

RAJAH	TAJUK	HALAMAN
4.1	Spesimen yang melalui ujian penyusukkarbonan dan sebaliknya	53
4.2	Spesimen Tanpa Penyusukkarbonan	54
4.3	Spesimen Melalui Penyusukkarbonan	54
4.4	Graf ujian regangan untuk spesimen tanpa Penyusukkarbonan	55
4.5	Graf ujian regangan untuk spesimen yang melalui penyusukkarbonan	56
4.6	Graf ujian mampatan untuk spesimen tanpa Penyusukkarbonan	57
4.7	Graf ujian mampatan untuk spesimen yang melalui penyusukkarbonan	58
4.8	Spesimen selepas kelesuan menunjukkan 'Beach Mark'	59
4.9	Graf Lengkung S-N (Tanpa Penyusukkarbonan)	65
4.10	Graf Lengkung S-N (Penyusukkarbonan)	66
4.11	Graf Perbandingan Lengkung S-N	67

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	=	DEFINISI
T	=	Suhu (Temperature)
F	=	Daya (Force)
A	=	Luas (Area)
L	=	Panjang (Length)
N	=	Kitaran (cycle)
S	=	Tegasan (Stress)

HURUF GREEK	=	DEFINISI
σ	=	Tegasan
ϵ	=	Tegasan Mampatan
δ	=	Perubahan jarak

SINGKATAN	=	DEFINISI
AISI	=	American International Supply Inc.
SAE	=	Stanford Applied Engineering
ASTM	=	American Standard Test Material
CNC	=	Computer Numerical Method

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
A	Kod bagi program mesin larik CNC untuk spesimen "Tulang Anjing"	81
B	Graf Dan Jadual Untuk Ujian Regangan, Mampatan Dan Kelesuan	84

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Pada tahun 1903, sejarah telah mencatatkan bahawa James Alfred Ewing merupakan individu pertama yang mendemonstrasikan tentang kegagalan kelesuan logam dalam keretakan mikroskopik. Kemudian pada tahun 2000, D.H.Ryu, T.W.Choi, Y.I.Kim dan S.H.Nahm telah melakukan ujikaji mengesan retak lesu dengan menggunakan pemprosesan imej. Dalam kajian ini, retak yang terhasil dikesan dengan menggunakan kamera CCD. Pada tahun 2005, giliran Hiroshi Tsuda, Jung-Ryul Lee dan Yisheng Guan untuk menjalankan kajian retak lesu. Mereka ini menjalankan kajian perambatan retak lesu keatas keluli tahan karat dengan menggunakan pengesan gelombang ultrasonik.

Keretakan akibat kelesuan adalah kebiasaannya dikenalpasti sebagai salah satu penyebab utama yang menyebabkan kegagalan dalam struktur sesebuah bahan logam. Kelesuan adalah sejenis kerosakan struktur yang bertindak secara menumpu dan perlahan-lahan dan semakin bertambah kesannya ke atas sesuatu logam apabila logam tersebut dikenakan beban atau daya ketegasan yang berubah-ubah pada tekanan nominal. Terdapat beberapa contoh komponen mesin yang mengalami kejadian gagal lesu adalah jenis yang bergerak seperti shaf, bar penghubung dan gear.

Fenomena gagal lesu pada kebiasaannya berpusat pada titik penumpuan tegangan seperti pada sudut tajam ataupun pada “*metallurgical inclusion*” (flaw). Sebaik sahaja titik itu terbentuk, keretakan pada titik tersebut akan merebak merentasi bahagian tersebut di bawah pengaruh tegangan yang berulang ataupun yang berkitar. Pada peringkat proses lesu ini, “*clampsheff*” atau “*beach*” mark akan terbentuk. Akhirnya, bahagian yang selebihnya akan menjadi terlalu kecil sehingga menyebabkan bahagian tersebut tidak lagi mampu menampung sebarang daya dan keretakan yang lengkap akan terhasil. Oleh yang demikian, kebiasaannya terdapat dua jenis permukaan yang jelas dapat dikenalpasti iaitu;

- Kawasan permukaan licin yang disebabkan oleh kesan gosokan di antara kawasan permukaan licin yang terdedah dimana keretakan merebak merentasi bahagian tersebut.
- Kawasan permukaan kasar yang terbentuk akibat keretakan apabila beban menjadi terlalu besar untuk keratan rentas yang selebihnya.

