

raf

TA460 .F34 2007

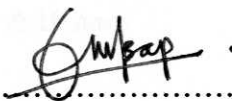


0000044141

Kajian kelesuan ke atas logam dengan menggunakan
beban lenturan / Fairuzah Abu Samah.

Pengesahan Penyelia

“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 : Encik Omar Bin Bapokutty

Tarikh : Mei 2007

**KAJIAN KELESUAN KE ATAS LOGAM DENGAN MENGGUNAKAN BEBAN
LENTURAN**

FAIRUZAH BINTI ABU SAMAH

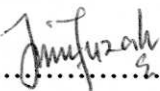
**Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi
sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan
Mekanikal (Struktur & Bahan)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

Mei 2007

Halaman Pengakuan

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

Tandatangan : 

Nama Penulis : Fairuzah Binti Abu Samah

Tarikh : Mei 2007

DEDIKASI

Khas buat ibubapa dan semua ahli keluarga tercinta.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah...

Bersyukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah dan kurnianya saya dapat menyelesaikan Projek Sarjana Muda 2 ini. Setinggi-tinggi penghargaan kepada semua yang telah membantu saya sepanjang menjalankan PSM2 ini dan saya mengucapkan jutaan terima kasih terutamanya kepada penyelia saya, Encik Omar Bin Bapokutty yang telah banyak memberikan nasihat dan tunjuk ajar sejak dari Projek Sarjana Muda Satu sehinggalah Projek Sarjana Muda Dua ini selesai.

Ribuan terima kasih juga kepada juruteknik-juruteknik; Encik Mazlan, Encik Rashdan dan Encik Ridzuan yang telah banyak membantu sepanjang mengendalikan ujikaji di makmal. Terima kasih kerana sudi meluangkan masa dan tenaga anda semua untuk menjayakan projek ini. Kepada ibubapa tercinta, Abu Samah Bin Awang Sah dan Zainun Binti Isa serta semua ahli keluarga, terima kasih atas semangat dan dorongan yang diberikan. Hanya Tuhan yang dapat membalas budi tuan-tuan dan puan-puan semua.

ABSTRAK

Di dalam kebanyakan aplikasi, logam yang dikenakan beban berulang ataupun beban berkisar akan gagal pada nilai tegasan yang jauh lebih rendah daripada logam yang dikenakan beban statik tunggal. Kegagalan yang berlaku disebabkan oleh beban berkisar ini dipanggil kegagalan lesu. Contoh bahagian-bahagian mesin yang biasanya mengalami kegagalan lesu adalah bahagian-bahagian yang bergerak seperti rod, rod penyambung dan gear. Kebanyakan jangkaan kerosakan mesin berlaku 80 peratus adalah disebabkan oleh kegagalan lesu.

Projek ini mengkaji sifat kegagalan lesu logam yang dikenakan beban lenturan yang berulang-ulang dengan nilai yang malar. Ujian dijalankan ke atas keluli karbon rendah AISI-SAE 1020. Enam spesimen dengan geometri yang sama telah diuji di dalam makmal dengan menggunakan mesin INSTRON. Spesimen yang diuji adalah berbentuk segiempat tepat dan mempunyai takik pada bahagian tengah di antara 2 penyokong. Tebal spesimen adalah 19mm manakala lebar dan panjang masing-masing 9.5mm dan 100mm. Jarak di antara dua penyokong adalah 80mm.

Ujian dijalankan dengan menggunakan kaedah Ujian Lenturan Tiga Titik. Nilai beban yang berbeza dikenakan pada setiap spesimen bermula dengan 20kN, 18kN, 16kN, 14kN dan akhir sekali 12kN. Frekuensi untuk semua ujian adalah sama iaitu 10Hz. Keputusan yang diperolehi direkodkan dan diplot di dalam bentuk graf P-N di mana P adalah beban dan N adalah bilangan kitaran. Daripada graf tersebut kita dapat mengetahui kekuatan lesu dan hayat lesu bahan. Nilai beban yang lebih tinggi menghasilkan kitaran kelesuan yang lebih singkat. Beberapa faktor yang menyebabkan ralat semasa ujian telah dibincangkan dan beberapa cadangan telah diutarakan untuk menghasilkan keputusan yang lebih jitu dalam penyelidikan pada masa hadapan.

