

KAJIAN KESAN SUHU TERHADAP KELULI LEMBUT PADA DAYA
SERENJANG

RAJA IZHAR AZUAN BIN RAJA IZAM

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

KAJIAN KESAN SUHU TERHADAP KELULI LEMBUT PADA DAYA
SERENJANG

RAJA IZHAR AZUAN BIN RAJA IZAM

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

FAKULTI KEJURUTERAAN MEKANIKAL
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

OCTOBER 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 : PROF DR. MOHD RADZAI BIN SAID

Tarikh : 9 OKTOBER 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 : RAJA IZHAR AZUAN BIN RAJA IZAM

Tarikh : 9 OKTOBER 2008

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur kepada Allah dengan izin-Nya dan saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Prof Dr Mohd Radzai bin Said yang menyelia kerja saya dari semasa ke semasa, memberi maklumat mahupun ilmu dan menolong saya dari minggu pertama kajian ini dilakukan. Terima kasih istimewa kepada beliau yang membimbing dan memberi kepercayaan terhadap kemampuan saya melakukan kajian ini.

Saya juga berterima kasih kepada pihak universiti dengan peluang yang diberikan untuk membuat kajian ini (Projek Sarjana Muda) semasa pembelajaran saya dalam kursus BMCS. Saya banyak pelajari sesuatu di sini yang saya sendiri tidak pernah tahu sebelum ini. Kepada semua pensyarah dan staf di UTeM, terima kasih diucapkan.

Akhir sekali terhadap kajian ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya yang memberi semangat dan memahami keadaan saya sepanjang menjalankan kajian ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada ibubapa saya, Raja Izam Bin Raja Amran dan Raja Mahfuzha Binti Raja Tahir yang sentiasa berada disisi saya memberi galakan dan dorongan pada setiap cara sekalipun serta kepercayaan pada bakat dan kemampuan saya untuk menamatkan kajian ini dengan cemerlang. Tidak dilupakan juga kepada para juruteknik yang banyak memberi tunjuk ajar kepada saya dalam menjalankan sebarang ujian makmal, membantu menyelesaikan masalah dan mencari idea.

Akhir kata pada saya ialah kejujuran dan tanggungjawab sepanjang proses kajian ini adalah amat penting dimana ianya antara kelemahan saya. Aspek ini amat penting pada saya untuk menyiapkan kajian ini. Apa yang lebih penting selepas menamatkan kajian ini adalah mengambil pengajaran, menghargai ilmu yang diperolehi, aplikasi dalam kerjaya kelak dan menjadi insan yang berguna di dunia. Kepada sesiapa yang terlibat secara langsung mahupun tidak, terima kasih saya ucapkan. Yang baik datang dari Allah dan yang buruk datang dari kelemahan saya sendiri.

ABSTRAK

Kajian ini memfokuskan kesan suhu terhadap keluli lembut pada daya seranjang. Tujuan utama kajian ini adalah membuat perbandingan dengan keluli lembut pada suhu berbeza samada ianya mencapai teori. Namun, perubahan mekanikal keluli lembut terhadap suhu juga diambil untuk sebahagian daripada objektif kajian. Kajian dimulakan dengan penyediaan spesimen untuk ujian regangan, Semua spesimen dibentuk, potong dan sebagainya mengikut piawai yang ditetapkan (ASTM). Spesimen dipotong terlebih dahulu, kemudian dibentuk menggunakan mesin CNC dan barulah disertai dengan ujian regangan. Ujian regangan dilakukan pada enam suhu berbeza untuk keluli lembut. Daripada ujian ini, antara sifat mekanikal yang diperolehi adalah kekuatan alah, kekuatan unggul, kekuatan kegagalan dan kekenyalan modulus yang boleh diperolehi daripada graf tegasan melawan terikan ataupun pengiraan daripada data kasar. Dalam ujian berasingan, ujian kekerasan turut dijalankan menggunakan mesin jenis Rockwell untuk mencari nilai kekerasan pada spesimen. Namun, proses rawatan haba diberikan kepada sebahagian spesimen untuk melihat perbezaan kekerasan terhadap spesimen pada keadaan normal. Perbandingan dan perubahan sifat mekanikal keluli lembut terhadap suhu boleh dilihat dalam kajian ini. Pada akhir kajian, didapati kekuatan alah, kekuatan unggul dan kekuatan kegagalan semakin bertambah apabila suhu semakin meningkat. Manakala kekenyalan modulus bahan masih kekal dalam jarak diantara 180 - 220 GPa. Dari ujian kekerasan pula, bahan menunjukkan pengurangan kekerasan apabila dibandingkan dengan kekerasan spesimen yang diberikan rawatan haba pada suhu 900°C.