Terdapat beberapa jenis ujian untuk menentukan jangka hayat lesu sesuau bahan. Ujian yang selalu di gunakan ialah ujian kitaran “*bar*” dimana spesimen akan dikenakan daya mampatan dan regangan yang berubah-ubah. Semasa ujian lesu ke atas contoh spesimen dilakukan, bahagian tengah specimen akan merasai tegangan pada bahagian bawah permukaannya dan mampatan pada bahagian atas permukaan specimen tersebut. Data daripada eksperimen ini akan di plot dalam bentuk lengkungan SN yang mana tegangan, S yang menyebabkan kegagalan akan di plot melawan bilangan kitaran, N di mana kegagalan berlaku

1.2 Objektif Kajian

Mengetahui dan mengkaji kelesuan logam berkarbon rendah apabila dikenakan daya mampatan dan daya regangan samada melalui

penyusukkarbonan ataupun tidak. Ini adalah penting untuk kerja-kerja atau aktiviti yang melibatkan pembinaan seperti bangunan, jambatan, dan lain-lain.

Objektif seterusnya adalah untuk membuat perbandingan ujian kelesuan diantara logam yang telah melalui penyusukkarbonan dan tidak yang seterusnya melalui proses regangan mampatan.

Antara lain objektif kajian adalah membuktikan graf S-N yang diperolehi daripada proses kelesuan akibat daripada daya mampatan dan regangan, mengetahui kekuatan logam apabila dikenakan daya tegangan secara perlahan-lahan pada paksi menegak dan dalam julat daya mampatan tertentu dan akhir sekali menghasilkan satu kajian ilmiah yang berguna.

1.3 Skop Kajian

Skop kajian ini pula adalah melibatkan seperti kesan yang berlaku keatas logam apabila dikenakan daya mampatan dan daya regangan. Kajian ini akan dilakukan berdasarkan kajian yang telah dilakukan oleh individu yang terdahulu. Walaubagaimanapun sumber kajian yang telah dilakukan adalah terhad dan amat sedikit. Ini kerana kajian kelesuan logam melalui penyusukkarbonan menggunakan daya mampatan dan daya regangan amat jarang dilakukan.

Antara lainnya juga adalah untuk membentuk dan membina langkah-langkah eksperimen untuk kajian yang saya lakukan, mengambil dan mengumpul data dan maklumat untuk eksperimen dan juga mengenalpasti data dan maklumat yang telah diambil untuk mendapatkan kekuatan retakan dan lain-lain.

Skop utama dalam projek ini adalah melakukan ujian lesu keatas logam berkarbon rendah melalui penyusukkarbonan dengan menggunakan teknik regangan dan mampatan. Sebelum ujian lesu dijalankan separuh

daripada spesimen akan melalui ujian penyusukkarbonan manakala separuh lagi tidak. Selepas itu, proses regangan dan mampatan akan dilakukan keatas 2 spesimen yang melalui penyusukkarbonan dan 2 untuk yang tidak melalui penyusukkarbonan untuk mendapatkan nilai tegangan purata. 8 spesimen yang lainnya akan terus dilakukan ujian kelesuan. Perbandingan diantara spesimen yang melalui penyusukkarbonan dan sebaliknya akan dianalisis. Dalam menjalankan projek ini, skop yang diambil perhatian adalah mengenai pemilihan aloi yang sesuai untuk melakukan ujian retak-lesu. Untuk ujian ini logam berkarbon rendah ASTM AISI 1020 telah digunakan untuk kajian ini. Pemilihan logam ini adalah kerana ianya sangat sesuai untuk projek ini.

Untuk menjalankan projek ini, bilangan spesimen yang diperlukan adalah sebanyak 12 spesimen. 6 dari bilangan spesimen tersebut akan melalui ujian penyusukkarbonan, manakala 6 lagi tidak. 2 untuk setiap penyusukkarbonan dan sebaliknya akan melalui ujian regangan mampatan dan selebihnya akan melalui ujian kelesuan.

1.4 Penyataan Masalah

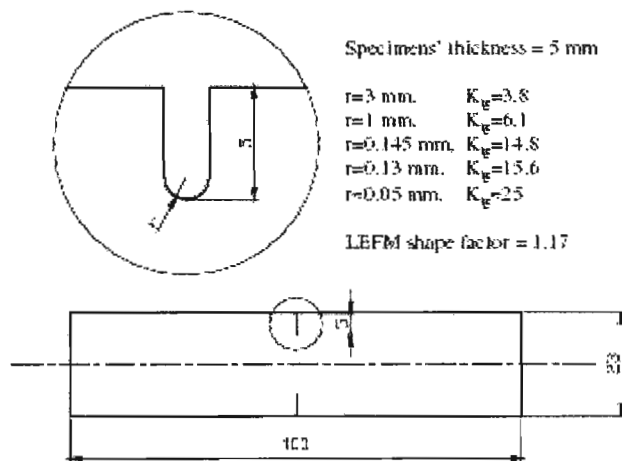
Kajian kelesuan dijalankan kerana banyak peralatan atau komponen-komponen dalam sesebuah kereta ataupun bangunan yang akan mengalami kelesuan ataupun kehausan apabila telah lama digunakan ataupun digunakan secara berterusan. Kajian dijalankan menggunakan proses penyusukkarbonan untuk membuktikan adakah proses penyusukkarbonan dapat meningkatkan lagi kekuatan kelesuan sesuatu logam ataupun tidak. Ini adalah kerana mengikut teori penyusukkarbonan, proses penyusukkarbonan akan menguaykan ketahanan sesuatu logam serta mengeraskan sesuatu logam.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Penyediaan Sampel

G. Meneghetti, Susmel, r. Tovo (2006) telah menjalankan ujikaji retak-lesu kitaran tinggi keatas spesimen yang mempunyai penumpuan tegasan yang berbeza. Spesimen yang digunakan adalah bersaiz 23mm lebar, panjang 100mm dan tebal 5mm. Terdapat dua takuk dilakukan pada spesimen. Takuk yang dihasilkan adalah untuk kegunaan ujian-ujian ketegangan dan ujian kelesuan dengan tujuan untuk memastikan bahawa kegagalan ataupun keretakan berlaku dan tertumpu di bahagian tersebut. Rajah 1 menunjukkan bentuk dan dimensi spesimen yang digunakan.

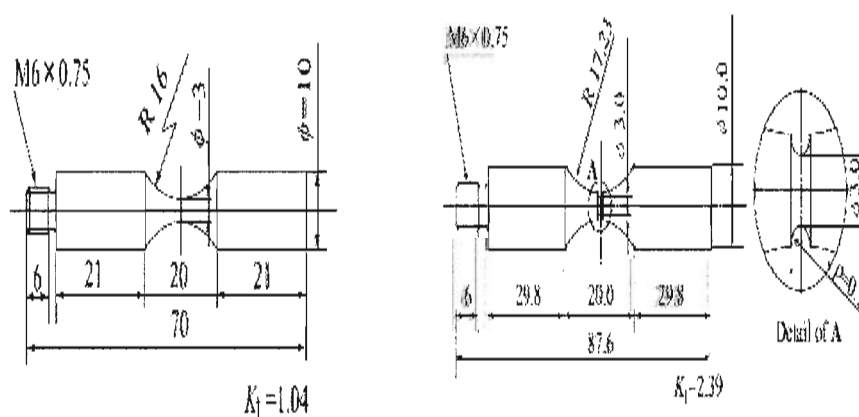


Rajah 2.1 Bentuk dan dimensi spesimen untuk ujian kelesuan

(Sumber: G. Meneghetti, Susmel dan r. Tovo [2006])

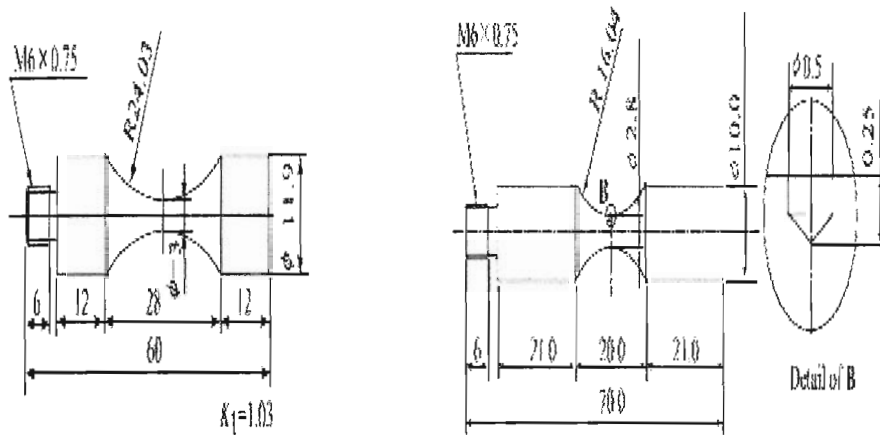
Yoshiaki et.al [2006] dalam kajian mereka iaitu mengenai pengaruh takik keatas kekuatan kelesuan logam. Kajian ini dilakukan dengan membandingkan dua bahan ujikaji yang berbeza iaitu permukaannya licin dan bahan ujikaji yang permukaan mempunyai takuk yang mana dinamakan sebagai SUJ2-A dan SUJ2-B. Lihat Rajah 2 dan Rajah 3 untuk dimensi bagi setiap spesimen. Lengkung S-N yang diperolehi dari bahan ujikaji yang permukaan licin adalah berbeza dengan bahan ujikaji yang mempunyai takuk tetapi perbezaannya tidak berapa jelas. Perbezaan diantara SUJ2-A dan SUJ2-B hanya datang dari penyebaran percantuman saiz.

Kajian ini juga mengatakan bahawa kitar kelesuan terbahagi kepada tiga iaitu yang pertamanya ialah peringkat A. Pada peringkat ini berlakunya penyebaran retak dari percantuman kepada permukaan berbutir-butir. Kemudian peringkat B iaitu penyebaran retak dari berbutir kepada mata ikan dan yang ketika iaitu peringkat C dimana pada peringkat ini berlakunya kepatahan. Kesemua mekanisme penyebaran retak sehingga kepada kepatahan akan digunakan untuk pengiraan kelesuan logam. Faktor keamatan tekanan pada peringkat A adalah malar pada sekitar $4\text{MPm}^{1/2}$. Untuk kes takik berbentuk bulat, kelesuan bermula dari permukaan dan pembentukan gelinciran berlaku pada kitar tinggi. Manakala kekuatan kelesuan bagi bahan yang bertakik adalah lebih rendah berbanding yang permukaan tinggi.



Rajah 2.2 Dimensi bahan ujikaji A

(Sumber: Yoshiaki et.al [2006])



Rajah 2.3 Dimensi bahan ujikaji B

(Sumber: Yoshiaki et.al [2006])

2.2 Penyusukkarbonan

Penyusukkarbonan adalah tambahan karbon ke permukaan keluli berkarbon rendah pada suhu lazimnya antara 850 dan 950 °C (1560 dan 1740 °F), yang mana austenit dengan keterlarutan tinggi untuk karbon, adalah struktur hablur stabil. Pengerasan dicapai apabila lapisan permukaan karbon tinggi dihilangkan untuk membentuk martensit supaya satu kes karbon tinggi martensitic dengan kehausan yang elok dan rintangan lesu adalah menindan di satu teras logam berkarbon rendah yang keras. (Sumber Internet: 30 Julai 2007)

Kes kekerasan untuk keluli yang telah melalui penyusukkarbonan merupakan fungsi utama kandungan karbon. Apabila kandungan karbon keluli melebihi kira-kira 0.50% karbon tambahan tidak mempunyai kesan ke atas kekerasan tetapi boleh meningkatkan keboleherasan. Karbon berlebihan 0.50% mungkin tidak akan lebur, yang oleh itu akan memerlukan suhu yang cukup tinggi bagi menjamin larutan pepejal karbon austenit. Kes kedalaman untuk keluli yang telah melalui penyusukkarbonan berfungsi sebagai masa penyusukkarbonan dan keadaan potensi karbon pada permukaan. Apabila masa pemanjangan untuk penyusukkarbonan digunakan