

MATERI KE - II

MATERI KULIAH PENGUJIAN LAS MERUSAK (DT)

1 SKS TEORI + 1 SKS PRAKTIK

**penyusun:***Heri Wibowo, MT*

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

2011

Pengujian merusak (DT) pada las



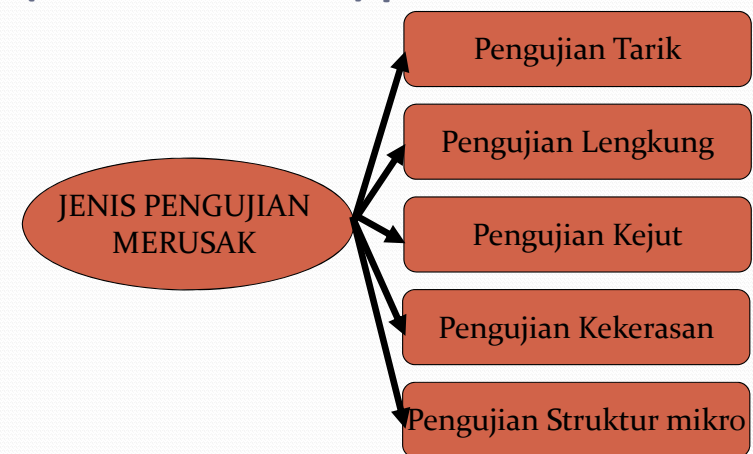
Pengujian merusak
(*Destructive Test*)
dibagi dalam 2 bagian:

- ⦿ Pengujian di bengkel las.
- ⦿ Pengujian skala laboratorium.

Alasan pengujian

- Mendeteksi cacat terjadi selama pengelasan yang mempengaruhi kualitas dan kekerasan Las
- Cacat lainnya terjadi karena kurangnya pengetahuan dan keterampilan tukang las
- Untuk mengetahui kemampuan tukang las

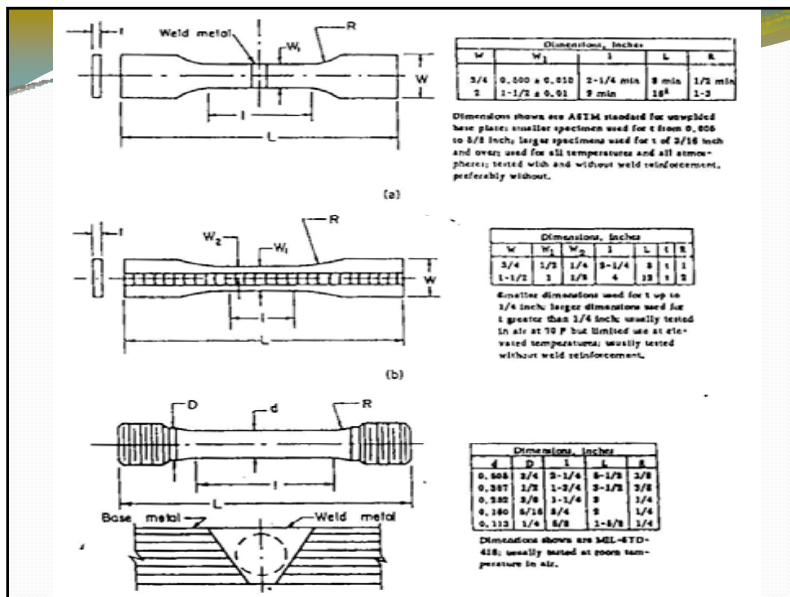
Jenis Pengujian merusak (*destructive test*) pada las



Pengujian Tarik

- “Uji Tarik” adalah tes di mana sampel dipersiapkan ditarik sampai benda uji patah. Uji Pengukuran dicatat dalam PSI (pounds per square inch) $E7018 = 70.000$ PSI
Sampel uji tarik dalam pengelasan dapat mengungkapkan kekuatan tarik lasan, batas elastis, titik luluh, dan daktilitas.
- Batas elastis logam adalah batas tegangan (beban) yang menahan dan masih kembali ke panjang aslinya setelah beban dilepaskan. Kekuatan tarik lasan terjadi saat benda uji tidak kembali ke panjang aslinya. Daktilitas adalah kemampuan logam untuk meregangkan atau memanjang sebelum rusak.

