

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Baja AISI 1045

Pemilihan baja AISI 1045 karena baja ini banyak dipakai dalam pembuatan komponen-komponen permesinan, murah dan mudah didapatkan di pasaran. Komponen mesin yang terbuat dari baja ini contohnya poros, roda gigi dan rantai. Adapun data-data dari baja ini adalah sebagai berikut :

1. AISI 1045 diberi nama menurut standar *american iron and steel institute* (AISI) dimana angka 1xxx menyatakan baja karbon, angka 10xx menyatakan karbon steel sedangkan angka 45 menyatakan kadar karbon persentase (0,45 %).
2. Penulisan atau penggolongan baja AISI 1045 ini menurut standar yang lain adalah sama dengan DIN C 45, JIS S 45 C, dan UNS G 10450.
3. Menurut penggunaannya termasuk baja konstruksi mesin.
4. Menurut struktur mikronya termasuk baja hypoeutectoid (kandungan karbon $< 0,8 \% C$).
5. Dengan meningkatnya kandungan karbon maka kekuatan tarik dan kekerasan semakin menjadi naik sedangkan kemampuan regang, keuletan, ketangguhan dan kemampuan lasnya menurun. Kekuatannya akan banyak

berkurang bila bekerja pada temperatur yang agak tinggi. Pada temperatur yang rendah ketangguhannya menurun secara dratis.

6. Kandungan unsur pada AISI 1045 menurut standard ASTM A 827-85 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Unsur pada baja AISI 1045

Unsur	%	Sifat mekanis lainnya
Karbon	0,42 – 0,50	Tensile strength
Mangan	0,60 – 0,90	Yield strength
Fosfor	Maksimum 0,035	Elongation
Sulfur	Maksimum 0,040	Reduction in area
Silicon	0,15 – 0,40	Hardness

B. Perlakuan Panas (*Heat Treatment*).

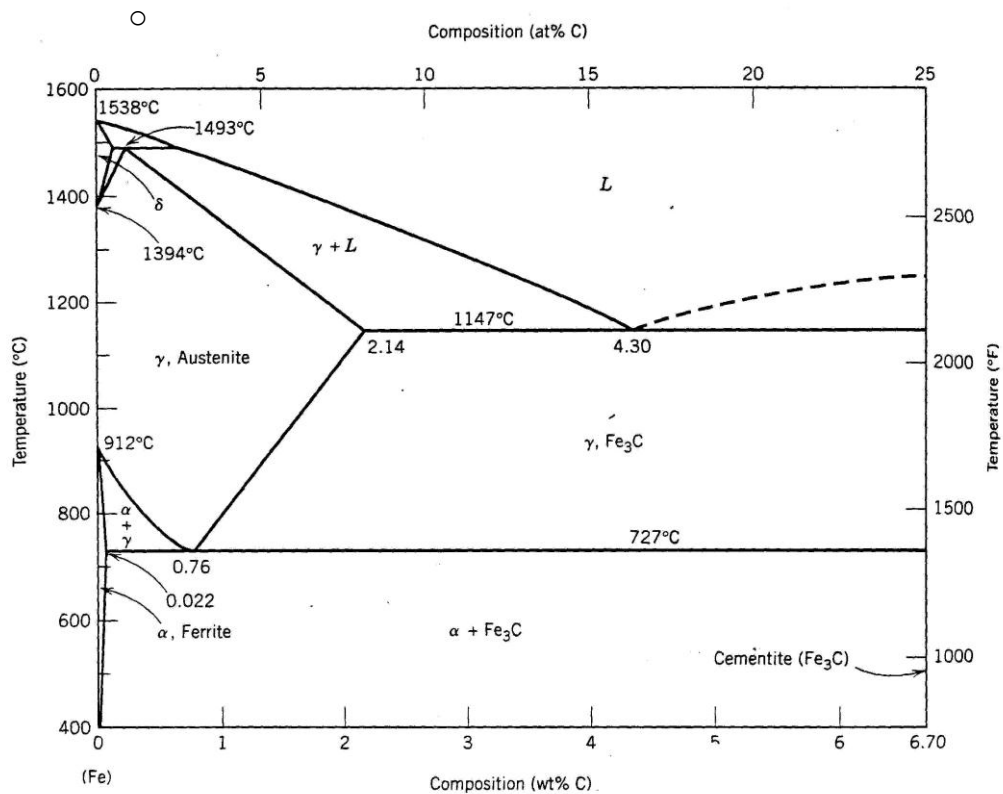
Perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan jalan mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan, penahanan waktu dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan tanpa/merubah komposisi kimia yang bersangkutan. Tujuan dilakukannya proses perlakuan panas yaitu untuk merekayasa atau mendapatkan kekerasan baja sesuai dengan rencana yang diinginkan. Baja yang biasa dilakukan proses perlakuan panas yaitu baja perkakas, baja karbon rendah tidak dapat dilakukan proses perlakuan panas karena kandungan karbonnya tidak mencukupi. Adapun prinsip-prinsip proses perlakuan panas yaitu:

