

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

No	Nama (tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode yang digunakan	Hasil Penelitian
1	Harsono, dkk (2019)	ANALISIS PENGELASAN SMAW TEGANGAN DC TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, FOTO MAKRO DAN MIKROPADA STAINLESS STEEL 304	<p>Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh hasil foto makro, struktur mikro, menguji tidak merusak, pengujian tarik dan juga distribusi kekerasan.</p> <p>Penelitian ini menggunakan bahan plat Stainless Steel 304 dengan ketebalan 8 mm. Selanjutnya spesimen dilakukan</p>	<p>Variabel terikat Terhadap kekuatan tarik, kekerasan, foto makro dan mikropada</p>	Metode eksperimen	<p>Material stainless steel AISI 304 memiliki kandungan Carbon (C), dimana carbon mempunyai sifat dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tetapi dapat menurunkan kemampuan tempa dan keliatan. kandungan Crom (Cr) sebanyak 11 – 20% Unsur Chromium dapat</p>

			pengelasan dengan varisasi kuat arus yang berbeda yaitu arus 80 A, 100 A, 120 A.			memberikan pengaruh yang besar terutama dalam proses kimia pada saat proses pemanasan
2	BAGUS HARTANTO (2020)	ANALISA PENGARUH PROSES ANNEALING TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PROSES PENGELASAN SMAW	Menganalisa pengaruh proses annealing terhadap kekuatan tarik pada proses pengelasan SMAW.	Variabel bebas pengaruh proses annealing	Penelitian ini menggunakan metode experiment untuk mengetahui proses annealing pada hasil pengelasan terhadap sifat mekanik baja karbon rendah	Hasil pengelasan dari kedua sisi bahan baja menghasilkan tiga daerah utama yaitu daerah logam dasar, daerah terpengaruh panas dan daerah logam las. (Prihantotrihutomo, 2004) melakukan penelitian pengaruh proses

						annealing pada hasil pengelasan terhadap sifat mekanik baja karbon rendah
3	(Syafa'at, dkk (2018))	ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS ARGON PADA STAINLESS STEEL 304 MENGGUNAKAN VARIASI KUAT ARUS	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dari pengamatan struktur makro, mikro serta karakteristik mekanik dari pengujian tarik.	Variabel bebas menggunakan variasi arus 60 A, 70 A, 80 A.	Penelitian ini menggunakan metode experiment untuk mengetahui kekuatan Tarik sambungan las dengan variasi arus	Material ini memiliki kandungan karbon, dimana karbon mempunyai sifat dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tetapi menurunkan kemampuan tempa dan keuletan. Kandungan kromnya memberikan pengaruh dalam proses kimia terutama

						pada saat proses pemanasan. Stainless steel dipilih sebagai material kerja karena sifat tahan panas pada temperatur tinggi dan ketahanan terhadap korosi.
4	Musthafa Ibrahim , Purwanto no (2019)	PENGARUH PEMANASAN SEBELUM PENGELASAN TERHADAP PENGUJIAN FACE DAN ROOT BENDING HASIL LAS SMAW BAJA SUP 9	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemanasan sebelum pengelasan terhadap lolos atau tidaknya saat pengujian face dan root bending hasil	Variabel bebas pengelasan SMAW dengan variasi temperatur preheat 230°C, 300°C dan 370°	Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen, proses penelitian dilakukan dengan pengujian face dan root bending	Hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengujian face dan root bending spesimen tanpa perlakuan preheat, temperatur preheat 230 °C, 300 °C, dan 370 °C

			<p>pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) baja SUP 9.</p>			<p>mengalami patah dengan posisi patah yang berbeda-beda dan tidak lolos pengujian bending. Hasil pengamatan cacat las mengalami cacat porosity dengan persentase 10.53%, 13.16%, 13,16% dan slag inclusion dengan persentase 26.32% dan 39,47%, kegagalan akibat cacat pengujian face dan root bending terdapat 5 spesimen cacat dengan</p>
--	--	--	---	--	--	--

						<p>persentas e 31,25%. Berdasarkan dari data hasil pengujian face dan root bending hasil pengelasan SMAW dengan variasi temperatur preheat 230°C, 300°C dan 370° las SMAW pada baja SUP tidak lolos pengujian bending dan dapat disimpulkan baja SUP 9 tidak baik untuk di las.</p>
--	--	--	--	--	--	---

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Pengelasan Pada *Stainless Steel*