ABSTRACT

In many types of service application, metal are subjected to repetitive or cyclic stress will fail at much lower stress than that which the part can withstand under the application of a single static stress. These failures that occur under repeated or cyclic stressing are called fatigue failures. The example of machine parts in which fatigue failures usually occurred are common moving parts such as shaft, connecting rod, and gear. Some estimates of failures in machine attribute about 80 percent to the direct action of a fatigue.

This project will investigate on the fatigue failure of metal that is caused by the constant fluctuating flexural load. The study was conducted on low carbon steel AISI-SAE 1020. Six specimens with the same geometry were tested in the laboratory by using the INSTRON machine. The specimens were rectangular in shape and have notch at the bottom, in the middle of the support span. The specimen thickness, W is 9.5mm and the width and length are 9.5mm and 100mm respectively. The length of the span is 80mm.

The testing was conducted with Three Points Bend method. Different values of load were applied on each specimen starting with 20kN, 18kN, 16kN, 14kN and lastly 12kN. The frequency for every testing was the same which is 10Hz. The result were recorded and plotted in the P-N graph where P is the maximum load and N is the number of cycles. From the graph, we can obtain the fatigue strength and fatigue life of the material. The higher load produces smaller number of the life cycles. Some factors that cause errors in the experiment had been identified and stated in the discussion. A few suggestions also had been stated to produce a better result for the next study in the future.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
1	PENGENALAN	1
	1.1 Tegasan Berkitar	2
	1.2 Lengkung S-N	3
	1.3 Objektif	7
	1.4 Skop	7
2	KAJIAN ILMIAH	8
	2.1 Peringkat-peringkat Kegagalan Lesu	10
	2.2 Ujian Kelesuan	11
	2..2.1 Ujian Rasuk Melintang / Beban Lentur	11
3	PENYEDIAAN SPESIMEN	19
	3.1 Pemilihan Bahan	19
	3.2 Penyediaan Spesimen	20
4	METODOLOGI	25
	4.1 Reralatan	26
	4.2 Prosedur Ujian	26
	4.3 Pengaturcaraan Perisian Bluehill	29
5	KEPUTUSAN	31
	5.1 Pengumpulan Data	31
	5.2 Spesimen	34

5.3	Kriteria Kepatahan	35
5.4	Kitaran Hayat Kelesuan	35
6	PERBINCANGAN	37
6.1	Faktor-faktor Yang Menyebabkan Ralat	38
6.1.1	Fabrikasi dan Penyediaan Spesimen	38
6.1.2	Penjajaran Spesimen Pada Radas	38
6.1.3	Frekuensi	39
6.1.4	Tegasan Purata	39
7	RUMUSAN DAN CADANGAN	41
7.1	Rumusan	41
7.2	Cadangan	42
	RUJUKAN	44
	LAMPIRAN A	45
	LAMPIRAN B	46
	LAMPIRAN C	47
	LAMPIRAN D	48

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Mechanical Propertis and Application of Plain Carbon Steel	20
3.2	Ukuran Spesimen	21
4.1	Nilai beban yang ditetapkan untuk semua spesimen	28
4.2 (a)	Maklumat untuk blok pertama	29
4.2 (b)	Maklumat untuk blok kedua	29
4.2 (c)	Maklumat untuk blok ketiga	30
5.1	Keputusan bagi setiap peringkat beban	35