1. Laju pemanasan dimana material dipanaskan sampai temperatur austenit.

Adapun syarat-syarat pemanasan yaitu pemanasan yang dilakukan tidak

merubah bentuk komponen (tetap dalam keadaan solid, temperatur pemanasan tidak sampai fasa δ (delta), karena fasa δ terbatas, pemanasan tidak sampai pada fasa γ yang bertemperatur tinggi, karena butir akan menjadi kasar.

2. Penahanan waktu (*holding time*) dimana setelah material mencapai temperatur austenite kemudian dilakukan penahanan waktu pada temperatur tertentu untuk mendapatkan struktur fasa yang seragam.
3. Media pendingin dimana media pendingin yang digunakan yaitu oli, air, tungku dan udara terbuka. Untuk baja karbon, medium pendingin yang digunakan adalah air, sedangkan untuk baja paduan medium yang disarankan adalah oli, cairan polimer atau garam.



Gambar 1. diagram fasa fe3c.(sjsu.edu 2012)

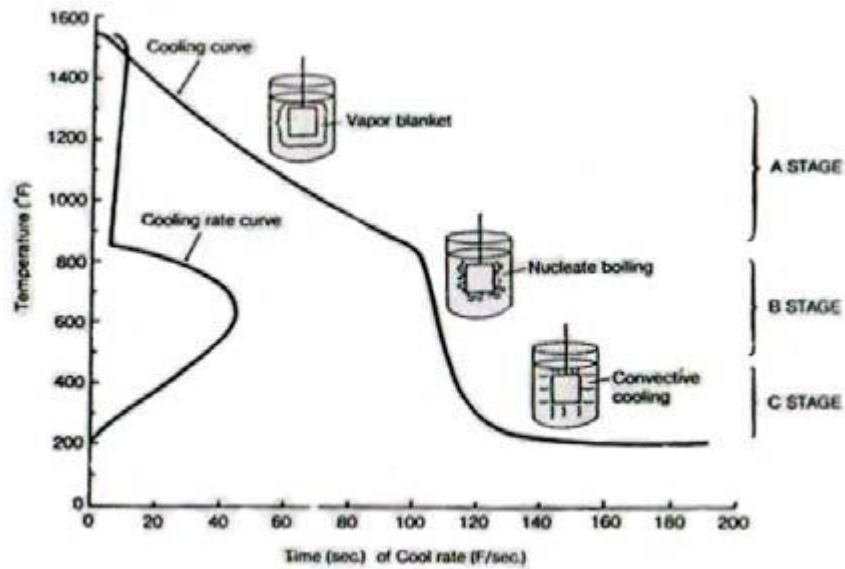
1. Quenching

Proses *quenching* melibatkan beberapa faktor yang saling berhubungan. Pertama yaitu jenis media pendingin dan kondisi proses yang digunakan, yang kedua adalah komposisi kimia dan *hardenability* dari logam. *Hardenability* merupakan fungsi dari komposisi kimia dan ukuran butir pada temperatur tertentu. Selain itu, dimensi dari logam juga berpengaruh terhadap hasil proses *quenching*.

Quenching yang dilakukan pada logam spesimen panas (setelah proses austenisasi) pada media pendingin akan mengalami mekanisme pendinginan seperti pada gambar diatas, yang memperlihatkan laju pendinginan panas dari logam sebagai fungsi dari temperatur permukaan logam. Gambar dibawah, juga menghubungkan temperatur permukaan logam dan waktu yang perlukan pada mekanisme pelepasan panas. Awal pencelupan, logam pertama kali akan diselubungi oleh selubung uap, yang akan pecah saat logam mendingin. Perpindahan panas saat terbentuknya selubung uap ini buruk, dan logam akan mendingin dengan lambat pada tahap ini.

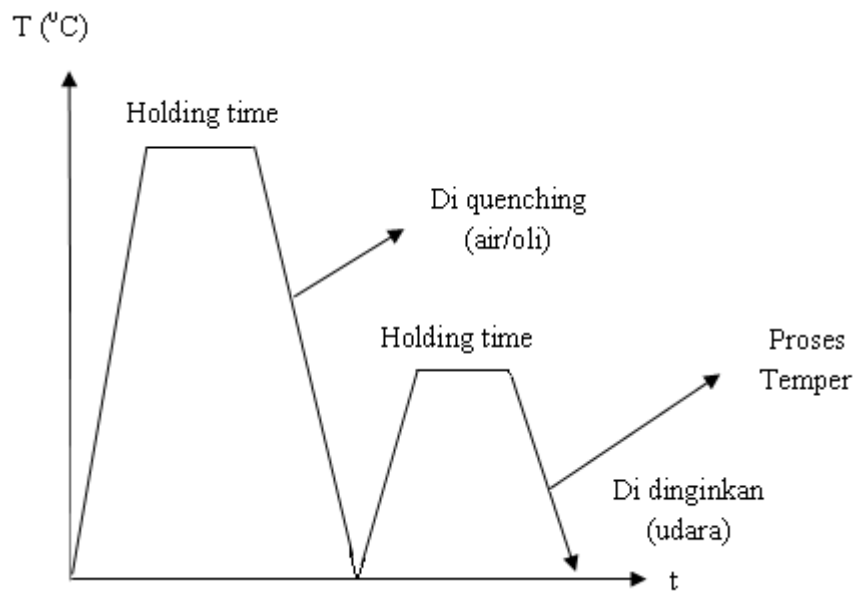
Tahap kedua dari kurva pendinginan dinamakan tahap didih nukleat dan pada tahap ini terjadi perpindahan panas yang cepat karena logam langsung bersentuhan dengan air. Pada tahap ini, logam masih sangat panas dan air akan mendidih dengan hebatnya. Kecepatan pembentukan uap air menunjukkan sangat tingginya laju perpindahan panas. Pada tahap ketiga, merupakan tahap pendinginan konveksi dan konduksi, dimana

permukaan logam telah bertemperatur dibawah titik didih air. Tahap ini hanya mengalami perpindahan panas melalui konveksi dan konduksi.



Gambar 2. Mekanisme pendinginan dibagi dalam 3 tahapan.(Dowling,1991)

2. Tempering



Gambar 3. Proses tempering. (Dowling,1991)

Proses temper adalah proses memanaskan kembali baja yang sudah dikeraskan dengan tujuan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan, duktilitas dan ketangguhan yang tinggi. Pada proses ini, material dipanaskan sampai temperatur austenite kemudian setelah itu dilakukan penahanan waktu pada temperatur tertentu dan dinginkan di udara terbuka. Proses ini merupakan proses memanaskan kembali baja yang sudah dikeraskan karena sebelumnya telah dilakukan proses pengerasan baja (*hardening*).

Tujuannya dilakukan proses tempering yaitu mengembalikan keuletannya/meningkatkan keuletannya tapi kekerasan dan kekuatannya menurun. Pada sebagian besar baja struktur, proses tempering dimaksudkan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan, keuletan dan ketangguhan yang tinggi. Dengan demikian, proses tempering yang dilakukan setelah proses hardening akan menjadikan baja lebih bermanfaat karena adanya struktur yang lebih stabil.

Temperatur proses tempering yaitu :

- a) 100C-200C : bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa
- b) 200C-300C : bertujuan untuk menurunkan kekerasan
- c) 300C-720C : bertujuan untuk menurunkan kekerasan dan menaikkan keuletan.

C. Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu logam dan paduannya. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan pelan pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Kemudian dapat dihasilkan tegangan dan regangan.

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_0} \quad \dots(1)$$

Dimana :

σ_u = Tegangan tarik maxsimal (MPa)

P_u = Beban tarik (kN)

A_0 = Luasan awal penampang (mm²)

Regangan yang dipergunakan pada kurva diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal, persamaanya yaitu:

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100 \quad \dots(2)$$

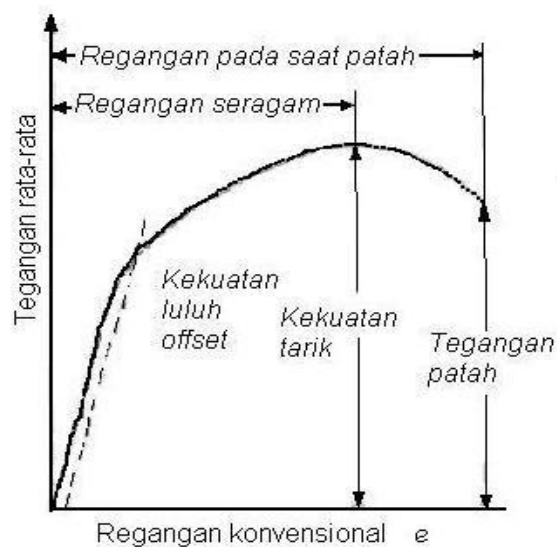
Dimana:

ε = Regangan (%)

L_0 = Panjang awal (mm)

L_f = Panjang akhir (mm)

Pembebanan tarik dilaksanakan dengan mesin pengujian tarik yang selama pengujian akan mencatat setiap kondisi bahan sampai terjadinya tegangan ultimate, juga sekaligus akan menggambarkan diagram tarik benda uji, adapun panjang L_f akan diketahui setelah benda uji patah dengan menggunakan pengukuran secara normal tegangan ultimate adalah tegangan tertinggi yang bekerja pada luas penampang semula. Diagram yang diperoleh dari uji tarik pada umumnya digambarkan sebagai diagram tegangan regangan.