ABSTRACT

This project is about the effect of temperature on mild steel under axial loading. The main objective of this project is to study about behavior of the mild steel in various temperatures. There are six stages of temperatures need to be study. Beginning at 20°C, 70°C, 100°C, 125°C, 150°C and finally 175°C. This research starts with preparation of the specimens for tensile testing. The process includes cutting and shaping the specimen with CNC machine. All dimension follow as ASTM standard. From tensile testing, there are some mechanical properties can be determine such as yield stress, ultimate tensile stress, breaking stress and Modulus Young. These mechanical properties are very familiar in industry nowadays and further study about that is really important. All the result can see easily form stress-strain curve which state in the end of this report. Besides, in fact to know the hardness value of mild steel in different temperature, hardness testing is needed. Rockwell test will be determining the value of the hardness of the specimen which some of the specimens have been annealed. End of this research, the result show when temperature is increasing, the yield stress, ultimate stress, and breaking stress also increases. Meanwhile, Young Modulus still in the range 180-220 GPa even in various of temperature. The results from the hardness test show that the hardness of the specimen will decrease when heat treatment at 900°C is applied.

KANDUNGAN

| | TAJUK | HALAMAN |
|--------------|-----------------------------------|----------------|
| | PENGESAHAN | i |
| | PENGAKUAN | ii |
| | PENGHARGAAN | iii |
| | ABSTRAK | iv |
| | <i>ABSTRACT</i> | v |
| | KANDUNGAN | vi |
| | SENARAI JADUAL | ix |
| | SENARAI RAJAH | x |
| | SENARAI SIMBOL | xi |
| | LAMPIRAN | xii |
| | | |
| BAB 1 | Pengenalan | |
| | 1.1 Latar Belakang | 1 |
| | 1.2 Objectif Kajian | 2 |
| | 1.3 Skop Kajian | 3 |
| | 1.4 Pernyataan Masalah | 4 |
| | | |
| BAB 2 | Kajian Ilmiah | |
| | 2.1 Pendahuluan | 6 |
| | 2.2 Sifat Mekanikal Keluli Lembut | 7 |
| | 2.3 Ujian Regangan | 9 |
| | 2.3.1 Titik-titik Pada Graf | 20 |
| | 2.3.2 Kawasan-kawasan Pada Graf | 22 |

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 2.4 | Perubahan Sifat Terhadap Suhu | 24 |
| 2.4.1 | Suhu Rendah | 24 |
| 2.4.2 | Sifat Am Keluli Pada Suhu Rendah | 25 |
| 2.4.3 | Sifat Am Keluli Pada Suhu Tinggi | 27 |

BAB 3

KAEDAH KAJIAN DAN PENYEDIAAN SPESIMEN

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 3.1 | Pendahuluan | 32 |
| 3.2 | Kajian Ilmiah | 33 |
| 3.3 | Penyediaan Spesimen | 33 |
| 3.3.1 | Pemotongan Spesimen | 33 |
| 3.3.2 | Membuat Lubang Tengah Spesimen | 36 |
| 3.3.3 | Membentuk Spesimen | 37 |
| 3.4 | Ujian Makmal | 38 |
| 3.4.1 | Ujian Regangan | 38 |
| 3.4.2 | Ujian Kekerasan | 44 |
| 3.4.3 | Rawatan Haba | 47 |