- Sifat tarik sambungan las sangat dipengaruhi oleh sifat logam induk, sifat daerah HAZ, sifat logam las.
- Uji tarik transversal (gambar a) memberikan informasi tentang efisiensi sambungan (*joint efficiency*) tetapi tidak menggambarkan keuletan las.
- Uji tarik longitudinal menyebabkan regangan yang seragam pada logam las sampai perpatahan (gambar b).
- Untuk mengetahui kekuatan dan keuletan logam las, kedua jenis uji tarik tersebut perlu dilakukan.

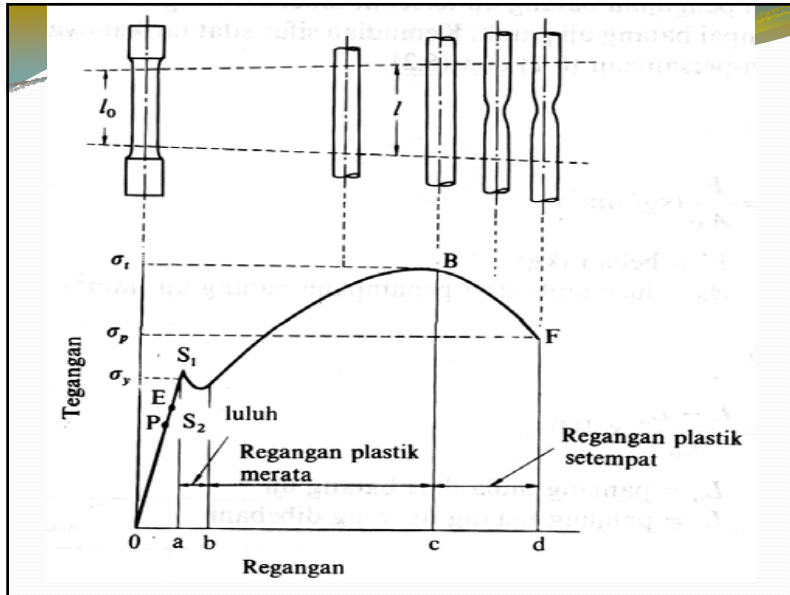


- Tegangan :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (kg/mm^2) \quad F = \text{beban (kg)}, A_0 = \text{luas penampang (mm}^2\text{)}$$

- Regangan :

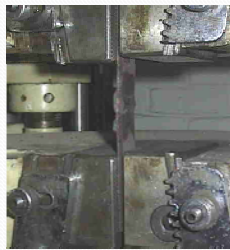
$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad L_0 = \text{panjang mula}, L = \text{panjang setelah dibebani}$$



Penjelasan kurva

- Hubungan tegangan dan regangan dapat dilihat dalam gambar 34.
- Titik P menunjukkan batas dimana hukum Hooke masih berlaku,
- titik E menunjukkan batas perpanjangan tetap pada batang uji dan disebut batas elastis.
- Titik S₁ disebut titik luluh atas dan S₂ disebut titik luluh bawah.
- Tegangan yang tertinggi dalam kekuatan tarik dari logam dan tegangan yang terjadi pada waktu patah disebut tegangan patah dapat diamati dari grafik.

Mesin Uji tarik



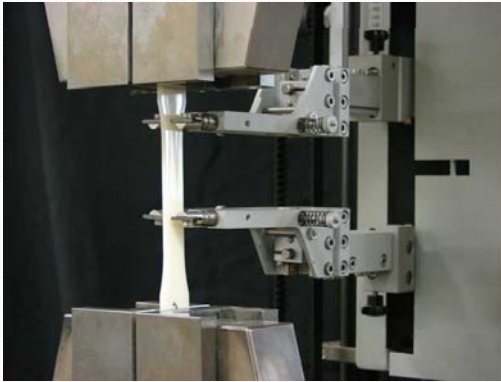
Benda uji di jepit dengan pengecam bergerigi agar tidak terjadi slip.

Mesin uji tarik menggunakan tenaga motor hidrolik.