Gambar 4. Kurva tegangan – regangan rekayasa. (Harsono,2006)

Dari gambar 4. ditunjukkan bahwa bentuk dan besaran pada kurva teganganregangan suatu logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastis yang pernah dialami, laju regangan, suhu dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan regangan logam yaitu: kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan. (Satoto, 2002)

D. Kekuatan Tarik

Proses pengujian tarik mempunyai tujuan utama untuk mengetahui kekuatan tarik bahan uji. Bahan uji adalah bahan yang akan digunakan sebagai konstruksi, agar siap menerima pembebanan dalam bentuk tarikan. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya yang berlawanan pada benda dengan arah menjauh dari titik tengah atau dengan memberikan gaya tarik pada salah satu ujung benda dan ujung benda yang lain diikat.

Penarikan gaya terhadap bahan akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Kemungkinan ini akan diketahui melalui proses pengujian tarik. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pengujian pergeseran butiran-butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepasnya ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum. Penyusunan butiran Kristal logam yang diakibatkan oleh adanya penambahan volume ruang gerak dari setiap butiran dan ikatan atom yang masih memiliki gaya elektromagnetik, secara otomatis bisa memperpanjang bahan tersebut.

Sifat mekanik pertama yang dapat diketahui berdasarkan kurva pengujian tarik yang dihasilkan adalah kekuatan tarik maksimum yang diberi simbol σ_u . Simbol u didapat dari kata *ultimate* yang berarti puncak. Jadi besarnya kekuatan tarik ditentukan oleh tegangan maksimum yang diperoleh dari kurva tarik. Tegangan maksimum ini diperoleh dari :

$$\sigma_u = \frac{P_{maks}}{A_o} \quad \dots (3)$$

Dimana :

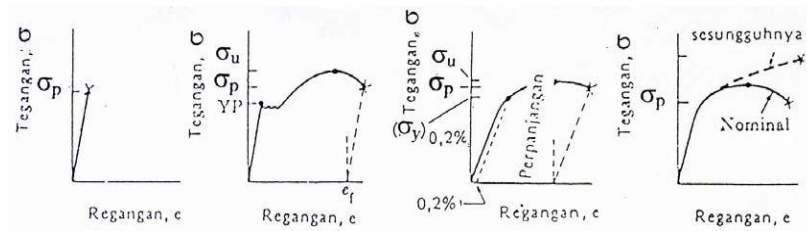
σ_u : *Ultimate tensile strength*

P_{maks} : Beban maksimum

A_o : Luas penampang awal

Sifat mekanik yang ke dua adalah kekuatan luluh yang diberi simbol σ_y dimana y diambil dari kata *yield* atau luluh. Kekuatan luluh dinyatakan oleh suatu tegangan pembatas dari tegangan yang memberikan regangan elastis saja dengan tegangan yang memberikan tegangan elastis bersama plastis. Titik luluh adalah suatu titik perubahan pada kurva pada bagian yang berbentuk linier dan yang tidak linier.

Pada kurva tarik baja karbon rendah atau baja lunak batas ini mudah terlihat, tetapi pada bahan lain batas ini sukar sekali untuk diamati oleh karena daerah linier dan tidak linier bersambung secara kontinyu. Oleh karena itu untuk menentukan titik luluh diambil dengan metoda *off set* yaitu suatu metoda yang menyatakan bahwa titik luluh adalah suatu titik pada kurva yang menyatakan dicapainya regangan plastis sebesar 0,2 %.



Gambar 5. Diagram Tegangan Regangan. (Harsono,2006)

- Bahan tidak ulet, tidak ada deformasi plastis misalnya besi cor
- Bahan ulet dengan titik luluh misalnya pada baja karbon rendah
- Bahan ulet tanpa titik luluh yang jelas misalnya alumunium, diperlukan Metode *off set* untuk mengetahui titik luluhnya
- Kurva tegangan regangan sesungguhnya regangan-tegangan nominal

σ_p = kekuatan patah

σ_u = kekuatan tarik maksimum

σ_y = kekuatan luluh

e_f = regangan sebelum patah

x = titik patah

YP = titik luluh

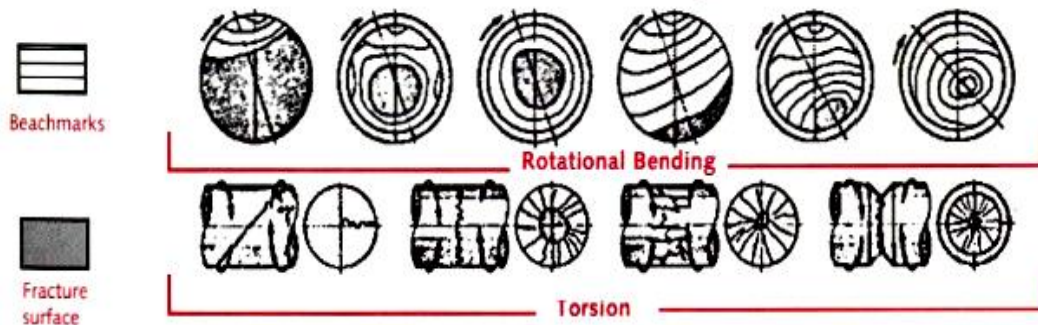
E. Fatik

Fatik atau kelelahan merupakan fenomena terjadinya kerusakan material karena pembebanan yang berulang-ulang, diketahui bahwa apabila pada suatu logam dikenai tegangan berulang maka logam tersebut akan patah pada tegangan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada beban statik. Kerusakan

akibat beban berulang ini disebut patah lelah (*fatigue failures*) karena umumnya perpatahan tersebut terjadi setelah periode pemakaian yang cukup lama. Mekanisme terjadinya kegagalan fatik dapat dibagi menjadi tiga fase yaitu : awal retak (*initiation crack*), perambatan retak (*crack propagation*), dan perpatahan akhir (*fracture failure*).

F. Skematik permukaan patah fatik

Jenis perpatahan yang terjadi pada material umumnya dapat dilihat dari pola atau skema perpatahan pada permukaan material yang mengalami perpatahan dengan pengamatan secara makro. Pada dasarnya ada 3 jenis patahan yang didasarkan pada sifat material yaitu perpatahan ulet, perpatahan getas serta gabungan perpatahan ulet dan getas



Gambar 6. Skematik permukaan patah fatik *rotational bending* dan torsi

1. Awal Retak (*initiation crack*)

Cacat (*defect*) pada struktur dapat bertindak sebagai awal keretakan. Cacat pada struktur berdasarkan asal terbentuknya dapat dikategorikan menjadi dua kelompok.

- a. Cacat yang terbentuk selama masa fabrikasi, disebabkan oleh :
- 1) Cacat lateral yang terjadi pada material (*material defect*).
 - 2) Cacat yang disebabkan karena proses pengerjaan material (*manufacturing defect*). Contohnya seperti tumpulnya peralatan peralatan atau jeleknya peralatan yang digunakan untuk pengerjaan material, panas yang berlebihan yang disebabkan karena pengelasan dan sebagainya.
 - 3) Pemilihan material yang salah atau proses perlakuan panas material (*poor choice of material or heat treatment*). Contoh pemilihan material yang salah seperti, material yang seharusnya digunakan untuk *fatigue* tetapi cenderung digunakan untuk *corrosion cracking* oleh karena pemilihan perlakuan panas yang tidak diketahui. Perlakuan panas seperti *carburizing* pengerasan permukaan hampir selalu menyebabkan perubahan pada permukaan.
 - 4) Teknik produksi dari material yang salah (*poor choice of production technique*).
 - 5) Desain material yang salah (*poor detail design*).
- b. Cacat yang terbentuk selama *service* struktur, diantaranya disebabkan oleh:
- 1) Kelelahan struktur, terjadi saat struktur mencapai umur kelelahannya.
 - 2) Fluktuasi tegangan pada permukaan yang telah mengalami korosi

2. Perambatan retak (*crack propagation*)

Jumlah total siklus yang menyebabkan kegagalan fracture merupakan penjumlahan jumlah siklus yang menyebabkan retakan awal dan fase perambatannya. *Initiation Crack* ini berkembang menjadi *microcracks*. Perambatan atau perpaduan *microcracks* ini kemudian membentuk *macrocracks* yang akan berujung pada *failure*.

3. Perpatahan akhir (*fracture failure*)

Final fracture adalah proses akhir kerusakan pada struktur saat mengalami pembebanan, sehingga struktur tersebut mengalami kegagalan. Ketika terjadi penjalaran retak, penampang pada bagian tersebut akan berkurang. Sampai pada kondisi dimana penampang pada bagian tersebut tidak mampu menahan beban.