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Jenis-jenis tegasan	2
1.2	Gambarajah skematik untuk ujian putar lentur	3
1.3 (a)	Graf amplitude tegasan S melawan l ogaritma kitar kegagalan lesu, N untuk bahan yang mempamerkan had lesu.	4
1.3 (b)	Graf amplitude tegasan S melawan logaritma kitar kegagalan lesu, N untuk bahan yang tidak mempamerkan had lesu.	4
1.4	Kebarangkalian S-N lesu kelok kegagalan bagi aloi aluminium 7075-T6; P menandakan kebarangkalian gagal	5
2.1	Ujian lenturan	11
2.2	Ujian lenturan secara teori	12
2.3	Contoh graf SN bagi keluli melalui ujian putarputar-lentur	13
2.4 (a)	Beban paksi	14
2.4 (b)	Beban kilasan	14
2.4 (c)	Beban lenturan	14
2.5	Tegasan balikan	14
2.6	Tegasan berulang	15
2.7	Tegasan secara rawak	15
2.8	Perbandingan antara beban yang pelbagai; $R = S_{min}/S_{max}$	17

2.9	Terminologi asas	17
2.10	Contoh bentuk-bentuk spesimen yang digunakan dalam ujian-ujian untuk menentukan kelesuan bahan.	18
3.1	Dimensi piawai bagi spesimen untuk ujian Lenturan	21
3.2	Pemotongan bahan menggunakan “bend saw”	22
3.3	Bahagian A-A adalah bahagian yang dikisar	22
3.4	Dimensi spesimen untuk ujian kelesuan yang telah dijalankan	24
4.1	Susunan Radas dan Spesimen	26
4.2	Kedudukan jarak rentang antara dua penyokong	27
4.3	Jenis beban yang dikenakan untuk ujian yang dijalankan	28
5.1	Graf Beban melawan Pemanjangan	33
5.2 (a)	Output bagi ujian dengan beban maksimum 14kN.	33
5.2 (b)	Output bagi ujian dengan beban maksimum 12kN	34
5.3 (a)	Spesimen sebelum ujian	34
5.3 (b)	Spesimen selepas ujian	34
5.4	Graf Beban, P_{max} melawan Kitaran, N	36

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINISI
σ_{\max}	Tegasan Maksimum
σ_{\min}	Tegasan Minimum
S	Tegasan
N	Kitaran kelesuan
σ_a	Amplitud tegasan
N_f	Hayat kelesuan
P	Beban
N_p	Crack propagation life
N_i	Crack initiation life
S_m	Tegasan purata
S_{\max}	Tegasan maksimum
S_{\min}	Tegasan minimum
S_a	Amplitud tegasan
S_r	Julat tegasan,
R	Nisbah tegasan
A	Tegasan ulang-alik
W	Ketebalan
B	Lebar
L	Panjang
mm	Unit milimeter
kN	Unit kilo Newton

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Keputusan ujian bagi mendapatkan beban maksimum	45
B	Graf beban lenturan P melawan pemanjangan lenturan	46
C	Paparan blok	47
D	Carta Alir PSM2	48

BAB 1

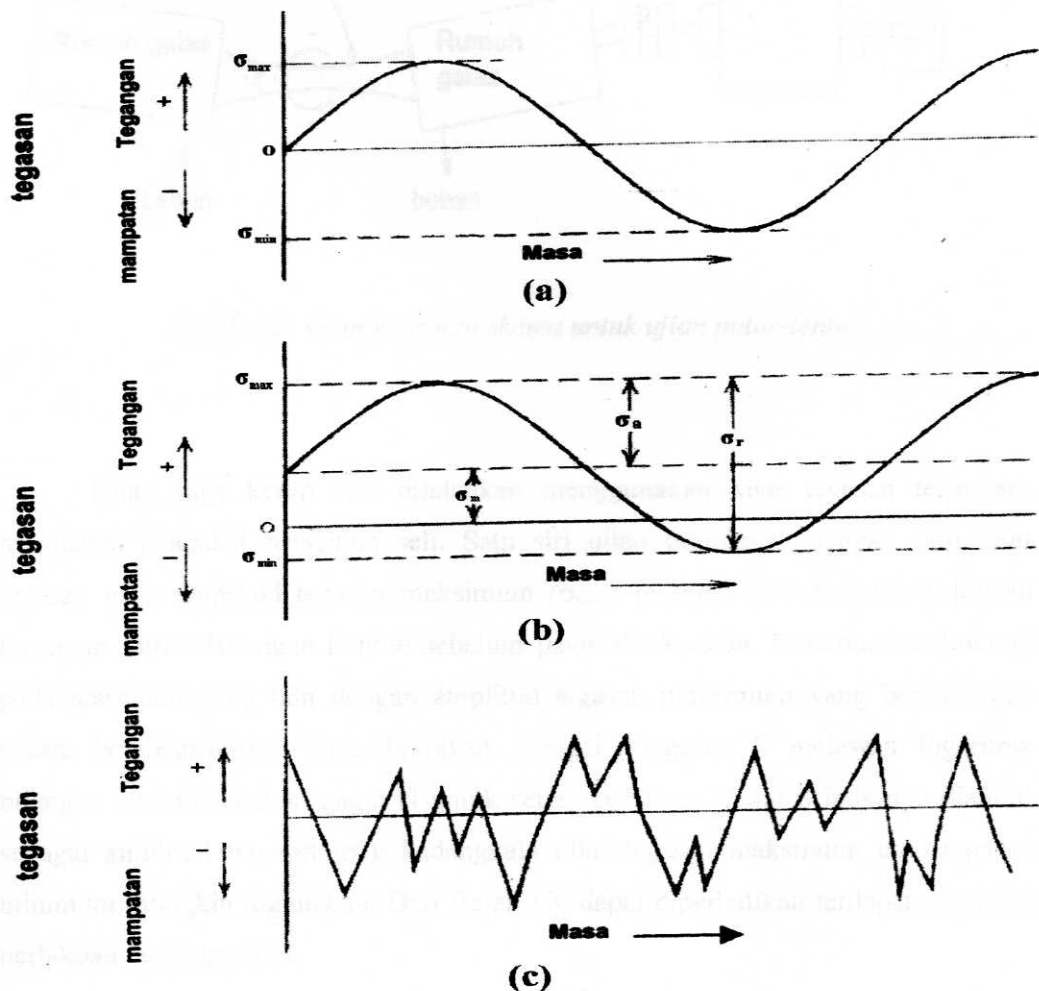
PENGENALAN

Kelesuan adalah satu bentuk kegagalan yang berlaku pada struktur yang dikenakan atau mengalami tegasan dinamik dan turun naik contohnya jambatan, kapal terbang, dan komponen mesin. Di bawah keadaan sedemikian, adalah mungkin kegagalan berlaku pada tahap tegasan yang lebih rendah dari kekuatan tegangan atau kekuatan alah untuk beban statik. Sebutan “lesu” digunakan adalah kerana kegagalan jenis ini biasanya berlaku selepas bahan mengalami kitaran tegasan atau terikan yang berulang-ulang pada satu jangkamasa yang panjang. Kelesuan adalah penting kerana ia adalah penyebab utama yang menyebabkan kegagalan dalam logam, dianggarkan sumbangan kelesuan adalah 90% dalam semua kegagalan logam; polimer dan seramik juga boleh mengalami kegagalan jenis ini.

Kelesuan adalah sejenis kegagalan yang berbahaya dan tersembunyi yang berlaku secara tiba-tiba tanpa sebarang amaran. Kegagalan lesu mempunyai tabii kegagalan rapuh walaupun dalam logam yang biasanya mulur kerana tiada atau jika ada, amat sedikit perubahan bentuk plastik yang besar berkaitan dengan kegagalan jenis ini. Proses kelesuan berlaku pada permulaan retak-lesu dan diikuti oleh perambatan retak-lesu, dan biasanya permukaan patah adalah serenjang kepada arah tegasan tegangan yang dikenakan.

