

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pengelasan merupakan bagian dari perkembangan industri karena memiliki peranan penting dalam pembuatan konstruksi logam dan juga dalam pemeliharaan logam, pengelasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah arus listrik, kecepatan lasan dan prosedur saat melakukan pengelasan [7]. Selain itu terdapat penelitian baru tentang pengelasan dengan menambahkan medan magnet eksternal untuk mendapatkan hasil pengelasan yang lebih baik.

Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Lin Wang (2018) tentang Pengaruh medan magnet eksternal pada aliran fluida, suhu dan manik-manik humping dalam pengelasan GMAW berkecepatan tinggi, pada penelitian ini dilakukan menggunakan medan magnet eksternal dan diaplikasikan pada pelat baja ringan Q235, medan magnet eksternal digunakan untuk mengontrol aliran fluida dan *heat transfer* di kolam las untuk menekan formasi manik punuk. Pengukuran suhu permukaan dan aliran logam cair pada permukaan *weldpool* dilakukan dalam kondisi tanpa dan dengan medan magnet luar. Ketika menggunakan magnet eksternal diterapkan, distribusi suhu dikolam las lebih seragam dibandingkan tidak menggunakan medan magnet [8].

Anderson Vergílio de Queiroz (2020) melakukan penelitian yang membahas tentang efek dari medan magnet eksternal pada sifat mikrostruktur dan mekanik dari zona fusi dalam pengelasan TIG, yang bertujuan untuk menentukan kondisi pemrosesan yang sesuai untuk mencapai keseimbangan yang diinginkan antara metalurgi dan mekanis pada sifat baja 304L dalam pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) dengan penerapan medan magnet eksternal. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan medan magnet eksternal selama pengelasan dapat meningkatkan kedalaman *weld pool* 280% dan mengurangi lebar lasan sebesar 80% oleh karena itu medan magnet merupakan sebuah kemajuan yang baik untuk mendapatkan hasil lasan yang lebih dalam.

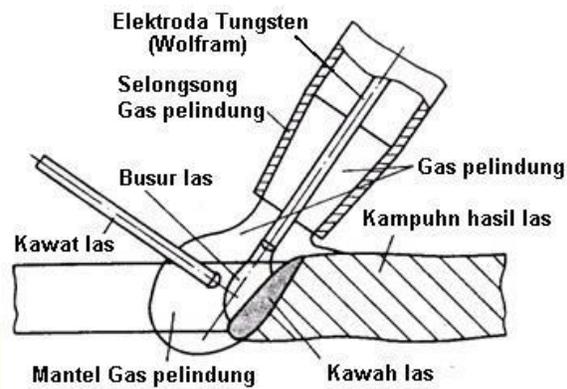
Pada zona fusi menunjukkan kekerasan mikro Vickers yang lebih rendah di bawah medan magnet eksternal pada kedalaman 0,35 mm dibandingkan pada kedalaman 0,20 mm. Dalam pengertian ini, penambahan medan magnet eksternal dalam proses pengelasan, cenderung menurunkan nilai kekerasan mikro Vickers di *weltpool* dan di daerah permukaan [9].

2.2 Pengelasan TIG

Dewasa ini terdapat beberapa jenis pengelasan di antara lain adalah *Submerged Arc Welding* (SAW), Las busur logam terlindung (SMAW), Las busur logam gas (GMAW), Pengelasan busur gas tungsten (GTAW) [1]. Pengelasan sangat erat kaitannya dengan ketangguhan, cacat las, dan retak yang biasanya fatal bagi keamanan objek yang akan dilas [10].

Pengelasan yang sering digunakan saat ini adalah las TIG (*Tungsten Inert Gas*) perbedaan mendasar pengelasan TIG dengan pengelasan lainnya adalah penggunaan tungsten yang tidak ikut mencair saat melakukan proses pengelasan, elektroda pada las TIG hanya digunakan untuk mengumpan busur nyala api. [11]. Untuk menghindari terjadinya oksidasi pada saat melakukan pengelasan, las TIG di desain menggunakan gas pelindung. Jenis gas yang biasa digunakan adalah gas Argon dan gas Helium. Las TIG umumnya digunakan pada material logam ringan seperti, aluminium, stainless steel, magnesium dan lain-lain. [2]. Hasil dari pengelasan TIG memiliki sambungan yang kualitasnya lebih baik dari pada pengelasan lainnya.

ITERA

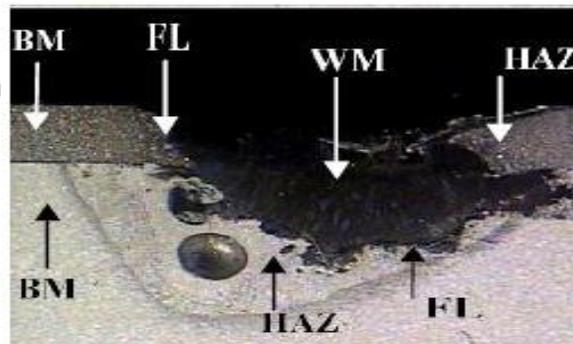


Gambar 2. 1 Skema Pengelasan *Tungsten Inert Gas* [12].

Terdapat beberapa komponen las TIG, yaitu : Busur las, elektroda *tungsten* (*wolfram*), gas pelindung dan pesawat las yang dapat menghantarkan arus. Dapat dilihat skema pengelasan TIG pada Gambar 2.1 [12].

2.3 Metalurgi Pengelasan

Perubahan termal sangat mempengaruhi perubahan metalurgi pengelasan yang berpengaruh terhadap ketangguhan, tekanan termal, deformasi atau cacat lasan, hal ini terjadi pada saat proses pengelasan dan pendinginan berlangsung. Perubahan-perubahan struktur yang terjadi pada saat pengelasan adalah perubahan mikrostruktur yang akan menentukan sifat mekanik pada logam las [13]. Terdapat beberapa daerah hasil lasan diantaranya, yaitu logam dasar, *heat affected zone*, logam lasan dan batas las [14]. Gambar 2.2 menunjukkan pembagian daerah pengelasan.



Gambar 2. 2 Hasil pengelasan [14]

a. Logam Dasar (BM)

Logam dasar atau logam bawaan adalah logam yang tidak terjadi perubahan apapun saat terjadinya pengelasan.

b. Logam Las (WM)

Logam las adalah logam yang mencair dan juga elektroda yang menyatu saat terjadi pengelasan.

c. *HAZ (Heat Affected Zone)*

HAZ adalah logam dasar yang bersebrangan dengan logam lasan yang pada saat dilakukan pengelasan mengalami perubahan siklus termal dan mengalami pendinginan yang cepat

d. Batas Las

Batas las merupakan daerah perbatasan pada logam yang mencair dan logam yang tidak mencair.

2.4 Magnet

Benda yang mampu menarik benda-benda lain disekitarnya disebut magnet. Kutub utara dan kutub selatan merupakan sifat yang dimiliki magnet. Jika kutub yang berbeda saling berhadapan dapat menyebabkan tarik-menarik sedangkan kutub yang sama menyebabkan tolak menolak [15]. Terdapat beberapa macam respon benda yang didekatkan dengan magnet. Berdasarkan respon benda terhadap magnet, maka dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu *ferromagnetic* (dapat ditarik magnet dengan kuat), *paramagnetic* (dapat ditarik magnet tetapi lemah), dan *diamagnetic* (tidak dapat ditarik oleh magnet) [16].

Magnet dibedakan menjadi dua jenis, yaitu magnet buatan dan magnet alam. Magnet buatan dapat dibuat oleh manusia dengan cara menggosok dan mengalirkan listrik ke bahan-bahan *ferromagnetic* contohnya adalah paduan baja, kobalt, nikel dan lain-lain. Sedangkan magnet alam adalah magnet yang tersedia di alam sekitar, salah satu contoh magnet alam adalah Neodymium atau NdFeB [16].

2.4.1 Magnet Neodymium (NdFeB)

Magnet neodymium/ NdFeB merupakan magnet yang berasal dari alam, magnet ini terbentuk dari gabungan 2 atom Neodymium (Nd), 14 atom besi (Fe) dan 1 atom boron (B), sehingga terbentuk $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ [17]. Dilihat dari data bahwa magnet NdFeB memiliki energy produk (BHmax) sebesar 350 KJ/m^3 yang lebih tinggi dibandingkan magnet lainnya seperti Sr Ferit yang hanya memiliki energi produk sebesar 34 KJ/m^3 .

Magnet NdFeB biasanya digunakan pada bidang elektronika, kesehatan, industri dan lain-lain. Selain memiliki kelebihan pada energi magnet nya, magnet ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat digunakan pada suhu diatas 200°C dan juga ketahanan korosi pada magnet ini cenderung rendah, sehingga permukaannya harus dilindungi atau dilapisi dengan nikel, emas, seng dan lain-lain [17].

2.5 Baja Karbon

Baja karbon terbentuk dari paduan sederhana dari besi dan karbon, dengan kandungan karbon $\leq 2\%$. Nilai kekerasan dan keuletan ditentukan oleh seberapa besar kandungan karbon, dimana karbon merupakan unsur utama pada baja [2].

Terdapat 3 jenis baja karbon, diantaranya adalah baja karbon rendah, baja karbon medium, baja karbon tinggi. Pada Tabel 2.2 menunjukkan kandungan dari masing-masing baja karbon [18]

Tabel 2. 1 Jenis Baja Karbon.

Jenis Baja	Kandungan
Baja Karbon Rendah	$\leq 0,30\%$ karbon
Baja Karbon Medium	0,30%-0,45% karbon
Baja karbon Tinggi	0,45% – 1,70% karbon

Kandungan karbon berbanding lurus dengan nilai kekerasan dan berbanding terbalik dengan nilai keuletan pada baja karbon, sehingga disaat

kandungan karbon meningkat, maka nilai kekerasan akan meningkat namun keuletan akan semakin menurun.

2.5.1 Baja Karbon SS400

Baja SS400 biasa disebut dengan baja mild steel komposisi dari baja ini antara lain adalah karbon, sulfur, mangan, dan posfor. [18]. Baja SS400 merupakan baja karbon rendah dengan kandungan karbon $<0,2\%$, seperti kita lihat pada diagram fasa dibawah ini.

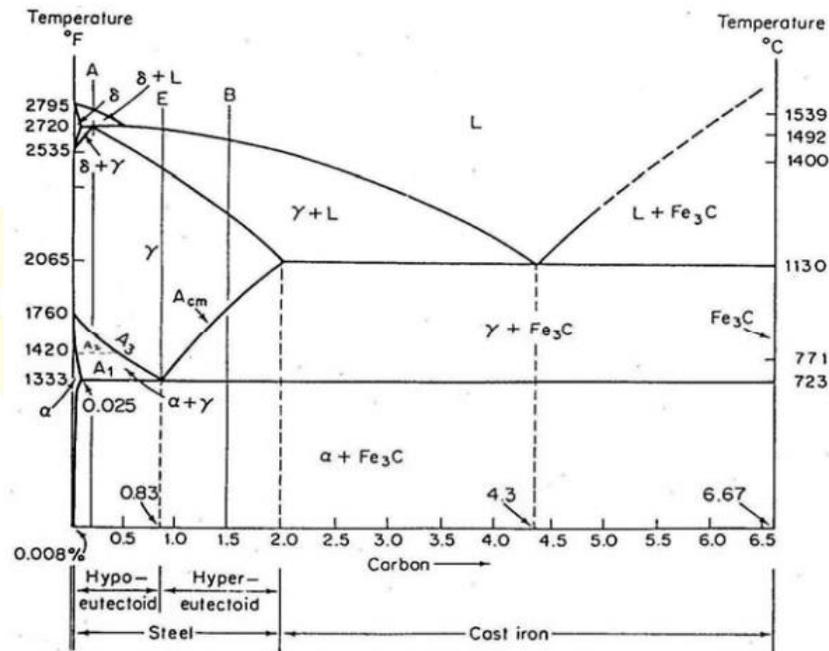
Baja ini dijadikan sebagai bahan utama pada penelitian kali ini, karena sifat *weldability* material baja ini dirasa sangat baik dan cocok untuk dilas. Baja SS400 memiliki banyak variasi ketebalan, mulai dari ketebalan 1,2 mm hingga ketebalan 100 mm.

Baja SS400 biasanya diaplikasikan pada konstruksi, pembuatan alat keperluan sehari-hari, pembuatan material pada kapal laut dan lain-lain. Material baja ini memiliki karakteristik yang lunak dan mudah untuk dilas sehingga cocok pada penelitian kali ini [19].

2.5.2 Diagram Fasa Fe-Fe₃C

Diagram fasa Fe-Fe₃C merupakan diagram yang menggambarkan fasa-fasa pada temperatur dan komposisi Fe dan C tertentu pada tekanan 1atm. Diagram ini menunjukkan hubungan yang terjadi antara kadar karbon tertentu dengan perubahan fasa yang terbentuk pada temperatur proses pendinginan ataupun proses pemanasan [20].

ITERA



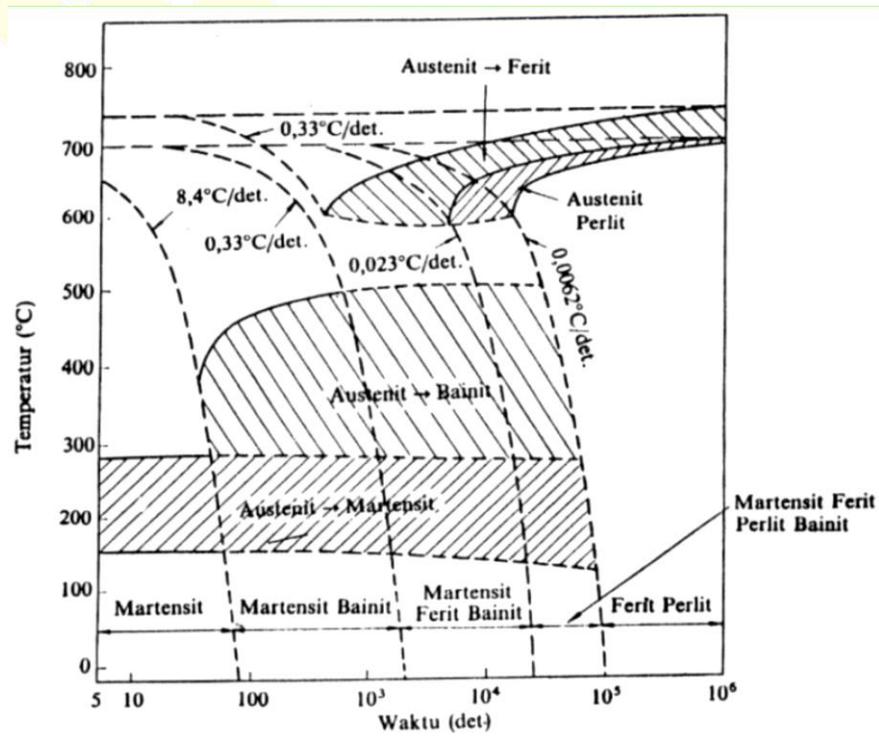
Gambar 2. 3 Diagram Fasa.

Diagram Fe-Fe₃C diatas menunjukkan beberapa fasa-fasa yang terbentuk antara lain adalah :

- Ferit**
Ferit adalah larutan padat intertisi karbon dalam struktur kristal bcc besi.
- Pearlit**
Pearlit adalah fasa yang terjadi pada proses eutectoid mixture dari sementit dan ferit, mengandung 0,8% C, terbentuk pada suhu 727°C.
- Asutentit**
Austenit adalah larutan padat intertisi karbon didalam struktur kristal fcc besi.
- Ledeburite**
Fasa ini adalah Suatu eutectic mixture dari austenit dan sementit, mengandung 4,3% C, terbentuk pada suhu 1.130°C.
- Sementit (Fe₃C)**
Sementit adalah campuran logam dengan karbon. Limit kelarutannya diabaikan, komposisi karbon 6,67% dan 93,3% Fe.

2.5.3 Diagram CTT (*Continuous Cooling Transformation*)

Diagram CTT adalah diagram yang digunakan untuk mengetahui struktur yang terbentuk, diagram ini menggambarkan hubungan transformasi atau perubahan struktur terhadap waktu pendinginan [21]. Gambar 2.4 dibawah merupakan diagram CTT yang dapat digunakan untuk membahas pembentukan struktur pada laju pendinginan tertentu.

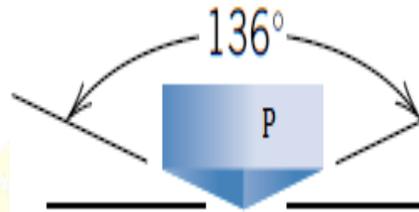


Gambar 2. 4 Diagram CTT (*Continuous Cooling Transformation*)

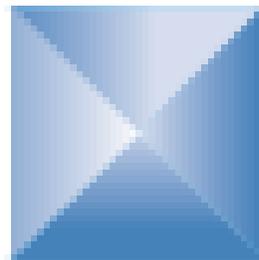
2.6 Uji Kekerasan

Kemampuan dan ketahanan suatu material terhadap deformasi yang disebabkan dari penetrasi atau indentasi adalah pengertian dari kekerasan. Kekerasan merupakan salah satu parameter yang ada pada setiap logam karena dari pengujian ini kita dapat mengetahui sifat mekanis dari logam yang diuji. Dewasa ini ada beberapa metode pengujian kekerasan diantaranya [22] pengujian *Brinel*, pengujian *Rockwell*, dan pengujian *Vickers*.

Metode pengujian kekerasan yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah pengujian *Vickers*. Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 skema menunjukkan pengujian kekerasan



Gambar 2. 5 Pengujian Vickers Tampak Samping [20].



Gambar 2. 6 Pengujian Vickers Tampak Atas [20].

Nilai kekerasannya dinyatakan dalam *Hardness Vickers Number* (HVN) yang dihitung berdasarkan persamaan.

$$HVN = \frac{2P \sin(\frac{\alpha}{2})}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots(1)$$

Dapat dilihat pada gambar bahwa $\alpha = 136^\circ$.

Dimana :

P : Gaya tekan (Kg)

D : Diagonal rata rata (mm)

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2} \dots\dots\dots(2)$$