Pada tahap ini penjalaran retak yang terjadi sangat cepat sehingga struktur akan pecah menjadi dua. Penjalaran yang cepat tersebut sering disebut *fast fracture*.

Fatik atau kelelahan menurut (Van. V, 2005) didefinisikan sebagai proses perubahan struktur permanen *progressive localized* pada kondisi yang menghasilkan fluktuasi regangan dan tegangan dibawah kekuatan tariknya dan pada satu titik atau banyak titik yang dapat memuncak menjadi retak (*crack*) atau patahan (*fracture*) secara keseluruhan sesudah fluktuasi tertentu.

Progressive mengandung pengertian proses fatik terjadi selama jangka waktu tertentu atau selama pemakaian, sejak komponen atau struktur digunakan. *Localized* berarti proses fatik beroperasi pada luasan lokal yang mempunyai tegangan dan regangan yang tinggi karena : pengaruh beban luar, perubahan geometri, perbedaan temperatur, tegangan sisa dan tidak kesempurnaan diri. *Crack* merupakan awal terjadinya kegagalan fatik dimana kemudian *crack* merambat karena adanya beban berulang. *Fracture* merupakan tahap akhir dari proses *fatigue* dimana bahan tidak dapat menahan tegangan dan regangan yang ada sehingga patah menjadi dua bagian atau lebih.

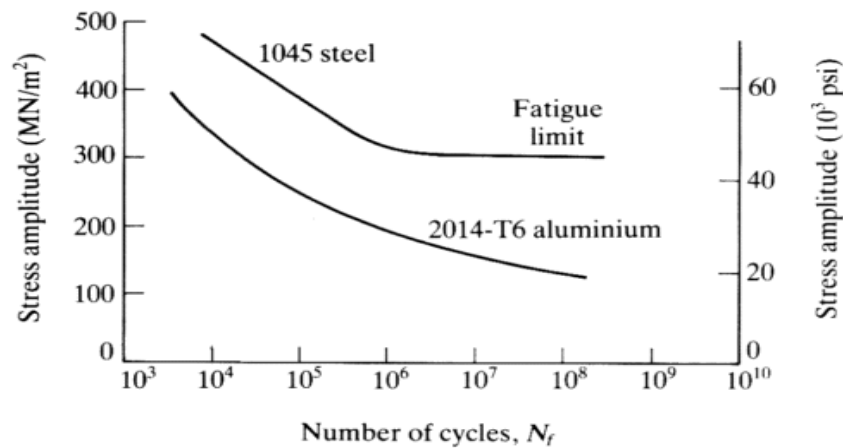
Secara alami logam berbentuk kristalin artinya atom-atom disusun berurutan. Kebanyakan struktur logam berbentuk poli kristalin yaitu terdiri atas sejumlah besar kristal-kristal yang tersusun individu. Tiap-tiap butir memiliki sifat mekanik yang khas, arah susunan dan susunan tiap arah, dimana beberapa butir diorientasikan sebagai bidang-bidang yang mudah slip atau meluncur dalam arah tegangan geser maksimum. Slip terjadi pada logam-logam liat dengan gerakan dislokasi sepanjang bidang kristalografi. Slip terjadi disebabkan oleh beban siklik *monotonic*.

Ketahanan fatik suatu bahan tergantung dari perlakuan permukaan atau kondisi permukaan dan temperatur operasi. Perlakuan permukaan merubah kondisi permukaan dan tegangan sisa di permukaan. Perlakuan permukaan *shoot peening* menghasilkan tegangan sisa tekan yang mengakibatkan ketahanan lelah yang meningkat (Collins,1981). Sedangkan perlakuan

permukaan yang menghasilkan tegangan sisa tarik menurunkan ketahanan *fatigue*-nya. Hal itu terjadi karena pada permukaan terjadi konsentrasi tegangan tekan atau tarik yang paling tinggi. Pada kondisi permukaan sedang menerima tegangan tarik maka tegangan sisa tekan pada permukaan akan menghasilkan resultan tegangan tekan yang semakin besar. Tegangan tekan akan menghambat terjadinya *initial crack* atau laju perambatan retak. Sehingga ketahanan lelah meningkat, dan akan terjadi sebaliknya apabila terjadi tegangan sisa tarik di permukaan.

Pada dasarnya kegagalan fatik dimulai dengan terjadinya retakan pada permukaan benda uji. Hal ini membuktikan bahwa sifat-sifat fatik sangat peka terhadap kondisi permukaan, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kekasaran permukaan, perubahan sifat-sifat permukaan dan tegangan sisa permukaan. (Dieter,1992)

Penyajian data fatik rekayasa adalah menggunakan kurva S-N yaitu pemetaan tegangan (S) terhadap jumlah siklus sampai terjadi kegagalan (N). Kurva S-N ini lebih diutamakan menggunakan skala semi log seperti ditunjukkan pada gambar 1. Untuk beberapa bahan teknis yang penting.



Gambar 7. Kurva S-N. (Sisworo,2009)

Kurva tersebut didapat dari pemetaan tegangan terhadap jumlah siklus sampai terjadi kegagalan pada benda uji. Pada kurva ini siklus menggunakan skala logaritma. Batas ketahanan fatik (*endurance limit*) baja ditentukan pada jumlah siklus $N > 10^7$. (Dieter,1992)

Persamaan umum kurva S-N dinyatakan oleh persamaan (*dowling*,1991)

$$S = B + C \ln(N_f) \quad \dots (4)$$

Dengan :

B dan C adalah konstanta empiris material

Pengujian fatik dilakukan dengan cara memberikan *stress level* tertentu sehingga spesimen patah pada siklus tertentu. (Dieter, 1992) menyatakan untuk mendapatkan kurva S-N dibutuhkan 8-12 spesimen.

Retak fatik biasanya dimulai pada permukaan di mana lentur dan torsi menyebabkan terjadinya tegangan-tegangan yang tinggi atau di tempat-tempat yang tidak rata menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan. Oleh

karena itu, batas ketahanan (*endurance limit*) sangat tergantung pada kualitas penyelesaian permukaan. (Van Vlack,1983)

Pengujian fatik dilakukan dengan *Rotary Bending Machine*. Jika benda uji diputar dan diberi beban, maka akan terjadi momen lentur pada benda uji. Momen lentur ini menyebabkan terjadinya beban lentur pada permukaan benda uji dan besarnya dihitung dengan persamaan (*international for use of ONO'S,-*)

$$\sigma = \frac{WL/2}{\pi/32d^3} \text{ kg/cm}^2 \quad \dots(5)$$

Dengan: σ = Tegangan lentur (kg/cm²)

W = Beban lentur (kg)

d = Diameter benda uji (cm)

G. Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Lelah

Faktor-faktor yang mempengaruhi atau cenderung mengubah kondisi kelelahan atau kekuatan lelah yaitu tipe pembebanan, putaran, kelembaban lingkungan (korosi), konsentrasi tegangan, suhu, kelelahan bahan, komposisi kimia bahan, tegangan-tegangan sisa, dan tegangan kombinasi. Faktor-faktor yang cenderung mengubah kekuatan lelah pada pengujian ini adalah kelembaban lingkungan (korosi) dan tipe pembebanan, sedangkan putaran, suhu, komposisi kimia dan tegangan sisa sebagai variabel yang konstan

selama pengujian sehingga tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan lelah.

1. Faktor kelembaban lingkungan

Faktor kelembaban lingkungan sangat mempengaruhi kekuatan lelah sebagaimana yang telah diteliti (Haftirman, 1995) bahwa pada kelembaban relatif 70 % sampai 80%. Lingkungan kelembaban tinggi membentuk pit korosi dan retak pada permukaan spesimen yang menyebabkan kegagalan lebih cepat terjadi.

2. Tipe pembebanan

Tipe pembebanan ini sangat mempengaruhi kekuatan lelah sebagaimana yang diteliti oleh (Ogawa, 1989) bahwa baja S45S yang diberikan tipe pembebanan lentur putar dan pembebanan aksial mempunyai kekuatan lelah yang sangat berbeda, baja S45S dengan pembebanan aksial mempunyai kekuatan lelah lebih rendah dari baja yang menerima pembebanan lentur putar.

3. Faktor putaran

Sebagaimana yang telah diteliti oleh (Iwamoto, 1989) dengan hasil bahwa putaran antara 750 rpm sampai 1500 rpm mempunyai kekuatan lelah yang hampir sama tetapi apabila putaran 50 rpm menurunkan kekuatan lelah jauh lebih besar dari putaran 750 rpm dan 1500 rpm, sehingga putaran

yang berada diantara 750 rpm sampai 1500 rpm tidak mempengaruhi kekuatan lelah dengan signifikan.

4. Faktor suhu

Faktor suhu sangat mempengaruhi kekuatan lelah karena suhu menaikkan konduktifitas elektrolit lingkungan sehingga dapat mempercepat proses oksidasi. Untuk mengkondisikan pengujian standar terhadap suhu, pengujian dilakukan pada temperatur kamar. Pada pengujian di suhu 40° C retakan pada spesimen memanjang dari pada pengujian di suhu 20° C dengan retakan yang halus, karena suhu yang tinggi menyebabkan molekul air yang terbentuk mengecil di permukaan baja sehingga mempercepat terjadinya reaksi oksidasi dan membuat jumlah pit korosi jauh lebih banyak, akibatnya pit korosi cepat bergabung membentuk retakan yang memanjang. Mengemukakan secara umum kekuatan lelah baja akan turun dengan bertambahnya suhu diatas suhu kamar kecuali baja lunak dan kekuatan lelah akan bertambah besar apabila suhu turun. (Dieter, 1986)

5. Faktor tegangan sisa

Faktor tegangan sisa yang mungkin timbul pada saat pembuatan spesimen direduksi dengan cara melakukan pemakanan pahat sehalus mungkin terhadap spesimen sehingga pemakanan pahat tidak menimbulkan tegangan sisa maupun tegangan lentur pada spesimen.

6. Faktor komposisi kimia

Pengaruh faktor komposisi kimia terhadap kekuatan lelah diharapkan sama untuk seluruh spesimen uji dengan pemilihan bahan yang diproduksi dalam satu kali proses pembuatan, sehingga didapat kondisi pengujian yang standar untuk seluruh spesimen uji.

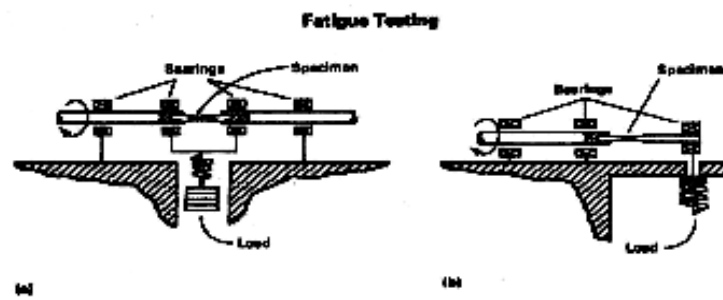
H. Klasifikasi Mesin Uji Fatik

1. *Axial (Direct-Stress)*

Mesin uji fatik ini memberikan tegangan ataupun regangan yang seragam ke penampangnya. Untuk penampang yang sama mesin penguji ini harus dapat memberikan beban yang lebih besar dibandingkan mesin lentur statik dengan maksud untuk mendapatkan tegangan yang sama.

2. *Bending Fatigue Machines*

Cantilever Beam Machines, dimana spesimen memiliki bagian yang mengecil baik pada lebar, tebal maupun diameternya, yang mengakibatkan bagian daerah yang diuji memiliki tegangan seragam hanya dengan pembebanan yang rendah dibandingkan lenturan fatik yang seragam dengan ukuran bagian yang sama.

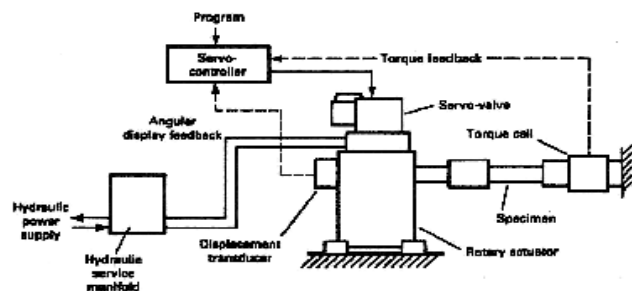


Gambar 8. RR. Moore-Type Machines dapat beroperasi sampai 10.000 rpm. (Sastrawan, 2010)

Gambar diatas RR. Moore-Type Machines dapat beroperasi sampai 10.000 rpm. Dalam seluruh pengujian tipe-lenturan, hanya material yang didekat permukaan yang mendapat tegangan maksimum.

3. *Torsional Fatigue Testing Machines*

Sama dengan mesin tipe Axial hanya saja menggunakan penjepit yang sesuai jika puntiran maksimal yang dibutuhkan itu kecil. Gambar dibawah ini adalah “Mesin Uji Fatik akibat Torsi” yang dirancang khusus.



Gambar 9. *Torsional Fatik Testing Machines*. (Sastrawan, 2010)

4. *Special-Purpose Fatigue Testing Machines*

Dirancang khusus untuk tujuan tertentu. Dan merupakan modifikasi dari mesin pengujian fatik yang sudah ada. Pengujian kawat adalah modifikasi dari “*Rotating Beam Machines*”.

5. *Multiaxial Fatigue Testing Machines*

Dirancang untuk pembebanan atau lebih dengan maksud untuk menentukan sifat logam dibawah tegangan *biaxial* atau *triaxial*