1.1 Tegasan Berkitar

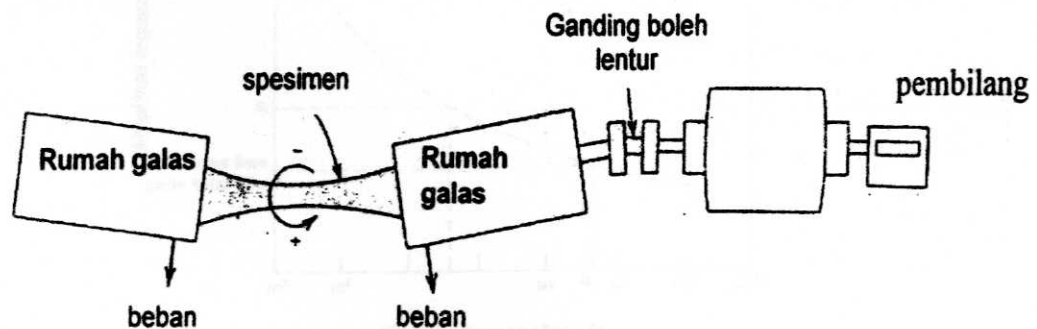
Tegasan kenaan mungkin berbentuk atau mempunyai tabii yang berpaksi (tegangan-mampatan), lenturan (membengkokkan), atau kilasan (memutar). Secara amnya, terdapat tiga kemungkinan ragam/mod tegasan-masa turun-naik yang berbeza. Pertama, diwakili oleh satu tegasan yang malar dan berbentuk sinus bersandar masa di mana amplitudnya adalah simetri merujuk kepada satu tahap tegasan maksimum (σ_{\max}) kepada tegasan mampat minimum (σ_{\min}) dengan magnitud yang sama. Ini merujuk sebagai kitar tegasan balikan Rajah 1.1(a). Kedua, dikenali sebagai kitar tegasan berulang seperti yang dipaparkan oleh Rajah 1.1(b), maksimum dan minimum adalah relatif kepada tahap tegasan sifar. Ketiga, amplitud dan frekuensi paras tegasan mungkin berubah secara rawak. Rajah 1.1(c).



Rajah 1.1: (a)Tegasan balikan (b)tegasan berulang(c)tegasan secara rawak

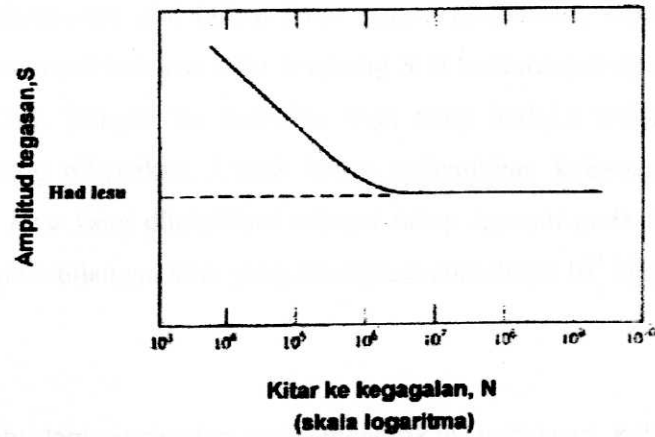
1.2 Lengkung S-N

Seperti sifat mekanik, sifat lesu bahan boleh ditentukan dengan ujian simulasi makmal. Ujian tersebut perlu direka supaya ia menyerupai sehampir mungkin keadaan tegasan perkhidmatan yang akan dihadapi bahan berkenaan dari segi tahap tegasan, frekuensi masa, corak tegasan dan sebagainya. Satu gambar rajah skema untuk ujian putar-lentur yang biasa digunakan untuk ujian kelesuan ditunjukkan dalam Rajah 1.2; tegasan mampatan dan tegangan dibebankan serentak semasa ia dilentur dan diputar.