Data pengujian tarik

No	Perubahan panjang(mm)	Gaya(N)	σ (kg/mm ²)	Keterangan

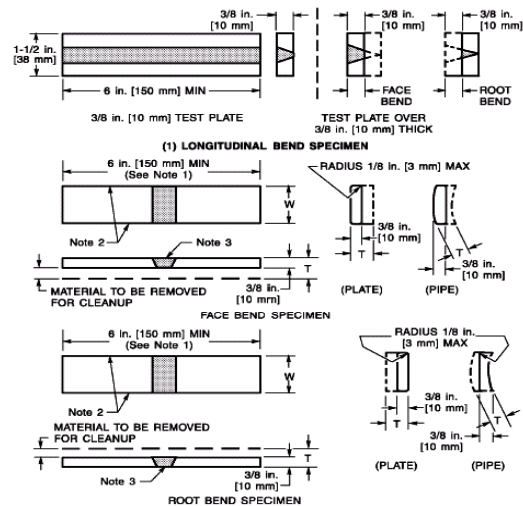
Video pengujian tarik pada sambungan las



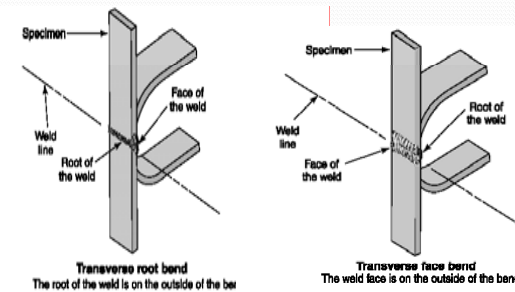
Pengujian Lengkung (*Bend Test*)

- Uji lengkung digunakan untuk mengevaluasi keuletan sambungan las.
- Pengujian lengkung dipisahkan menjadi 3 jenis pengujian : Pengujian root bend , Pengujian face bend, dan Pengujian side bend.
- Bentuk spesimen uji root bend, face bend dan side bend yang disertai dengan ukuran spesimen sesuai standar ASME seperti pada gambar 35.
- Uji face bend, spesimen uji diletakkan dengan bagian cover pass diletakkan menghadap ujung plunger, Uji root bend spesimen uji diletakkan sebaliknya.

Pengujian Lengkung



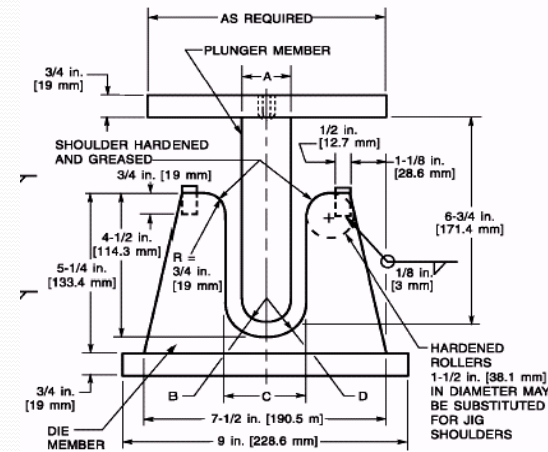
Root Bend dan face bend



Kriteria batas lolos uji pada uji lengkung :

- 1/8 in (3 mm) jumlah garis-garis retak diukur pada semua arah yang terdapat pada permukaan lengkungan.
- 3/8 in (10 mm) jumlah garis-garis retak yang terbesar dengan panjang garis retak masing-masing tidak melebihi 1/32 in (1 mm).
- 1/4 in (6 mm) diukur pada retak ujung yang terbesar, kecuali retak ujung dihasilkan dari slag dan inklusi maka 1/8 in (3 mm) dapat digunakan.

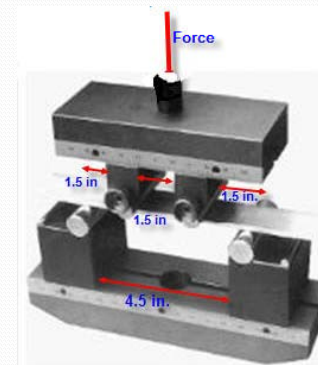
Jig pada *bend test*



Data uji bending

- Panjang retak setelah pengujian di ujung las
- Panjang retak setelah pengujian di tengah las
- Gaya (N) maksimal beban bending
- Lebar dan tebal spesimen uji bending

