

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Anrinal dan Henri (2012) melakukan penelitian pengaruh lama waktu penekanan terhadap kekuatan pada sambungan las titik dengan material baja karbon rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kekuatan tarik dari titik sambungan dengan variasi waktu penekanan 20, 25, dan 30 detik pada kuat arus konstan sebesar 70 ampere. Hasil yang didapatkan dimana lama waktu penekanan berpengaruh pada hasil dari proses pengelasan dan kekuatan sambungan. Semakin lama proses penekanan maka diameter nugget sambungan akan makin besar, dan hal ini mengakibatkan kekuatan tarik dari sambungan ikut meningkat.

Junaidi (2005) melakukan penelitian pengaruh kuat arus dan waktu tekan las titik terhadap sifat mekanis baja SPEC. penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh kuat arus dan waktu penekanan terhadap perubahan sifat mekanis baja SPEC di titik pengelasan hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa untuk mencapai hasil pengelasan yang terbaik maka kuat arus dan waktu pengelasan harus disesuaikan pada nilai tertentu. Dari hasil riset plat SPEC terhadap perubahan kekuatan arus listrik dan waktu tekan diperoleh efek ke garis tengah yang diakibatkan masuknya kalor pada plat.

Hendrawan (2014) melakukan penelitian pengaruh arus dan waktu pengelasan terhadap sifat mekanik sambungan las titik logam tak sejenis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik geser dan kekerasan di titik pengelasan hasil dari las titik menggunakan baja karbon rendah dan baja tahan karat austenite, ketebalan plat yang digunakan 0,9 mm, menggunakan lama waktu pengelasan selama: 0,4 t; 0,5 t; dan 0,6 t juga kuat arus sebesar 5000 A; 6000 A; dan 7000 A. kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah kuat arus yang paling besar dan penekana yang paling lama memiliki kekuatan tarik geser dan kekerasan paling tinggi.

Agustriyana (2011) melakukan penelitian pengaruh kuat arus dan waktu pengelasan las titik terhadap kekuatan tarik dan mikrostruktur hasi las dari baja fasa

ganda. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kekuatan tarik-geser terkuat dari las titik dengan menggunakan benda uji baja karbon rendah dua jenis *fasaferrite* dan *mastensite*. Pengujian ini menggunakan kuat arus sebesar 0,9 kA, 1,6 kA dan 1,85 kA dan waktu pengelasan sebesar 0,25 s, 0,5 s, 0,75 s, dan 1s. setelah dilakukan penelitian didapati hasil tertinggi dari kekutan tarik-geser sambungan las titik didapatkan dari las dengan kuat arus 1,85 kA dan waktu pengelasan 1 s. dan kekuatan tarik-geser terendah didapat dari pengelasan dengan kuat arus 0,9 kA dan waktu pengelasan 0,25 s. hal ini disebabkan oleh fase dekrystalisasi dari baja yang terdeformasi.

2.2 Pengelasan

Las berdasarkan defenisi dari *Deutsche Institut fur Normung e.V.* (DIN) dalam Harsono (1991:1), mendefinisikan bahwa “las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair”. Sedangkan menurut Suratman (2001:1) mengatakan tentang pengertian mengelas yaitu salah satu cara menyambung dua bagian logam secara permanen Tenaga menggunakan tenaga panas. Sedangkan Sriwidartha (2013:10), Las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan.

Benda kerja serta material tambahan pada pengelasan dapat meleleh dikarenakan panas yang dihasilkan oleh busur listrik, oleh tahanan listrik yang tinggi pada waktu perpindahan arus dari elektroda menuju benda kerja, sehingga mengakibatkan panas yang mampu membuat material benda kerja meleleh dan menyatu.

2.3 Jenis las

Mesin las dapat dibagi menjadi beberapa macam menurut proses pengelasannya, pembagian mesin las tersebut adalah *fusion weld*, *solid state weld*, *brazing* dan *soldering*.