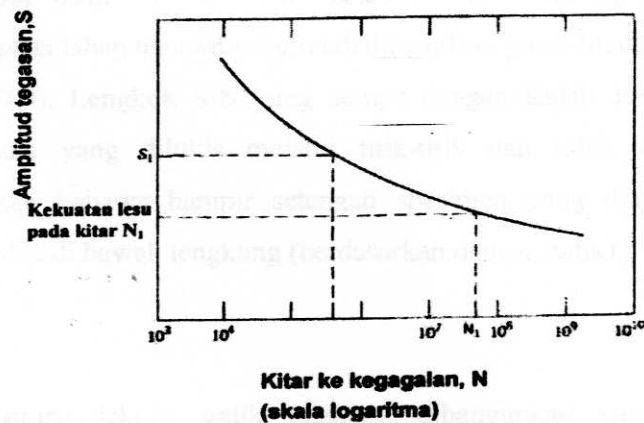


Rajah 1.2: Gambar rajah skema untuk ujian putar-lentur

Ujian juga kerap kali dijalankan menggunakan kitar tegasan tegangan-mampatan ekapaksi berselang seli. Satu siri ujian dimulakan dengan satu kitar tegasan pada amplitud tegasan maksimum (σ_{\max}) biasanya $2/3$ daripada kekuatan tegangan statik. Bilangan kitaran sebelum patah direkodkan. Prosedur ini diulangi pada spesimen yang lain dengan amplitud tegasan maksimum yang berkurangan secara beransur-ansur. Data diplotkan sebagai tegasan S melawan logaritma bilangan kitaran sebelum gagal N untuk setiap spesimen. Nilai S biasanya diambil sebagai amplitud tegasan (σ_a); kadangkala nilai tegasan maksimum atau tegasan minimum mungkin digunakan. Dari Rajah 1.3, dapat diperhatikan terdapat dua jenis perlakuan lengkung S-N.



(a)



(b)

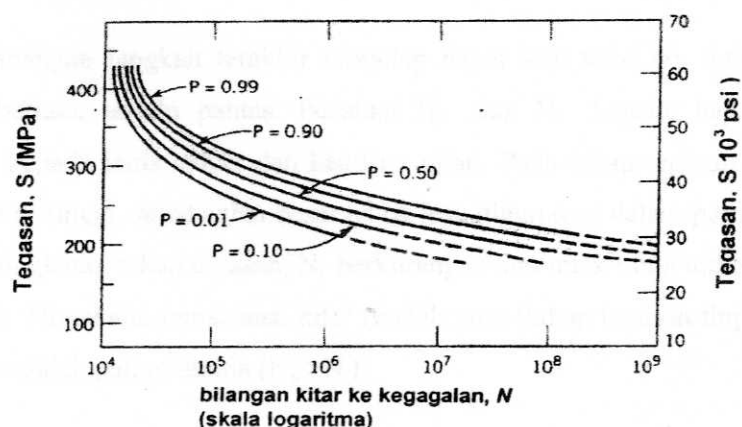
Rajah 1.3: Amplitud tegasan (S) melawan logaritma bilangan kitar kegagalan lesu (N) untuk (a) bahan yang mempamerkan had lesu (b) bahan yang tidak mempamerkan had lesu.

Plot ini menunjukkan semakin tinggi magnitud tegasan, semakin kecil bilangan kitar yang boleh ditanggung oleh bahan sebelum patah. Untuk beberapa aloi ferus (berasaskan ferum) dan titanium, lengkung S-N (Rajah 1.3a) menjadi mendatar pada nilai N yang tinggi; atau dengan kata lain terdapat satu tahap tegasan menghad, yang dikenali sebagai had ketahanan. Kegagalan lesu tidak akan berlaku dengan amplitud tegasan di bawah nilai ini. Had lesu ini mewakili nilai paling besar tegasan turun-naik yang tidak akan mengakibatkan kegagalan dengan bilangan kitar yang infiniti. Untuk kebanyakan keluli, had lesu adalah antara 36 hingga 60 % kekuatan tegangan.

Kebanyakan aloi bukan ferus seperti aluminium, kuprum, dan magnesium tidak mempunyai had lesu iaitu lengkung S-N berkurangan dengan meningkatnya N (Rajah 1.3b). Dengan itu kelesuan akan tetap berlaku walau apa pun magnitud tegasan yang dikenakan. Untuk bahan sedemikian, kelesuan dinyatakan sebagai *kekuatan lesu* yang ditakrifkan sebagai tahap tegasan pada mana kegagalan akan berlaku untuk bilangan kitar yang ditetapkan contohnya 10^7 kitaran.

Satu lagi parameter yang mencirikan perlakuan kelesuan sesuatu bahan adalah *hayat lesu*, N_f . Nilai ini adalah bilangan kitaran yang mengakibatkan kegagalan pada tahap tegasan yang telah ditetapkan, yang ditentukan daripada plot S-N (Rajah 7.9). Lengkuk S-N yang serupa dengan Rajah 1.3 mewakili lengkung paling sesuai yang dilukis melalui titik-titik dan nilai purata. Adalah agak merunsingkan bahawa hampir setengah spesimen yang diuji gagal pada tahap tegasan $\sim 25\%$ di bawah lengkung (berdasarkan olahan statistik).

Beberapa teknik statistik telahpun dibangunkan yang digunakan untuk menentukan hayat lesu dan had lesu dalam sebutan kebarangkalian. Salah satu cara mudah untuk mewakili yang diolah secara statistik ini adalah dengan satu siri lengkung kebarangkalian pemalar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.4.



Rajah 1.4: Kebarangkalian S-N lesu kelok kegagalan bai aloi aluminium 7075-T6; P menandakan kebarangkalian gagal.

Nilai P yang berkaitan dengan setiap lengkung mewakili kebarangkalian gagal. Sebagai contoh pada tahap 200 Mpa (30 000 psi), kita jangkakan 1% spesimen akan gagal pada 10^6 kitar dan 50% gagal pada 2×10^7 kitar dan seterusnya. Perlu diingat bahawa lengkung S-N yang terdapat di dalam literatur biasanya adalah nilai purata, kecuali jika dinyatakan sebaliknya.

Perlakuan lesu seperti yang ditunjukkan dalam rajah 1.3 (a) dan 1.3 (b) boleh diklasifikasikan kepada 2 domain. Pertama yang berkaitan dengan beban yang agak tinggi yang bukan sahaja mengakibatkan terikan elastik tetapi juga terikan plastik semasa setiap kitar. Hasilnya adalah hayat lesu yang agak pendek; domain ini dikenali sebagai lesu kitar rendah dan berlaku pada kurang daripada 10^4 hingga 10^5 kitar. Untuk tahap tegasan rendah yang mana ubah bentuk secara keseluruhan adalah elastik, hayat lesu adalah lebih panjang. Ini disebut sebagai lesu kitar-tinggi kegagalan lesu. Lesu kitar tinggi adalah berhubungan dengan hayat lesu yang melebihi 10^4 hingga 10^5 kitar.

Hayat lesu N_f adalah bilangan kitar total sebelum gagal, dengan itu boleh diambil sebagai campuran bilangan kitar untuk permulaan retak N_f dan perambatan retak N_p :

$$N_f = N_p + N_i \quad (1.1)$$

Sumbangan langkah terakhir terhadap hayat lesu total ini, tidak bermakna kerana ia berlaku terlalu pantas. Pecahan N_p dan N_i kepada hayat lesu total bergantung kepada jenis bahan dan keadaan ujian. Pada tahap tegasan rendah iaitu pada lesu kitar-tinggi, sebahagian besar hayat lesu digunakan dalam permulaan retak. Dengan peningkatan tahap tegasan, N_i berkurangan dan retak mula terbentuk dengan lebih pantas. Manakala, untuk lesu kitar rendah pula (tahap tegasan tinggi), langkah perambatan adalah paling utama ($N_p > N_i$).

Retak yang bermula dengan kegagalan lesu selalunya bermula atas permukaan pada komponen pada titik penumpuan tegasan. Tapak penukleusan retak termasuk cakar pada permukaan, kambi tajam, alut kunci, ulir, lekuk dan lain-lain yang serupa. Tambahan lagi bebanan berkitar boleh menghasilkan permukaan ketakberterusan mikroskopik yang terhasil dari langkah-langkah gelincir kehelan yang mungkin juga bertindak sebagai penaik tegasan dan seterusnya sebagai tapak permulaan retak.

1.3 Objektif

Objektif pertama ujian ini adalah untuk melihat jumlah kitaran kelesuan yang berlaku ke atas keluli berkarbon rendah yang dikenakan beban yang mengakibatkan proses lenturan. Dengan kata lainnya, ujian ini dijalankan bagi mendapatkan graf lengkungan S-N yang mana melalui graf S-N ini, ia merupakan kaedah yang paling berkesan untuk menggambarkan dan menganggarkan masa bagi sesuatu bahan itu mengalami kegagalan.