Baja karbon sedang dan tinggi mengandung banyak karbon dan unsur lain yang dapat memperkeras baja. Karena itu daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ) pada baja ini mudah menjadi keras bila dibandingkan dengan baja karbon rendah. Hubungan antara kekerasan maksimum yang dapat dicapai dan kadar karbon dapat dilihat pada table 2.3. Sifatnya yang mudah menjadi keras ditambah dengan adanya *hidrogen difusi* menyebabkan baja ini sangat peka terhadap retak

las. Disamping itu pengelasan dengan menggunakan elektroda yang sama kuat dengan logam lasnya mempunyai perpanjangan yang rendah. (Wiryosumarto: 2000:92).

Dengan meningkatnya kandungan karbon pada baja misalnya pada baja karbon medium maka diperlukan usaha yang lebih untuk mengelas jenis material tersebut tanpa menghasilkan retakan. Meningkatnya kandungan karbon dapat lebih memungkinkan untuk terbentuknya fasa martensit pada logam las atau HAZ. Untuk itu pemilihan jenis elektroda dan prosedur pengelasan akan mempengaruhi sifat mekanik yang terjadi pada logam las atau HAZ. Perlakuan seperti preheat dengan tujuan melambatkan laju pendinginan dapat mengurangi resiko terbentuknya martensit pada HAZ. (Sonawan: :2006 :40)

Terjadinya retak las dapat dihindari lewat pemanasan mula dengan suhu yang sangat tergantung dari pada kadar karbon atau harga ekuivalen karbon. (Wiryosumarto: 2000:92).

Tabel 2. 1 Suhu pemanasan mula pada pengelasan baja karbon sedang dan baja karbon tinggi.

KADAR KARBON (%)	SUHU PEMANASAN AWAL (C ⁰)
0.20 Maks.	90 maks
0.20-0.30	90-150
0.30-0.45	150-260
0.45-0.80	260-420

(Sumber : Wiryosumarto : 2000 : 92)

Spesifikasi arus menurut tipe elektroda dan kuat arus dari elektroda untuk *carbon steel* dan *stainless steel* berdasarkan diameter yang digunakan terdapat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arus Menurut *Tipe* Elektroda dan Diameter dari Elektroda (*Nikko Steel index, 1994*).

Diameter (mm)	Tipe elektroda dan Ampere yang digunakan			
	E 309-16	E 309L-16	E 309LMo-16	16 E 309Nb-16
2	50 – 70	35 – 80	35 – 80	35 – 80
2.6	70 – 110	65 – 100	65 – 100	65 – 100
3.2	110 – 130	80 – 125	80 – 125	80 – 125
4	120 – 150	120 – 170	120 – 170	120 – 170
5	160 – 210	160 – 210	160 – 210	160 – 210

(Sumber : Bagus Hartanto : 2000 :34)

2.2.2 Pengelasan

Definisi menurut *deuctsche industrie norman* (DIN) pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam

keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. (wiryosumarto: 2000: 1)

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut dapat digolongkan menjadi dua yaitu berdasarkan cara kerja dan pengklasifikasian berdasarkan energi panas yang digunakan. Klasifikasi yang pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lain. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok antara las listrik, las kimia, las mekanik dan lain-lain.

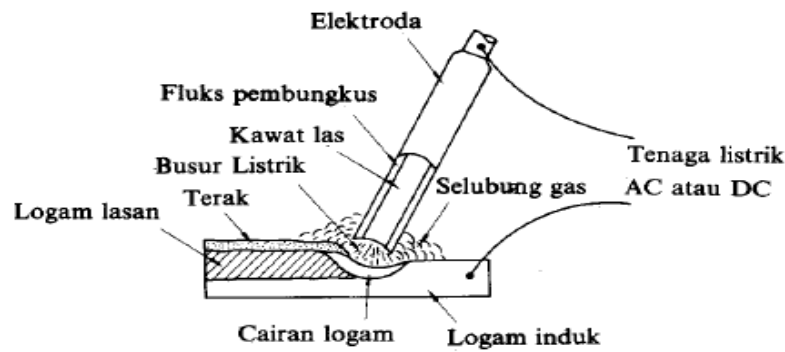
Berdasarkan klasifikasi pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu :

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan kemudian ditekan menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak ikut mencair.

2.2.3 Las Busur Listrik Dengan Elektroda Terbungkus

Las busur listrik dengan elektroda terbungkus atau *shielded metal arc welding* (SMAW) adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini. Dalam pengelasan ini, logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik yang ada dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks dan karena itu elektroda las kadang-kadang disebut kawat las. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kampuh las. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk.(Sonawan:2006:3).

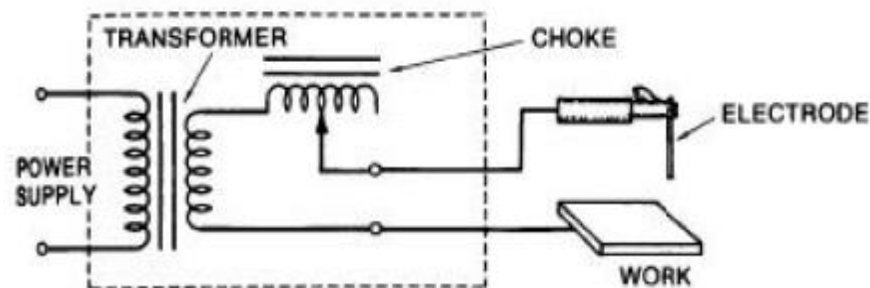
Proses pemindahan logam elektroda terjadi saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus. Sebaliknya jika arus kecil maka butirannya menjadi besar. Selain mencairkan kawat las yang nantinya membeku menjadi menjadi logam las, busur listrik juga ikut mencairkan fluks. Karena masa jenisnya yang lebih kecil dari logam las maka fluks ini berada diatas logam las pada saat mencair. Kemudian setelah membeku, fluks cair ini berubah menjadi terak yang menutupi logam las.



Gambar 2. 1 Proses pemindahan logam elektroda
(Sumber : Wiryosumarto :2000 : 9)

Dalam las elektroda terbungkus, busurnya ditimbulkan dengan menggunakan listrik arus bolak balik atau *Alternating current* (AC), dan juga menggunakan arus listrik searah *direct current* (DC).

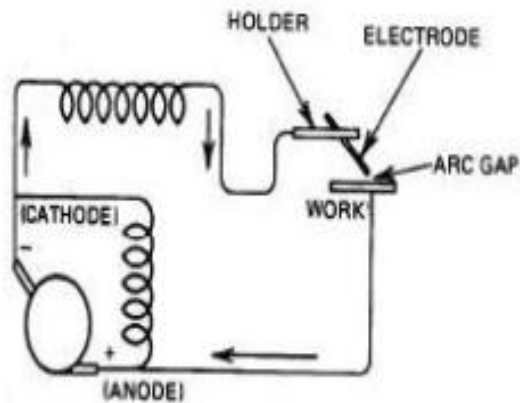
Mesin las AC memperoleh busur nyala dari transformator, dimana dalam pesawat ini jaring-jaring listrik dirubah menjadi arus bolak-balik oleh transformator yang sesuai dengan arus yang digunakan dalam pengelasan, pada mesin ini kabel las dapat dipertukarkan pemasangannya dan tidak mempengaruhi perubahan temperature pada busur nyala. 50% panas disalurkan ke elektroda dan 50% disalurkan ke base metal. (Sukaini :2019:93).



Gambar 2. 2 Wiring diagram mesin las *Alternating current*
(Sumber :Sukaini: 2013 : 93)

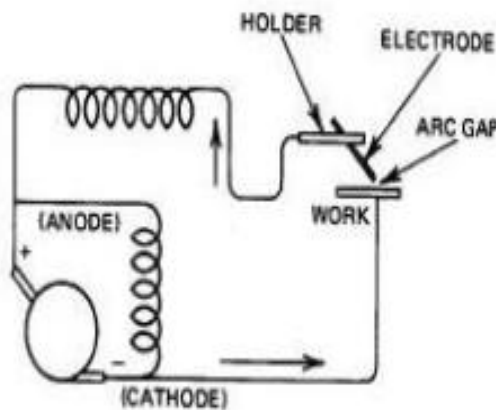
Mesin las DC digerakan oleh generator atau perubahan dari arus AC ke DC. Dua tipe mesin las DC yaitu:

1. *Direct Current, Straight Polarity* / DCSP ketika base metal dihubungkan dengan kutub positif mesin dan holder elektroda dihubungkan dengan sisi negatif mesin. 2/3 panas disalurkan ke base metal dan 1/3 panas ke elektroda, digunakan untuk pengelasan penetrasi dalam, temperature tinggi benda kerja.



Gambar 2. 3 *Wiring* diagram mesin las *DCSP*
(Sumber : Sukaini : 2013 : 93)

2. *Direct current, Reverse Polarity /DCRP* ketika base metal dihubungkan dengan kutub negative mesin dan holder elektroda dihubungkan dengan kutub positif mesin. 2/3 panasdisalurkan ke elektroda dan 1/3 panas ke benda kerja.



Gambar 2. 4 *Wiring* diagram mesin las *DCRP*
(Sumber :Sukaini:2013:93)

2.2.4 Proses Pemanasan Awal Pada Pengelasan

Definisi preheat menurut AWS (*American Welding Society*) adalah panas yang diberikan kepada logam yang akan dilas untuk mendapatkan dan memelihara *preheat temperature*. Sedangkan *preheat temperature* sendiri definisinya adalah suhu dari logam induk (*base metal*) disekitar area yang akan dilas, sebelum pengelasan itu dimulai.

Pemanasan disekitar area pengelasan diusahakan merata untuk mendapatkan hasil yang bagus. Pemanasan yang berlebihan atau tidak merata dapat menyebabkan tegangan sisa yang tinggi, distorsi, atau perubahan metalurgi yang tidak diinginkan pada logam induk (Sukaini:2019:77).

Tabel 2. 3 Suhu pemanasan mula pada pengelasan baja karbon sedang dan baja karbon tinggi.

KADAR KARBON (%)	SUHU PEMANASAN AWAL (C ⁰)
0.20 Maks.	90 maks
0.20-0.30	90-150
0.30-0.45	150-260
0.45-0.80	260-420

(Sumber : Wiryosumarto : 2000 : 92)

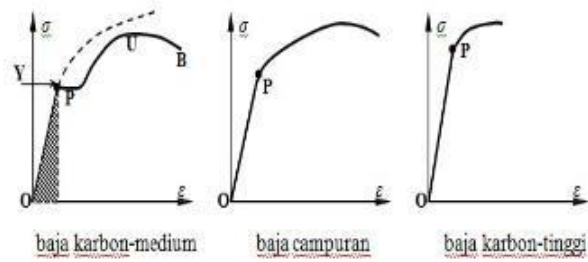
Manfaat dari pemanasan awal adalah untuk mengurangi kelembaban dari area pengelasan. Biasanya dilakukan dengan cara memanaskan permukaan matrial dengan suhu yang relatif tidak terlalu tinggi, hanya sedikit diatas titik didih air. Hal tersebut akan mengeringkan permukaan dan menghilangkan kontaminan yang tidak diinginkan yang mungkin bisa menyebabkan *porosity*, *hydrogen embrittlement*, atau *cracking* karena *hydrogen* selama proses pengelasan. Selain itu juga bermanfaat untuk menurunkan gradient temperatur. Semua pengelasan busur menggunakan sumber panas temperatur tinggi. Pada material yang dilas akan terjadi perbedaan temperatur antara sumber panas lokal dan material induk yang lebih dingin ketika pengelasan berlangsung. Perbedaan temperatur tersebut menyebabkan perbedaan pemuaihan panas dan kontraksi serta tegangan yang tinggi

disekitar area yang dilas. *Preheating* akan mengurangi perbedaan temperatur dari material induk sehingga akan meminimalkan masalah yang terjadi seperti distrosi dan tegangan sisa yang berlebih. Apabila tidak dilakukan *preheating* maka bisa terjadi perbedaan temperatur yang besar antara area las-lasan dengan logam induk. Hal ini dapat mengakibatkan pendinginan yang terlalu cepat sehingga menyebabkan terbentuknya martensit dan pada beberapa material dengan hardenability yang tinggi mungkin terjadi *cracking* (Sukaini: 2013:79)

2.2.5 Pengujian Tarik

Dalam sambungan las sifat tarik sangat dipengaruhi oleh sifat dari logam induk, sifat daerah *heat affective zone* (HAZ), sifat logam las dan sifat-sifat dinamik dari sambungan berhubungan erat dengan geometri dan distribusi tegangan dalam sambungan.

Sampel atau benda uji dengan ukuran dan bentuk tertentu ditarik dengan beban kontinyu sambil diukur pertambahan panjangnya. Data yang didapat berupa perubahan panjang dan perubahan beban yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik tegangan-regangan.



Gambar 2. 5 Diagram tegangan regangan baja
(Sumber : Wiryosumarto : 2018 : 181)

Tegangan adalah gaya persatuan luas penampang yang disimbolkan dengan huruf Sigma (σ) dan satuan N/m^2 . Secara matematis, tegangan dirumuskan sebagai berikut:

Tegangan:

$$\sigma = F/A \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

σ = tegangan (N/m^2)

F = gaya (N)

A = luas penampang (m^2)

Regangan:

Regangan adalah perbandingan pertambahan panjang suatu benda terhadap panjang awal benda yang disimbolkan dengan e dan regangan tidak memiliki satuan. Secara matematis, regangan dirumuskan sebagai berikut:

$$e = \Delta l/l_0 \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

e = regangan

Δl = pertambahan panjang (m)

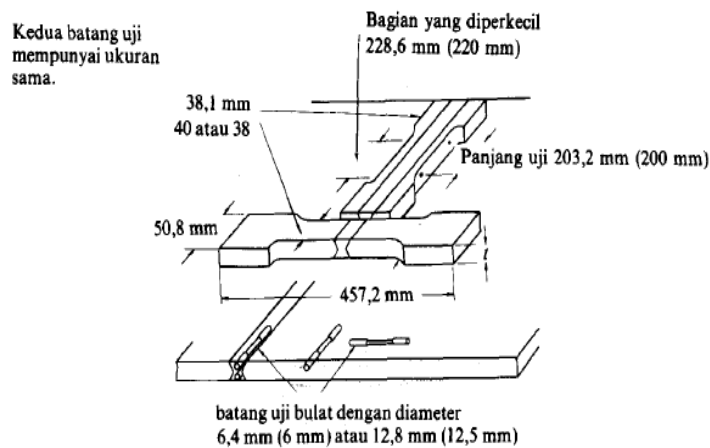
l_0 = panjang mula-mula (m)

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

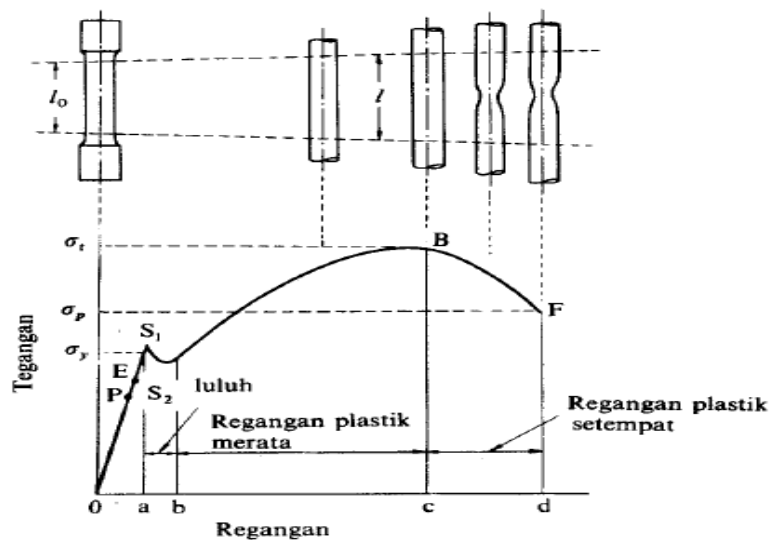
dimana : L_0 = panjang mula batang uji

: L = panjang batang uji yang dibebani

Sumber: (Wiryosumarto, 1994)



Gambar 2. 6 Spesimen uji tarik menurut *American welding society (AWS)*
(Sumber:wiryosumarto:2018:181)



Gambar 2. 7 Kurva tegangan regangan teknik
(Sumber : Wiryosumarto : 2018 : 182)

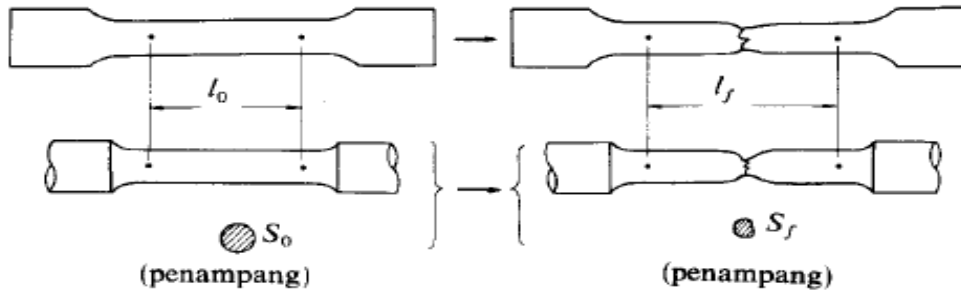
Didalam gambar diatas, P menunjukkan dimana batas hokum Hooke masih berlaku dan disebut batas proporsi dan titik E menunjukkan batas dimana bila beban diturunkan ke nol lagi tidak terjadi perpanjangan tetap pada batang uji dan disebut batas elastik. Titik E sukar ditentukan dengan tepat karena itu biasanya ditentukan batas elastik dengan perpanjangan tetap sebesar 0,005% sampai 0,01%. Titik S_1 titik luluh atas dan titik S_2 titik luluh bawah. Pada beberapa logam titik luluh ini tidak terlihat dalam diagram tegangan-regangan dan dalam hal ini tegangan luluhnya ditentukan sebagai tegangan dan regangan sebesar 0,2%. Tegangan yang tertinggi adalah kekuatan tarik dari logam (σ_t) dan tegangan yang terjadi pada waktu patah disebut dengan tegangan patah (σ_p).

Keuletan logam ditentukan sebagai regangan tertinggi dalam logam. Dalam hal batang uji bulat keuletan dapat juga dinilai dari reduksi penampang (RA).

Reduksi penampang : $RA = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100 \%$(2.4)

Dimana: A_0 = luas penampang mula

A_f = luas penampang akhir



Gambar 2. 8 Patahan pada batang uji tarik
(Sumber: Wiryosumarto : 2018 : 183)

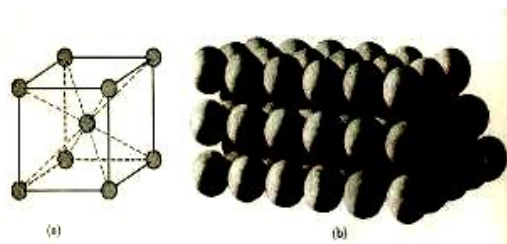
2.2.6 Struktur Logam

1. Kristal logam besi (fero)

Kristal logam adalah kumpulan dari atom-atom logam yang membentuk suatu susunan yang teratur. Atom besi terdiri dari tersusun didalam sebuah kristal yang berbentuk kubus ruang, yang dapat di artikan sebuah bentuk garis ruang yang titik potongnya diduduki atom-atom besi. Macam kristal logam besi terdiri dari berbagai macam, antara lain:

a. Kubus pusat ruang. (*Body Centred Cubic*) atau BCC.

Kristal logam fero BCC adalah susunan atom-atom besi Fe pada suhu di bawah suhu 723°C , rusuk-rusuknya sama panjang, posisi atom-atomnya berada di setiap sudut kubusnya serta 1 atom berada pada pusat kubus tersebut.



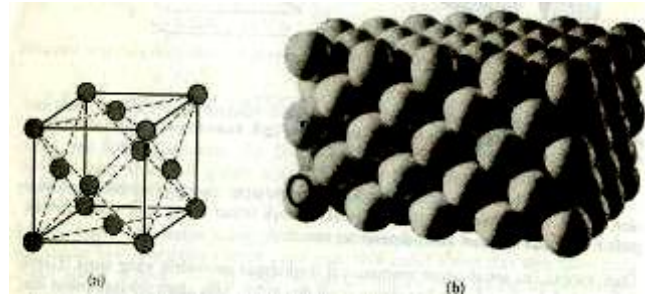
Gambar 2. 9 Stuktur kristal Logam BCC

Gambar 2.9 (a) Gambar Kubus Pusat Ruang. (*Body Centred Cubic*-BCC).

Gambar 2.9 (b) Struktur Molekul BCC. (Van Vlack 1983)

b. Kubus Pusat Sisi/Bidang (*Face Centred Cubic*) atau FCC.

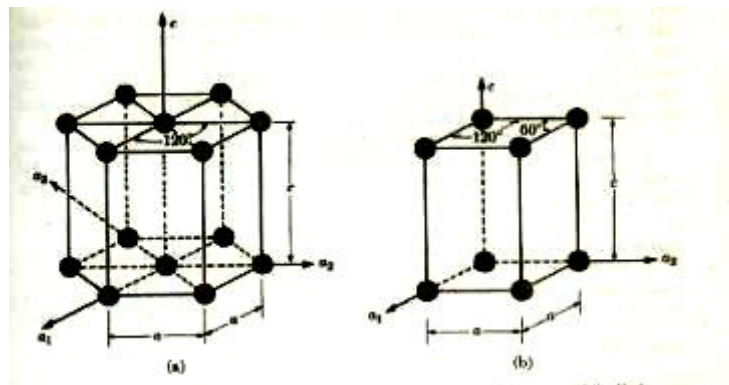
Kristal kubus pusat sisi (FCC) adalah kristal BCC yang berubah pada suhu 723°C dimana atom-atom yang bergerak akibat pemanasan yang membentuk kristal baru dimana atom-atom berada pada setiap sudut kubus dan juga pada setiap pusat bidang.



Gambar 2. 10 Struktur kristal Logam FCC
 Gambar (a) Gambar Kubus Pusat Sisi. (*Face Centred Cubic-BCC*).
 Gambar (b) Struktur Molekul *FCC*. (*Van Vlack 1983*)

c. Kubus Pusat tetragonal dan Heksagonal (*Body Centred Tetragonal-BCT*)

Kubus pusat tetragonal dan heksagonal adalah struktur kubus pusat sisi yang mengalami pendinginan cepat. Rusuk-rusuknya tidak sama panjang dan membentuk balok dan prisma



Gambar 2. 11 Struktur kristal logam *Body Centred Tetragonal- BCT*
 Gambar (a) Heksagonal.
 Gambar (b) Kubus Pusat tetragonal (*Body Centred Tetragonal- BCT*)
 (*Van Vlack 1983*)

2. Struktur Logam Fero

Macam struktur logam fero antara lain:

a. Struktur Ferit

Ferit berasal dari kata ferrum yang berarti besi (Fe), struktur ferit juga disebut besi murni, struktur ferit dapat berubah-ubah sifat apabila di panaskan, perubahan tersebut adalah:

1. Besi alfa (besi $-\alpha$)
 Besi murni (ferrit) atau besi alfa, dibawah suhu 723°C , mempunyai sifat magnetis, dan lunak. Struktur kristalnya adalah Kubus pusat ruang (BCC).
2. Besi Beta (besi $-\beta$)
 Struktur ferit pada suhu 768°C - 910°C mulai berubah sifat dari magnetis menjadi tidak magnetis yang disebut besi beta. Struktur kristalnya adalah

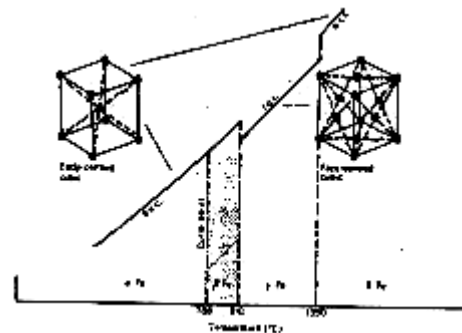
Kubus Pusat Sisi (FCC).

3. Besi gamma (besi- γ)

Struktur ferit pada suhu 910°C - 1391°C berubah menjadi struktur dustenit atau Besi gamma (besi- γ) yang mempunyai sifat tidak magnetis yang struktur kristalnya adalah Kubus Pusat Sisi (FCC)

4. Besi Delta (besi- δ)

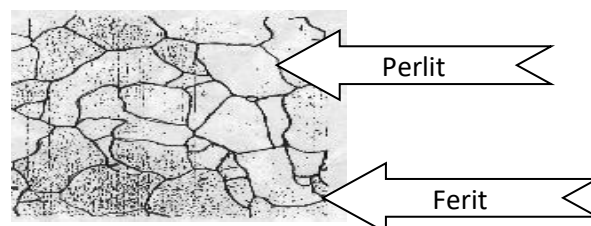
Struktur ferit sudah berubah menjadi struktur austenit pada suhu 1392°C sampai mencair pada suhu 1539°C berubah menjadi besi Besi Delta (besi- δ) dimana susunan kristalnya sama dengan besi dalam bentuk kubus pusat ruang tetapi jarak antar atomnya lebih lebar.



Gambar 2. 12 Diagram perubahan besi besi α menjadi besi- δ

b. Struktur Perlit

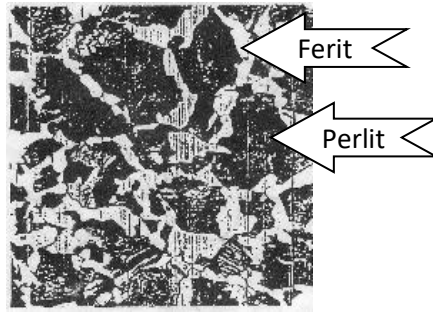
Struktur perlit adalah suatu bentuk persenyawaan dari struktur ferit dengan struktur sementit yang seimbang. Dalam struktur perlit, semua struktur ferrit didampingi atau saling mengikat dengan struktur yang lebih banyak. Didalam struktur ini akan terdapat sementit yang lebih besar, struktur sementit adalah struktur yang sifatnya sangat keras.



Gambar 2. 13 Struktur Perlit

c. Struktur sementit

Sementit adalah suatu senyawa kimia antara besi (Fe) dengan zat arang (C). perlit dengan struktur kimia Fe_3C yang berarti 3 atom Fe yang mengikat 1 atom C dalam sebuah molekul

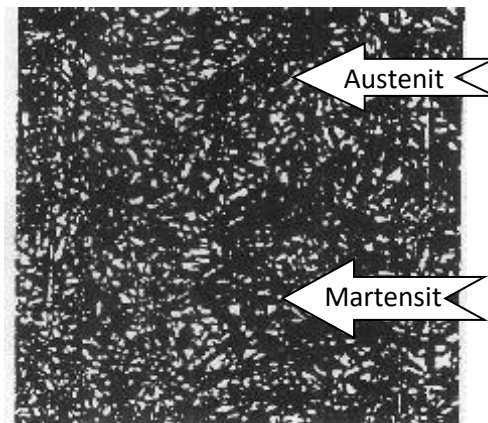


Gambar 2. 14 Struktur Ferit dan perlit

Perlit berwarna Hitam dan ferit berwarna Putih.

d. Struktur Austenit

Adalah struktur yang berasal dari struktur ferrit yang dipanaskan pada suhu 910°C - 1391°C , atau struktur perlit yang di panaskan pada suhu 723°C - 1391°C . Struktur austenit juga disebut dengan besi gamma.

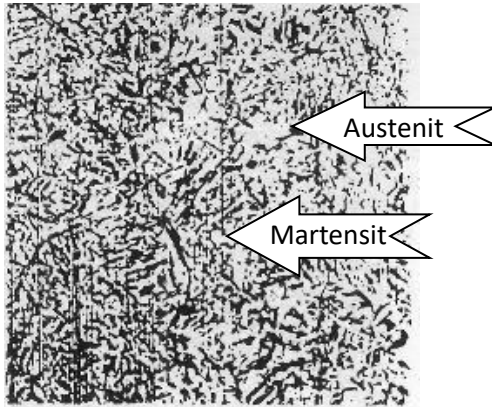


Gambar 2. 15 Struktur Austenit dan Martensit.

Austenit berwarna putih dan Martensit berwarna Hitam

e. Struktur Martensit

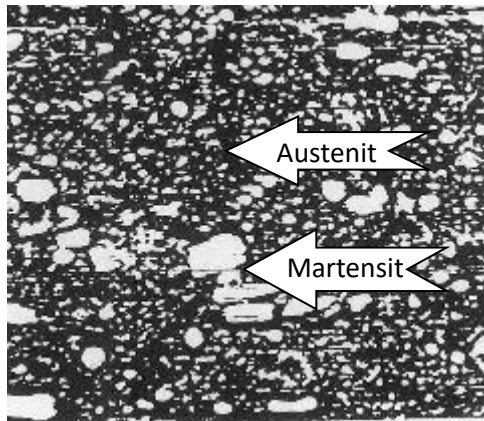
Struktur martensit adalah struktur yang berasal dari struktur austenit yang didinginkan secara cepat, bila struktur austenit didinginkan secara perlahan maka akan kembali keke struktur asal yaitu perlit, ferrit dan sementit. Struktur martensit bersifat sangat keras dan susunan kristalnya kubus berpusat tetragonal (BCT).



Gambar 2.16. Struktur Martensit baja.
Austenit berwarna putih dan Martensit berwarna Hitam

f. Struktur Bainit (perlit halus)

Struktur bainit adalah perubahan dari struktur austenit yang pendinginannya lambat tetapi belum kembali kestruktur asal. Sifatnya lebih keras dari struktur perlit dan lebih lunak dari struktur martensit.



Gambar 2. 16 Struktur Bainit.
Austenit berwarna putih dan Martensit berwarna Hitam