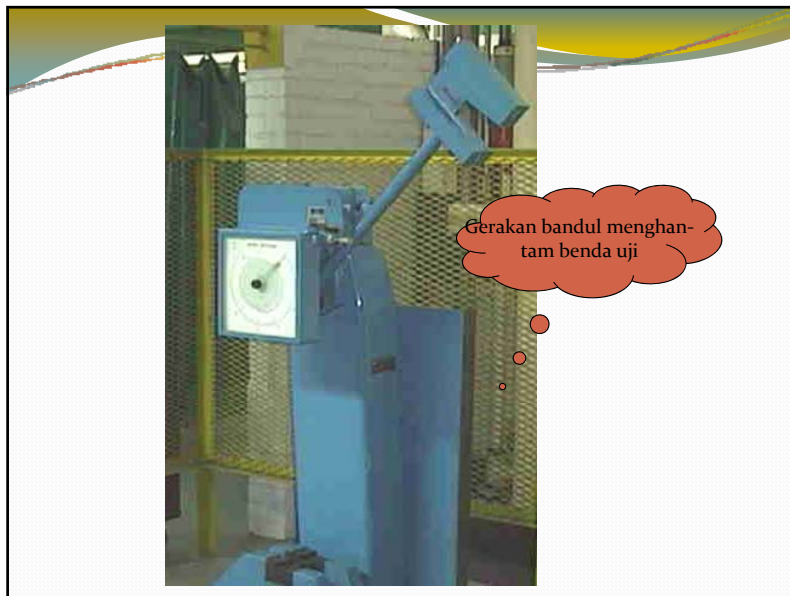
Video pengujian bending pada sambungan las



Pengujian Kejut (Impact test)

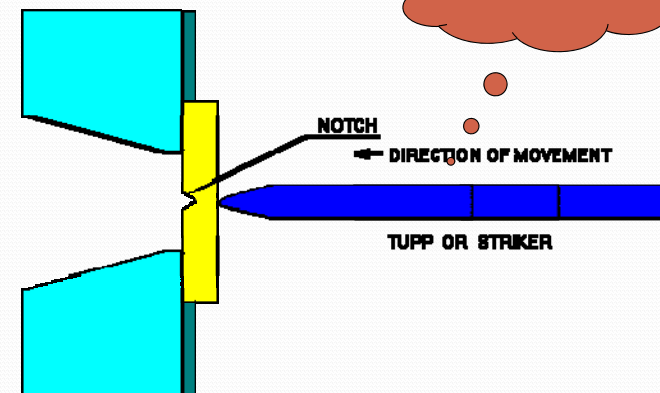
- *Impact tester* menggunakan bandul berat yang mampu mengukur jumlah gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen uji yang diambil dari HAZ "Daerah terpengaruh Panas .
- Dampak pengujian dapat dilakukan baik menggunakan Izod atau metode charpy. (Kedua metode serupa)
- Uji kejut digunakan untuk mengukur ketangguhan (*toughness*) bahan. Metode pengujian kejut yang banyak digunakan adalah uji kejut Charpy dengan takik V (*V notch Charpy impact test*)
- Energi yang diserap pada uji impact tergantung temperatur, kecepatan impact, derajat beban, serta ketebalan spesimen uji.
- Ketangguhan = Energi yang diserap (J) / luas area (m²)

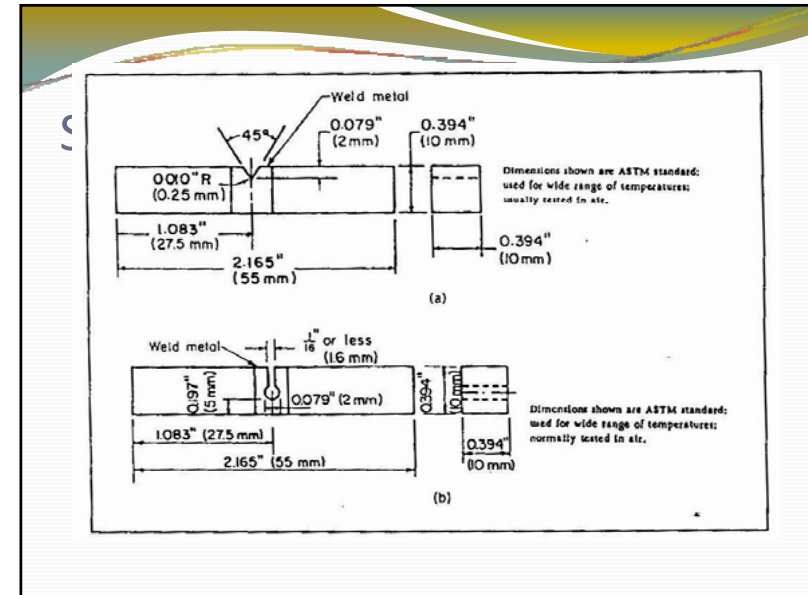
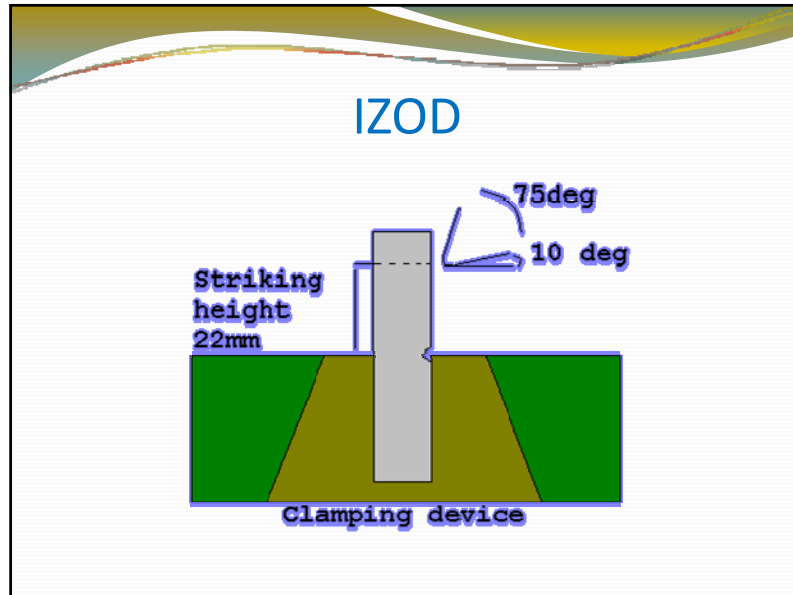
Impact TEST MACHINE