2.3. 1. Las Fusi (*Fusion Welding*)

Las fusi bermakna sebagai las yang menggabungkan logam induk (*base metal*) melalui proses pemanasan, adapun jenis-jenis las fusi:



Gambar 2.1 Las Fusi

Sumber: *MILLER Weld Manual Book*

Gambar 2.1 menunjukkan salah satu jenis las fusi elektrik yang dijalankan menggunakan energi listrik sebagai sumber panas. Las jenis ini memiliki keunggulan mudah digunakan serta umum dijumpai.

1. SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

SMAW merupakan proses pengelasan dimana pencegahan oksidasi oleh oksigen memanfaatkan flux dari filler sehingga hasil dari pengelasan diharapkan lebih baik.

2. GMAW /MIG (*Metal Inert Gas*)

MIG merupakan proses pengelasan dimana selama proses pengelasan disemprotkan gas CO_2 (gas inert) yang berfungsi untuk mencegah terjadinya oksidasi.

3. FCAW (*Flux Cored Arc Welding*)

Secara prinsip pengelasan dengan FCAW mirip dengan pengelasan GMAW/MIG dan menggunakan kawat Las berinti Flux.

4. GTAW /TIG (*Tungsten Inert Gas*)

TIG pengelasan yang dimana menggunakan tungsten sebagai gas pelindung dalam proses pengelasan, tungsten disemprotkan saat pengelasan untuk melindungi area pengelasan.

2.3.2. *Solid State Welding*

Solid state welding adalah proses pengelasan dengan tekanan dan, atau tanpa panas.



Gambar 2.2 las titik

Sumber : *Welding Technology Manual Book*

Gambar 2.2 menunjukkan salah satu jenis las titik yang termasuk dalam *solid state welding*. Las jenis ini juga menggunakan listrik sebagai sumber energi dalam proses pengelasan.

Berikut jenis-jenis pengelasan yang termasuk kedalam jenis *solid state welding*:

1. *Explosion Welding*

Explosion Welding merupakan suatu metode pengelasan dimana proses pengelasan sendiri dilakukan dengan meledakan bagian yang ingin dilas. Hal ini mengakibatkan pada bagian yang diledakan mengandung komponen oksida. Keuntungan dari jenis las ini adalah tidak terdapat HAZ, bagian yang meleleh sedikit dan proses pengelasan tidak mempengaruhi sifat dari material.

2. *Forge Welding*

Forge Welding merupakan proses penyambungan bahan dasar dengan cara pemanasan lalu ditempa menjadi satu saat masih dalam kondisi panas mendekati titik lebur.

Metode ini biasa digunakan untuk industri pembuatan alat alat rumah tangga, medis dan lainnya yang berbahan logam.

3. *Friction Welding*

Friction Welding merupakan suatu metode pengelasan yang memiliki mekanisme kerja gesekan dan penekanan. Cara kerjanya ialah menggesekan material dengan material lain yang akan disatukan, pada saat proses pengesekan diberi gaya penekanan sehingga terjadi panas dan akan menyatukan material tersebut.

4. *Spot welding*

Spot welding merupakan proses pengelasan yang dilakukan dengan menjepit material yang akan disatukan pada elektroda pada mesin dan dipanaskan. Panas ini dihasilkan dari aliran listrik yang diberi tahanan sehingga berubah menjadi panas.

2.3. 3. *Brazing*

Proses *brazing* adalah proses penyatuan logam-logam dengan logam pengisi yang mencair di atas temperatur 840°F (di bawah temperatur cair logam induk).



Gambar 2.3 *Braze*

Sumber : *HARRIS Manual Book*

Gambar 2.3 menunjukkan salah satu jenis *braze* yg menggunakan gas sebagai bahan bakar dalam proses penyambungan material. Berikut jenis-jenis pengelasan yang termasuk kedalam jenis proses brazing:

1. *Torch Brazing*

Penggabungan dua logam atau lebih dengan bantuan obor/suar (*torch*). Material dipanaskan hingga mengalami perubahan fasa. Lalu pengisi dimasukkan pada saat itu.

2. *Furnace Brazing*

Merupakan proses penyepuhan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat dan bentuk material hanya pada bagian permukaan saja. Sehingga proses pemanasan tidak perlu dilakukan hingga material berubah fasa.

3. *Induction Brazing*

Merupakan proses penyatuan logam yang memanfaatkan gaya induksi dari dua buah kumparan yang menghasilkan panas.

4. *Resistance Brazing*

Merupakan proses *brazing* dimana material dimanaskan menggunakan elektroda yang berfungsi sebagai tahanan yang nantinya mengubah arus listrik menjadi panas.

2.3.4. Soldering

Soldering merupakan suatu proses penggabungan memanfaatkan logam pengisi yang dicarikan. Logam yang paling banyak digunakan sebagai pengisi adalah timah.



Gambar 2.4 solder

Sumber : *Weller Manual Book*

Berikut jenis-jenis pengelasan yang termasuk kedalam jenis proses soldering:

1. *Iron Soldering*

Merupakan proses solder yang paling sering dijumpai masyarakat secara luas, proses ini memanaskan sebuah elemen pemanas dalam solder yang digunakan untuk melelehkan material pengisi nantinya.

2. *Torch Soldering*

Merupakan proses solder yang menggunakan busur untuk memanaskan material yang digunakan untuk mengisi benda yang akan disatukan.

3. *Dip Soldering*

Merupakan proses solder dimana material dicelupkan kepada material pengisi yang sudah dalam kondisi cair.

Brazing dan *soldering* merupakan penggabungan logam yang menggunakan efek kapilaritas. Efek kapilaritas yang dimaksud adalah gaya tarik logam yang utama terhadap logam pengisi cair sehingga permukaan sambungan dapat menyentuh logam pengisi dengan ketentuan jarak logam harus dekat.

2.4 Las Titik

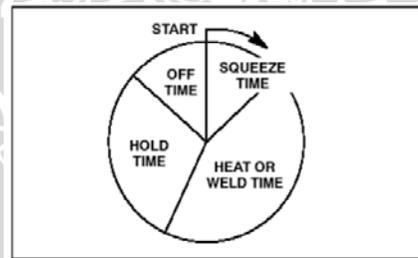
Las titik merupakan las dimana pemanasan pada proses pengelasan didapatkan dari resistansi yang tinggi ketika terdapat aliran listrik. Resistansi yang tinggi ini didapat dari dua elektroda perunggu yang ditekan pada benda kerja berupa plat pada saat yang bersamaan. Kualitas hasil pengelasan pada las titik ditentukan oleh lama waktu penekanan serta kuat arus listrik yang digunakan pada proses pengelasan.

Pada las titik sambungan yang didapat pada bagian logam tanpa bahan tambahan pada proses pemanasan hingga mencapai titik lebur benda, lalu diberikan tekanan agar logam yang sudah mencapai titik lebur dapat menyatu pada saat proses solidifikasi.

Pada las titik pemanasan dilakukan hingga melebihi suhu lebur benda kerja. Hal ini dikarenakan tidak digunakannya material pengisi sehingga untuk menyatukan

benda kerja pada titik sambungan menggunakan logam induk. Untuk itu diperlukan kuat arus yang cukup pada elektroda mesin agar didapat panas yang cukup untuk meleburkan baja induk.

Panas juga timbul di tempat kontak antara elektroda dan pelat, namun tidak mencairkan elektroda dikarenakan pada ujung elektroda mengalami pendinginan menggunakan air. Ketika aliran listrik dihentikan, logam yang mencair tadi akan menjadi dingin dan tersolidifikas sehingga akan terbentuk sambungan dibawah tekanan gaya elektroda. Siklus pengelasan titik diawali dengan elektroda menekan plat tanpa adanya arus sehingga panas belum terjadi. Waktu proses ini disebut waktu tekan (*squeeze time*). Selanjutnya yang terjadi adalah proses dialirkannya arus listrik sehingga terjadi panas dan terbentuk sambungan las. Waktu proses ini disebut waktu pengelasan (*heat or weld time*). Setelah itu arus dihentikan namun elektroda masih menekan pada material, proses ini disebut waktu tenggang (*hold time*)



Gambar 2.5 Siklus pengelasan titik

Sumber :Daryanto,2012:132

Jumlah kuat arus, tahanan, panas yang dihasilkan serta waktu yang dibutuhkan untuk proses pengelasan dapat dicari menggunakan rumus :

$$H = I^2 \times R \times t \dots\dots\dots (2.1) \text{(Wiryosumarto, 2000)}$$

Dimana :

H = jumlah panas yang dihasilkan (j/Joule)

I = kuat arus (A/Ampere)

R = tahanan/ resistansi(Ω /Ohm)

t = lama waktu pengelasan (s/detik)

Berdasarkan fungsi 2.1 dapat disimpulkan bahwa panas yang dihasilkan akan semakin tinggi apa bila kuat arus selama proses pengelasan diperbesar. Hal ini akan mempengaruhi hasil pengelasan dikarenakan panas yang dihasilkan semakin tinggi dan memperkuat sambungan las sampai titik tertentu. Apabila telah melebihi batas kuat arus yang berlebihan dapat merusak sambungan hingga membuat lubang pada plat sambungan.

2.5 Parameter Pengelasan

Proses pengelasan memiliki beberapa parameter yang harus dipenuhi karena dapat mempengaruhi baik kualitas hasil pengelasan maupun kesukaran selama proses pengelasan, parameter tersebut antara lain:

1. Kuat arus.

Kuat arus pada saat proses pengelasan mempengaruhi panas yang timbul akibat diubahnya energi listrik menjadi energi panas, panas yang timbul digunakan untuk melekatkan benda kerja sehingga menyatu dengan baik. Pengontrolan kuat arus ini akan mempengaruhi dari kekuatan sambungan.

2. Proses Pengelasan.

Secara garis besar maka proses pengelasan titik dibagi menjadi empat bagian yaitu proses penekanan, proses pengelasan, proses *holding* dan Proses Pelepasan.

- a. Proses penekanan

Merupakan proses prapengelasan dimana benda yang akan disatukan ditekan oleh elektroda tanpa ada kalor yang disalurkan.

- b. Proses Pengelasan

Merupakan proses dimana benda kerja yang sudah diapit oleh elektroda diberi energi panas yang berasal dari energi listrik, listrik ini dialirkan melalui mesin kemudian menuju elektroda yang bersifat resistor sehingga akan menimbulkan panas.

- c. Proses *holding*

Proses penahanan oleh elektroda pada benda kerja yang dilas, proses ini membutuhkan waktu beberapa lama dengan tujuan benda kerja yang dilas akan meluber dengan baik dan menyatu dengan sempurna.

d. Pelepasan.

proses ini adalah dimana elektroda sudah tidak mengalirkan panas dan tidak memberikan penekanan pada benda kerja.

3. Resistansi elektroda

Resistansi elektroda berpengaruh pada jumlah kalor yang dihasilkan dari proses perubahan energi listrik menjadi kalor, semakin tinggi resistansi elektroda maka akan semakin tinggi pula kalor yang dihasilkan.

4. Gaya Penekanan Elektroda.

Gaya penekanan elektroda sendiri berarti seberapa kuat penekanan pada benda kerja baik pada saat prapengelasan, proses pengelasan maupun waktu *holding*. Besarnya gaya pengelasan akan mempengaruhi penyatuan benda setelah proses pengelasan.

2.6 Siklus *Thermal Daerah Lasan (HAZ)*

Pada proses pengelasan dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

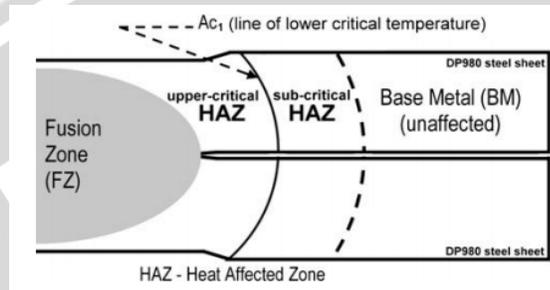
1. Logam las (*Weld metal*)
2. Daerah terimbas panas (*heat affected zone / HAZ*)
3. Logam induk yang tidak terpengaruh oleh suhu panas las (*parent metal*)

Logam las merupakan bagian dari logam dimana saat proses pengelasan logam tersebut mencair terus solid kembali

Daerah logam terimbas (*HAZ*) panas ialah bagian logam dasar dimana pada proses pengelasan bagian ini terpengaruh oleh suhu pemanasan dari las sehingga mengakibatkan perubahan mikro struktur dari logam di bagian ini.

Logam induk merupakan logam kerja pada proses pengelasan dimana pada saat proses pengelasan tidak terpengaruh oleh panas pengelasan sehingga masih tidak terjadi perubahan pada bagian ini.

Pada daerah HAZ merupakan daerah yang paling kritis dibanding bagian lain pada sambungan las, hal ini dikarenakan pada bagian HAZ terjadi perubahan sifat sehingga mengakibatkan perbedaan dengan bagian logam induk. Secara umum HAZ sendiri dipengaruhi oleh lamanya pendinginan dan komposisi logam induk sendiri.



Gambar 2.6 Gambar HAZ Pada Las Titik

Sumber : Hernandez , 2009:3

2.7 Tegangan-Regangan

Tegangan didefinisikan sebagai suatu gaya yang bekerja pada satu satuan luas. Pembebanan oleh gaya terhadap benda tersebut akan mengakibatkan benda mengalami perubahan dimensi yang nantinya akan berpengaruh pada sifat mekanis benda.

Besarnya tegangan dirumuskan sebagai:

$$\sigma = F/A \dots \dots \dots (2.2) \text{(Irawan, 2009)}$$

Dimana :

F = gaya yang bekerja (*Newton*)

A = luas penampang (m^2)

σ = tegangan yang terjadi (*Newton/ m^2*)

Tegangan geser merupakan tegangan yang terjadi dikarenakan gaya geser yang bekerja pada benda sehingga dapat diketahui dari nilai gaya geser yang bekerja pada material dibandingkan dengan luas bidang dimana gaya geser bekerja.

Besarnya tegangan dirumuskan sebagai:

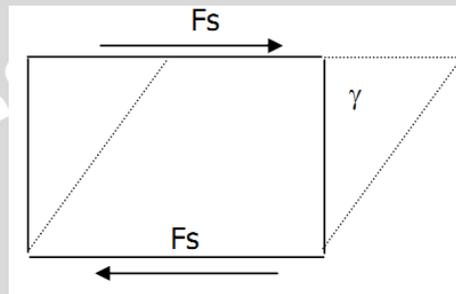
$$\tau = F_s/A \dots \dots \dots (2.3) \text{(Irawan, 2009)}$$

Dimana :

F_s = gaya geser yang bekerja (*Newton*)

A = luas penampang (m^2)

τ = tegangan yang terjadi (*Newton/ m²*)



Gambar 2.7 Gaya Geser

Sumber: Irawan : 2009,8

2.8 Hipotesis

Pada proses pengelasan semakin besar kuat arus yang digunakan maka semakin besar panas yang dihasilkan sehingga sambungan yang dihasilkan juga semakin kuat, dan juga semakin lama waktu penekanan pada saat proses pengelasan maka semakin besar pula kekuatan ikatan pada hasil pengelasan.