BAB 4

KEPUTUSAN

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 4.1 | Ujian Regangan | 49 |
| 4.1.1 | Suhu 70°C | 51 |
| 4.1.2 | Suhu 100°C | 53 |
| 4.1.3 | Suhu 125°C | 55 |
| 4.1.4 | Suhu 150°C | 57 |
| 4.1.5 | Suhu 175°C | 59 |
| 4.1.6 | Keputusan Pada Semua Suhu | 61 |
| 4.2 | Ujian Kekerasan | 62 |

| | | |
|--------------|--------------------------------|----|
| BAB 5 | PERBINCANGAN | |
| 5.1 | Pendahuluan | 66 |
| 5.2 | Ujian Regangan | 66 |
| 5.2.1 | Kekuatan Alah Setiap Suhu | 69 |
| 5.2.2 | Kekuatan Unggul Setiap Suhu | 70 |
| 5.2.3 | Kekuatan Kegagalan Setiap Suhu | 71 |
| 5.2.4 | Kekenyalan Modulus Setiap Suhu | 72 |
| 5.3 | Ujian Kekerasan | 73 |
| 5.3.1 | Pada Suhu Normal | 73 |
| 5.3.2 | Perbandingan Kekerasan | 74 |
| BAB 6 | KESIMPULAN DAN CADANGAN | 75 |
| | RUJUKAN | 79 |
| | LAMPIRAN A | 81 |
| | LAMPIRAN B | 82 |
| | LAMPIRAN C | 83 |
| | LAMPIRAN D | 84 |
| | LAMPIRAN E | 85 |

SENARAI JADUAL

| JADUAL | TAJUK | HALAMAN |
|---------------|--|----------------|
| 2.1 | Sifat Mekanikal Bagi Keluli Lembut | 24 |
| 3.1 | Persamaan menukar HRC dan HRB kepada Kekerasan Brinell | 44 |
| 3.2 | Skala Rockwell | 45 |
| 3.3 | Kaedah Ujian Kekerasan dan formula | 46 |
| 4.1 | Jadual Ujian Regangan Pada Suhu 70°C | 52 |
| 4.2 | Jadual Ujian Regangan Pada Suhu 100°C | 54 |
| 4.3 | Jadual Ujian Regangan Pada Suhu 125°C | 56 |
| 4.4 | Jadual Ujian Regangan Pada Suhu 150°C | 58 |
| 4.5 | Jadual Ujian Regangan Pada Suhu 175°C | 60 |
| 4.6 | Jadual Ujian Regangan Pada Setiap Suhu | 61 |
| 4.7 | Kekerasan Pada Setiap Suhu | 63 |
| 4.8 | Perbandingan Kekerasan | 63 |
| 5.1 | Perbandingan Ujian Regangan Dengan Teori Pada Suhu Bilik | 68 |

SENARAI RAJAH

| RAJAH | TAJUK | HALAMAN |
|--------------|---|----------------|
| 2.1 | Contoh bahan ujikaji bagi ujian regangan | 9 |
| 2.2 | Graf Tegasan Melawan Tuntuk 6061 T6 Aluminium | 10 |
| 2.3 | Tegasan Melawan Terikan Untuk Keluli Lembut | 12 |
| 2.4 | Kawasan Dan Beberapa Titik Pada Graf Tegasan Melawan Terikan | 13 |
| 2.5 | Graf tegasan melawan terikan selepas kawasan elastik | 15 |
| 2.6 | Pengleheran pada spesimen | 16 |
| 2.7 | Titik-titik Pada Graf Daya Melawan Pemanjangan | 20 |
| 2.8 | Kawasan- kawasan Pada Graf Tegasan Melawan Terikan | 22 |
| 2.9 | Kesan suhu pada kekuatan regangan,kekerasan,kemuluran dan grain | 26 |
| 2.10 | Mikrostruktur bahan pada suhu 30°C | 27 |
| 2.11 | Mikrostruktur bahan pada suhu 600°C | 28 |
| 2.12 | Mikrostruktur bahan pada suhu 750°C | 29 |
| 2.13 | Gambarajah Fasa Fe-Fe ₃ C | 30 |
| 3.1 | Dimensi Spesimen. | 34 |
| 3.2 | Model Spesimen | 34 |
| 3.3 | Gergaji Lentur | 35 |
| 3.4 | Pembentukan Lubang Dengan Menggunakan Mesin Larik | 36 |
| 3.5 | Lubang Tengah Pada Spesimen | 36 |
| 3.6 | Mesin Larik CNC | 37 |
| 3.7 | Spesimen Bentuk Tetulang Anjing | 37 |
| 3.8 | Spesimen Bagi Ujian Tegangan | 39 |
| 3.9 | Penandaan Titik Tengah Bagi Spesimen | 39 |
| 3.10 | Universal Testing Machine (Instron Model 8802) | 40 |
| 3.11 | Extensometer diapit pada spesimen | 41 |

| | | |
|------|---|----|
| 3.12 | Spesimen berada dalam chamber | 42 |
| 3.13 | Perisian komputer ketika ujian regangan dijalankan. | 43 |
| 3.14 | Relau Bakar | 48 |

| RAJAH | TAJUK | HALAMAN |
|--------------|--|----------------|
| 4.1 | Graf Daya Melawan Pemanjangan Pada Suhu 70°C | 51 |
| 4.2 | Graf Daya Melawan Pemanjangan Pada Suhu 100°C | 53 |
| 4.3 | Graf Daya Melawan Pemanjangan Pada Suhu 125°C | 55 |
| 4.4 | Graf Daya Melawan Pemanjangan Pada Suhu 150°C | 57 |
| 4.5 | Graf Daya Melawan Pemanjangan Pada Suhu 175°C | 59 |
| 4.6 | Graf Daya Melawan Pemanjangan Pada Setiap Suhu | 61 |
| 4.7 | Spesimen Selepas Rawatan Haba Dan Sebaliknya | 62 |
| 5.1 | Pengleheran Yang Berlaku Pada Spesimen | 67 |
| 5.2 | Pembentukan Struktur Cawan Dan Kon Pada Spesimen | 67 |
| 5.3 | Kekuatan Alah Pada Setiap Suhu | 69 |
| 5.4 | Kekuatan Unggul Pada Setiap Suhu | 70 |
| 5.5 | Kekuatan Kegagalan Pada Setiap Suhu | 71 |
| 5.6 | Kekenyalan Modulus Pada Setiap Suhu | 72 |
| 5.7 | Kekerasan Pada Suhu Bilik | 73 |
| 5.8 | Perbandingan Kekerasan | 74 |

SENARAI SIMBOL

| SIMBOL | | DEFINASI |
|--------------------|---|-------------------------------------|
| T | = | Suhu (Temperature) |
| F | = | Daya (Force) |
| A | = | Luas (Area) |
| L | = | Panjang (Length) |
| E | = | Kekenyalan Modulus |
| | | |
| HURUF GREEK | | DEFINASI |
| σ | = | Tegasan |
| ε | = | Terikan |
| δ | = | Perubahan jarak |
| | | |
| SINGKATAN | | DEFINASI |
| AISI | = | American International Supply Inc. |
| ASTM | = | American Standard Test Material |
| CNC | = | Computer Numerical Method |
| UTeM | = | Universiti Teknikal Malaysia Melaka |

SENARAI LAMPIRAN

| LAMPIRAN | TAJUK | HALAMAN |
|-----------------|--------------------------------|----------------|
| A | Mesin Gergaji Lentur Scantool | 81 |
| B | Mesin CNC Larik | 82 |
| C | Spesifikasi Bahan Digunakan | 83 |
| D | Spesifikasi Mesin Instron 8802 | 84 |
| E | Peringkat Kegagalan Spesimen | 85 |

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi setiap bahan. Apabila bahan dikenakan suhu, bahan terutamanya logam akan mengembang dan lain-lain sifat fizikal mahupun mekanikal akan berubah seperti kekerasan bahan. Dalam projek ini, keluli lembut (AISI 1020) dijadikan bahan uji. Oleh yang demikian, kajian terperinci seperti sifat mekanikal serta bentuk yang sesuai untuk diuji dalam makmal perlu dilaksanakan. Bentuk yang sesuai untuk di uji adalah mengikut piawaian yang telah ditetapkan oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Kajian ini juga bertujuan untuk mengenalpasti perubahan fizikal dan mekanikal terhadap suhu. Maka, ujian regangan pada suhu yang berbeza akan dijalankan terhadap beberapa spesimen. Keputusan daripada graf yang dihasilkan akan dianalisa seandainya mencapai teori ataupun tidak. Kemudian, ujian yang berlainan di jalankan seperti rawatan haba dan ujian kekerasan juga untuk mengetahui sebarang perubahan berlaku pada spesimen. Tajuk projek ini adalah “Kesan Suhu Terhadap Keluli Lembut Pada Daya Serenjang ”. Maka, kekunci utama projek ini adalah suhu, ujian regangan dan keluli lembut.

1.2 Objektif

Objektif utama bagi projek ini adalah untuk membandingkan setiap keluli lembut pada pengaruh suhu yang berbeza apabila dikenakan daya seranjang. Daripada keputusan kajian, nilai-nilai kekuatan alah, kekuatan unggul, kekuatan kegagalan dan nilai kekenyalan modulus akan dibandingkan pada suhu yang berbeza. Ujian regangan dijalankan pada beberapa peringkat suhu dan setiap keputusan dibandingkan. Pemerhatian pada perubahan fizikal spesimen juga akan dilihat secara dekat dan direkodkan.

Lain-lain objektif termasuklah:-

- a. Mempelajari lebih mendalam sifat-sifat mekanikal keluli lembut.
- b. Menganalisa graf daya melawan pemanjangan dan graf tegasan melawan terikan.
- c. Mengenalpasti keputusan samada sama seperti teori.

1.3 Skop

Skop utama dalam projek ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanikal apabila suhu dikenakan pada spesimen yang digunakan. Fasa pertama yang perlu dilalui ialah dengan menjalankan kajian ilmiah mengenai sifat mekanikal bagi spesimen yang di gunakan. Di dalam projek ini, spesimen yang digunakan ialah keluli lembut. Spesimen ini perlu dibuat mengikut piawaian yang telah ditetapkan. Kemudian, ujian ketegangan pada suhu yang berbeza di lakukan untuk mengetahui nilai kekenyalan modulus, kekuatan alah, kekuatan unggul, kekuatan kegagalan dan lain-lain. Ujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin UTM (Ultimate Testing Machine) model INSTRON 8802 yang mempunyai kapasiti 250kN dinamik (Rujuk lampiran D). Pada ujian berasingan, ujian kekerasan dilakukan bagi mengetahui nilai kekerasan keluli lembut yang sudah diberikan rawatan haba. Skop yang terakhir adalah untuk menjalankan analisa terhadap spesimen dan membuat kesimpulan mengenai keputusan yang diperolehi.

1.4 Pernyataan Masalah

Kajian ini dijalankan kerana banyak peralatan, komponen-komponen di dalam kenderaan mahupun bangunan akan mengalami perubahan suhu yang secara logiknya akan mempengaruhi keberkesanan, kekuatan, keteguhan, kekerasan dan mungkin pelbagai lagi masalah yang akan timbul. Jadi, ujian regangan pada suhu yang berbeza amat penting. Pada suhu yang berbeza, nilai-nilai kekuatan unggul, kekuatan kegagalan dan kekuatan alah dapat diketahui. Adalah sangat penting untuk mengetahui nilai-nilai ini sebelum mereka cipta sesuatu mesin mahupun bangunan. Bagi mengetahui apakah yang berlaku pada nilai-nilai ini pada suhu berbeza, kajian ini dijalankan.

Kajian ini telah menyelesaikan nilai-nilai kekuatan alah, kekuatan unggul, kekuatan kegagalan dan kekenyalan modulus pada suhu yang berbeza. Perbincangan lebih terperinci boleh dihuraikan daripada graf daya melawan pemanjangan yang diperolehi daripada ujian regangan. Kemudian, ujian kekerasan dijalankan untuk mengetahui perubahan kekerasan pada spesimen apabila dikenakan suhu. Oleh itu, perubahan mekanikal spesimen boleh diketahui.

Terdapat beberapa isu yang menunjukkan bahawa objektif kajian ini penting dalam industri. Masalah 'buckling' pada kapal terbang salah satu punca kegagalan pada bahan. Kekuatan bahan dan pemilihan bahan tidak menepati kehendak sepenuhnya. Namun demikian, kajian yang terus untuk masalah ini masih diteruskan untuk meningkatkan dan mungkin mencari alternatif lain untuk pemilihan bahan. Pemilihan bahan untuk sesuatu produk atau sebagainya perlu menitik beratkan kekuatan bahan, ketahanan karat, kekerasan dan sebagainya sebelum membuat sebarang keputusan. Sifat-sifat mekanikal bahan amat penting pada aspek ini.

Suhu akan mempengaruhi sifat-sifat bahan ini secara fizikal mahupun mekanikal. Oleh yang demikian, kajian kesan terhadap suhu pada keluli lembut merupakan sebahagian daripada kajian mengenalpasti perubahan sifat mekanikal untuk keluli lembut. Kaitan suhu dengan bahan biasanya dilihat pada komponen-komponen kenderaan, pemanas (boiler), dan aeroangkasa seperti roket mahupun jet. Semua keadaan ini akan melibatkan pemilihan bahan yang sesuai kerana kesan suhu pada bahan akan menyebabkan kegagalan dari mana-mana aspek yang berkaitan.

Pada ujian regangan pula boleh dilihat pada kren misalnya. Kabel yang digunakan untuk mengangkat sesuatu beban. Hal ini demikian, kekuatan bahan kabel yang digunakan perlu dipilih dengan tepat. Kajian tentang tahap regangan bahan biasanya dikaitkan dengan kekuatan unggul bahan, kekuatan alah bahan, kekuatan kegagalan dan kekenyalan modulus. Pada kekenyalan modulus ini boleh dilihat tahap elastisiti bahan samada rendah mahupun tinggi.

Dalam kajian ini, kekuatan alah, kekuatan unggul, kekuatan kegagalan, kekenyalan modulus dan kekerasan antara sifat mekanikal yang dikaji untuk bahan keluli lembut (rujuk lampiran C). Sebarang perubahan mekanikal ini akan dikaji sepanjang kajian ini.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH KELULI LEMBUT

2.1 Pengenalan

Kalpajian dan Schmid (2006) menyatakan bahawa keluli lembut adalah sejenis besi aloi yang terbentuk daripada gabungan 2 elemen iaitu besi dan karbon. Keluli lembut biasanya mempunyai kandungan karbon kira-kira 0.05–0.29% contohnya AISI 1015 . Kekuatan tegangan bagi keluli lembut adalah rendah kerana kandungan karbon mempengaruhi kekuatan menyerah di dalam keluli tersebut. Kandungan karbon yang rendah bagi keluli lembut adalah sangat rapuh dan mudah dibentuk apabila dipanaskan dan juga boleh ditempa kerana mempunyai di antara semua jenis keluli. Keluli lembut juga biasanya di wakili oleh tata tanda AISI (American Iron and Steel Institute).

Terdapat berbagai jenis elemen yang dapat memberi kesan yang pelbagai terhadap sifat bagi sesuatu keluli lembut. Menurut Kankam,(2002) , tahap karbon dalam keluli lembut dapat mempengaruhi kekuatan dan sifat pengerasan keluli tersebut. Semakin tinggi kandungan karbon, maka kekuatan keluli tersebut akan bertambah namun mengurangkan kekenyalannya.

2.2 Sifat Mekanikal Keluli Lembut

A) Kekuatan Alah

Kekuatan alah bagi keluli lembut adalah kira-kira 65-70 % daripada kekuatan tegangannya. Kekuatan alah bagi keluli lembut boleh dikatakan agak tinggi jika dibandingkan dengan keluli tahan karat dimana kekuatan alah untuk keluli tersebut hanyalah kira-kira 40-45% daripada kekuatan tegangannya. Kekuatan alah bagi keluli dapat ditingkatkan dengan mengenakan rawatan haba iaitu dengan proses kerja sejuk. Di dalam kes ini, dapat dilihat bahawa, kekuatan alah bagi keluli lembut dapat ditingkatkan dengan begitu tinggi walaupun sedikit jumlah rawatan haba kerja sejuk yang dikenakan, oleh itu dapat disimpulkan bahawa alah akan meningkat seimbang dengan peningkatan nilai daya tegangan bagi keluli lembut tersebut.

B) Kemuluran

Sifat tipikal lain yang dapat dilihat adalah kemuluran bagi keluli lembut. Biasanya, kemuluran sesuatu bahan di ukur melalui peratus pemanjangan bahan tersebut semasa ujian ketegangan. Ini menunjukkan jumlah perubahan yang dapat di tahan bagi sesuatu keluli sebelum keluli itu retak ataupun patah. Keluli lembut biasanya mempunyai peratus pemanjangan kira-kira 25-30% sekiranya dikenakan ujian ketegangan.

C) Kekerasan

Kekerasan sesuatu bahan dapat diukur melalui kaedah Brinell, Rockwell ataupun Vicker merupakan salah satu daripada tahap kekuatan untuk sesuatu bahan. Kekerasan ditafsirkan sebagai ketahanan terhadap tembusan. Oleh itu, kaedah ujian kekerasan ini berdasarkan kedalaman yang disukat apabila satu indenter yang amat keras dikenakan ke atas bahan yang ingin di uji. Bagi keluli lembut, kekerasan adalah amat rendah disebabkan peratus kandungan karbon di dalam keluli lembut adalah begitu rendah.

D) Kerintangan Karat

Alatan yang di perbuat daripada keluli lembut biasanya sesuai untuk mengawal campuran organik dengan syarat larutan tersebut bebas daripada klorin, campuran alkalin sejuk, asid sulfurik pada kepekatan lebih daripada 88% dan asid nitrik pada kepekatan lebih daripada 65%. Keluli lembut akan mengarat dengan cepat sekiranya di cairkan dengan mineral dari jenis asid.

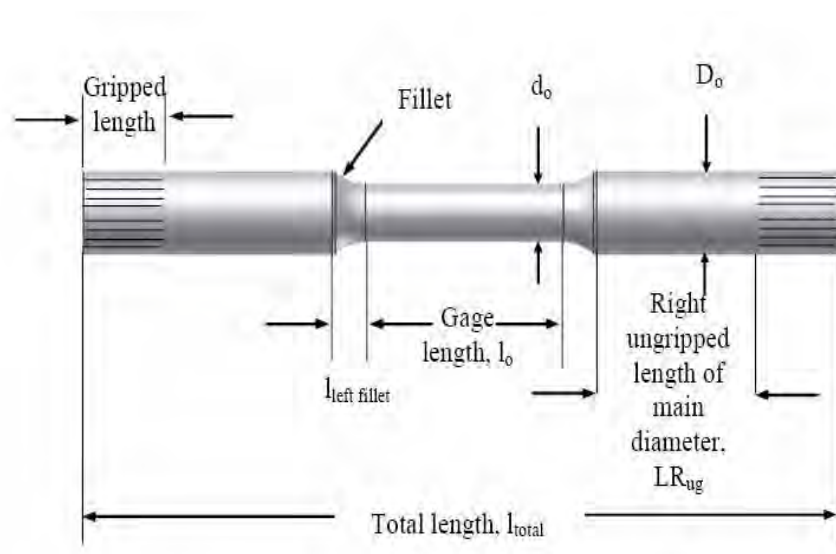
E) Kerintangan Haba

Suhu maksimum yang boleh di kenakan pada keluli lembut adalah 5500 °C. Sekiranya keluli lembut tersebut dikenakan suhu yang melebihi had ini pembentukan oksida besi adalah sangat cepat dan menyebabkan keluli tersebut tidak akan dapat digunakan dengan ekonomi.

2.3 Ujian Regangan

Javad Hashemi (2003) menggunakan spesimen 6061 T6 Aluminium untuk melakukan ujian regangan. Ujian regangan selalunya melibatkan sampel ujikaji dikenakan bebanan pada suhu normal sehingga kepatahan berlaku. Dalam tempoh itu, ujian regangan akan memanjangkan sampel pada kadar tertentu sehingga ia patah. Mesin regangan adalah alat yang digunakan untuk ujian regangan dan dimana sampel ditempatkan. Bentuk sampel yang digunakan untuk ujian regangan pula adalah jenis silinder.

Rajah 2.1 di bawah menunjukkan spesimen yang digunakan untuk ujian regangan. Sampel ini akan dicengkam kedua-dua bahagian hujung pada mesin regangan dan bebanan akan dihubungkan kepada komputer yang mana akan membaca bacaan regangan semasa ujian dilakukan. Sebuah tolok pengukur juga diletakkan pada sampel bagi mengesan perubahan pemanjangan yang berlaku pada sampel. Daripada ukuran awal sampel dengan perubahan yang berlaku maka dapatlah diperolehi nilai tegasan. (Javad Hashemi 2003)



Rajah 2.1: Contoh bahan ujikaji bagi ujian regangan

(Sumber : Javad Hashemi (2003))