CHARPY

Aku digerakkan oleh mesin





Video pengujian impact



Pengujian Kekerasan

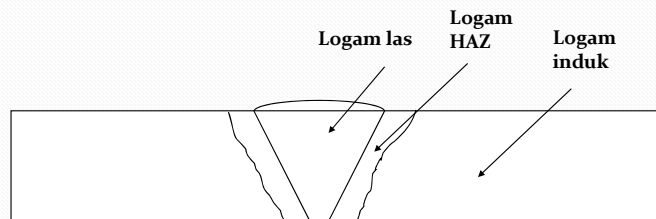
- Tujuan mengetahui tingkat kekerasan bahan pada daerah tertentu pada bahan uji.
- Tujuan yang lebih spesifik, yaitu mengetahui tingkat kekerasan pada daerah logam las, logam HAZ dan logam induk sehingga dapat diperkirakan tingkat penurunan kekuatan bahan.
- Jenis pengujian yang umum dilakukan :
Brinell, Rockwell, Vickers berlian piramida dan Scleroscope

Spesimen uji Kekerasan dan persiapan pengujian

- Spesimen las dibuat produk hasil pengelasan, kemudian dipotong melintang terhadap arah pengelasan.
- Sebelum diuji, benda harus dihaluskan terlebih dahulu untuk mendapatkan pengukuran kekerasan yang optimal.
- Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah Universal Hardness Tester. Khusus uji kekerasan jenis Vickers menggunakan indenter piramida yang bersudut 136 derajat .

- Uji vickers memiliki kelebihan dari pengujian yang lain antara lain bekas indenter yang kecil dan memiliki ketelitian yang tinggi.
- Kekerasan vickers dapat diketahui dengan mengukur diagonal-diagonal hasil injakan indenter piramida
- Kekerasan vickers dicari dengan :
- $Hv = 1,8544 \frac{P}{d^2}$ kg/mm², dengan P=beban indenter
- Dan d= diameter rata-rata diagonal hasil indentasi penetrator.

Daerah pengujian kekerasan



Data hasil uji kekerasan

No	Bagian	Diameter rata2 (mm)	Kekerasan Vickers	Keterangan
1	Logam las			
2	Logam las			
3	Logam las			
4	HAZ			
5	HAZ			
6	HAZ			
7	Logam Induk			
8	Logam Induk			
9	Logam Induk			

Video uji kekerasan vickers



D. Pengujian Struktur MAKRO DAN MIKRO PADA LAS

- Struktur mikro pada benda hasil pengelasan sangat ditentukan oleh proses pendinginan benda las terutama dari titik cair mencapai suhu rekristalisasi bahan.
- Proses pendinginan pada las kondisi umum berlangsung secara gradual tanpa penurunan suhu secara mendadak (quenching).
- Proses pendinginan pada las cocok dengan menggunakan diagram CCT (continuous cooling transformation).
- Diagram CCT untuk logam las baja di mana struktur austenit berubah menjadi berbagai fasa tergantung pada kecepatan pendinginan.