1.4 Skop

Skop kajian ini adalah menjurus kepada ujian kelesuan yang dikenakan ke atas keluli berkarbon rendah. Jenis keluli berkarbon rendah yang akan digunakan adalah AISI-SAE 1020. Melalui ujian ini kita akan melihat jumlah kitaran yang dialami oleh logam ini untuk mengalami keretakan. Aplikasi beban yang akan digunakan bagi ujikaji ini adalah beban lenturan yang mana beban yang dikenakan sepanjang setiap ujikaji adalah malar. Kaedah ujian lenturan yang sesuai dan akan digunakan adalah '*three points bend*'. Keputusan ujikaji akan diambil kira berdasarkan jumlah kitaran hayat setiap spesimen sehingga mengalami kepatahan dan akan diplot sebagai graf beban, S melawan kitar hayat, N.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

Konsep kelesuan adalah amat mudah. Apabila sesuatu kerja atau pergerakan dilakukan secara berulang-ulang kali, maka objek yang melakukan kerja tersebut akan lama kelamaan menjadi semakin lemah. Sebagai contoh, apabila kita berlari, kaki dan otot tubuh yang lain akan menjadi lemah tetapi keadaan tersebut bukan sahaja berlaku pada bahagian tersebut malah ianya mempengaruhi keseluruhan tubuh di mana tenaga kita semakin berkurangan dan akhirnya kita terpaksa berhenti berlari. Prinsip yang sama juga dapat dilihat dalam semua bahan di mana kelesuan berlaku apabila sesuatu bahan tersebut dikenakan beban secara berulang-ulang pada jangkamasa yang panjang contohnya spring, sayap kapal terbang, jambatan, tulang dan bilah turbin.

Definisi kelesuan sebenarnya adalah satu fenomena di mana sesuatu bahan itu gagal disebabkan oleh beban atau tegasan yang bertindak secara berulang-ulang ke atas bahan tersebut pada satu-satu jangka masa yang mana nilai tegasan yang dihasilkan adalah lebih kecil daripada nilai kekuatan muktamad bahan itu.

Berdasarkan *American Society of Testing Material (ASTM)*, kelesuan adalah perkembangan perubahan setempat struktur yang berlaku dalam sesuatu bahan yang dikenakan keadaan di mana tegasan atau terikan yang terhasil pada satu titik

kemudiannya boleh berkembang menjadi rekahan dan patah selepas beban dikenakan secara berulang-ulang kali sehingga satu jangka masa yang panjang.

Kajian ke atas mekanisme kegagalan kelesuan sesuatu bahan adalah amat penting dalam analisis untuk mengenalpasti sifat bahan atau sesuatu struktur yang dikenakan daya lesu. Di dalam aplikasi-aplikasi seharian, didapati bahawa bahan logam yang dikenakan beban secara berulang-ulang kali akan mengalami kegagalan hanya pada nilai tegasan yang jauh lebih kecil berbanding bahan yang dikenakan beban yang menghasilkan tegasan statik. Kegagalan yang dialami disebabkan keadaan ini dipanggil kegagalan lesu. Antara contoh yang dapat dilihat dalam kes ini adalah seperti yang berlaku pada bahagian-bahagian mesin seperti shaft, gear dan engkol di mana kerja yang dilakukan oleh komponen-komponen ini menyebabkan daya bertindak ke atasnya.

Kelesuan sesuatu logam itu adalah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Antaranya adalah faktor komposisi kimia dalam bahan itu sendiri, keadaan permukaan bahan, tahap kekasaran permukaan dan juga faktor persekitaran.

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi sifat bahan adalah konsentrasi tegasan. Kekuatan lesu sesuatu bahan itu akan menurun dengan banyaknya apabila adanya "notch", lubang, ataupun kambi tajam dalam keratan rentas bahan tersebut di mana pada kawasan-kawasan ini akan terhasilnya konsentrasi tegasan yang akan menyumbang kepada permulaan rekahan pada bahan apabila dikenakan beban yang berterusan.