Mikroskop untuk uji struktur mikro



kaca pembesar untuk uji struktur makro sambungan las

Hasil uji struktur mikro dan makro pada sambungan las

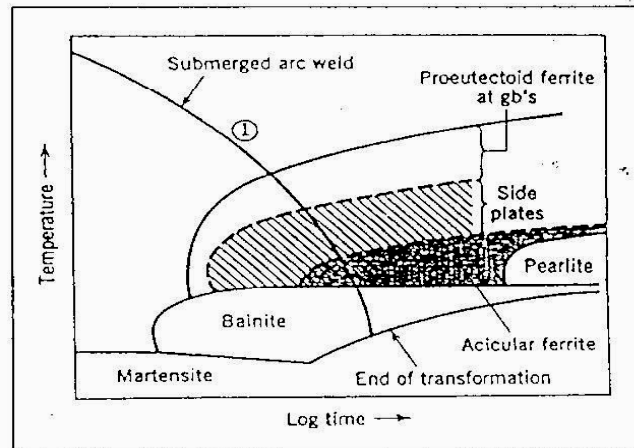


Hasil uji struktur mikro pada sambungan las



Hasil uji struktur makro pada sambungan las

Diagram CCT untuk PREDIKSI STRUKTUR MIKRO PADA LAS



Analisa fase Struktur mikro yang terjadi mungkin :

- Ferit proeutectoid, terdiri dari ferit batas butir dan intragranular ferrite, terbentuk pada suhu 1000 °C turun ke 650 °C
- Ferit Widmanstatten terbentuk pada suhu 750 °C turun ke 650 °C
- Ferit acicular, tumbuh di dalam butir austenit, terbentuk pada suhu 650 °C
- Bainit, terbentuk pada suhu 500 °C turun ke 400 °C
- Martensit, terjadi jika kecepatan pendinginan sangat cepat.

Kecepatan pendinginan

Kecepatan pendinginan rendah

- Ferit mulai terbentuk sepanjang batas butir austenit dan tumbuh ke arah dalam, dinamakan ferit batas butir.

Kecepatan pendinginan sedang

- Austenit mungkin berubah menjadi ferit widmanstatten atau ferit acicular. Ferit widmanstatten tumbuh ke butiran austenit dengan bentuk plat, ferit acicular berbentuk jarum (needle) dalam butir austenit.

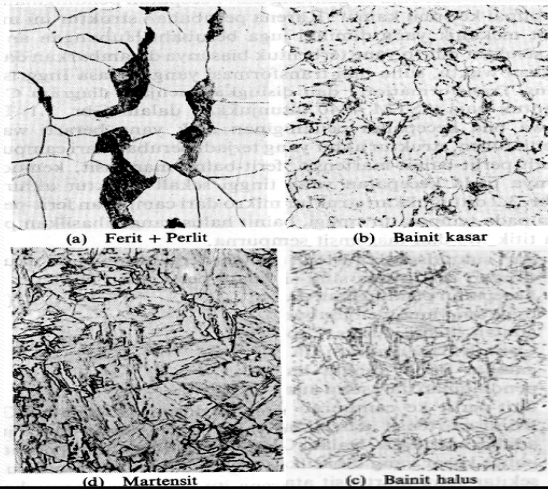
Kecepatan pendinginan tinggi

- Atom-atom karbon sukar melakukan difusi ke austenit, menyebabkan struktur mikro bainit. Bainit terbagi bainit atas terbentuk pada suhu lebih tinggi dari bainit bawah (lower bainit).

Kecepatan pendinginan sangat tinggi

- Atom-atom karbon tidak bisa berdifusi (diffusionless) dan membentuk struktur keras dan getas yaitu martensit.

Jenis Struktur mikro pada logam las baja karbon rendah



Mekanisme pengujian struktur makro dan mikro

Persiapan :

- Menghaluskan benda uji las bagian melintang sampai rata dan halus menggunakan kikir, kertas amplas dan mesin poles.

Proses etsa :

- Benda uji di etsa sesuai dengan larutan HCl konsentrasi 2.5 % sampai beberapa detik (sekitar 10 sampai 15 detik), dilanjutkan benda uji di bersihkan dengan air.

Pemeriksaan :

- Pemeriksaan mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 400 kali.
- Pemeriksaan makro dilakukan dengan kaca pembesar dengan perbesaran 5-10 kali.

Video pengujian struktur mikro pada las



TERIMA KASIH

NB : materi ini disusun dari berbagai sumber dari Internet, digunakan untuk sarana pembelajaran di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta