

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang penyambungan material dengan metode las titik telah banyak dikembangkan, terutama pada industri otomotif. Pengelasan titik material sejenis maupun tidak sejenis sudah banyak diteliti dengan menggunakan variasi parameter yaitu tegangan pengelasan, waktu penekanan dan material lasan. Penggunaan las titik dengan material tidak sejenis pada konstruksi mobil sangat baik sebab mudah digunakan dan dapat dilakukan dengan waktu yang cepat. Paduan antara *stainless steel* 430 dan baja karbon rendah sangat baik untuk konstruksi pada mobil karena dapat mengurangi beban mobil, mengurangi biaya produksi supaya lebih murah, lebih kuat serta irit bahan bakar.

Fachruddin dkk (2017), melakukan penelitian pengaruh arus listrik (spot welding) terhadap kekuatan geser, kekerasan dan struktur mikro sambungan logam tidak sejenis baja SS AISI 304 dengan baja karbon rendah ST 41. Tebal pelat yang digunakan yaitu 1 mm untuk masing-masing bahan. Arus las yang digunakan 1000 A, 1200 A, 1400 A, 1600 A dan waktu pengelasan 1 detik. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan geser paling baik pada arus 1000 A dengan kekuatan geser 76,89 kg/mm², sedangkan nilai kekerasan paling baik pada arus pengelasan 1000 A, hal ini karena struktur mikro didominasi oleh ferrit *accicular* yang berfungsi sebagai *interlocking structure* yang dapat menghambat laju perambatan retak.

Wahyu Heru dan Solichin (2016), melakukan penelitian menggunakan material berbeda jenis antara baja karbon rendah ST 41 dengan baja tahan karat AISI 304 dengan parameter waktu 0,5, 1, 1,5 dan 2 detik dengan arus 1200 ampere. Hasil menunjukkan kekuatan tarik optimal sebesar 24,6 kg/mm², nilai kekerasan paling baik pada variasi 1 detik dengan nilai 86,2 HRB. Pada hasil uji struktur mikro fasa yang terbentuk pada daerah HAZ dan lasan

didominasi oleh ferrite, perlite, karbida, widmansatten (FW), dimana fasa ini sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan dari daerah lasan dan HAZ.

Ahmadil (2017), melakukan penelitian variasi arus terhadap kekuatan tarik dan struktur sambungan las titik logam dissimilar SS dan baja karbon rendah. Variasi arus yang digunakan 60 A, 70 A dan 80 A. Waktu pengelasan 4 detik dengan tebal material SS 1,2 mm dan baja karbon rendah dengan ketebalan 0,9 mm. Hasil penelitian menunjukkan kondisi terbaik pada arus 70 A memberikan kekuatan tarik sebesar 190, 920 kN/mm². Pada struktur mikro terdapat *fusion zone* yang tidak simetris. Las titik pada variasi arus listrik 70 A menghasilkan daerah HAZ didominasi oleh struktur perlit dengan butiran yang lebih halus dan homogen dibandingkan specimen lainnya.

Mustakim (2017), melakukan penelitian pengaruh arus dan waktu *spot welding* terhadap sifat mekanik sambungan *dissimilar*. Dengan waktu dalam rentang 14, 17, 20, 23, 26 *cycle* dan arus listrik sebesar 49, 52, 55, 58, 61 ampere. Material yang digunakan adalah AISI 1003 dan AISI 1025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik kondisi terbaik pada variasi 26 *cycle* 58 ampere sebesar 27,03 kg/mm². Nilai kekerasan paling baik terdapat pada variasi waktu 23 *cycle* dan arus 52 ampere yaitu sebesar 237,7 VHN.

Silaban dkk (2016), melakukan penelitian pengaruh parameter pengelasan *spot welding* terhadap kekuatan geser pada aluminium dengan waktu 0,5, 1, 1,5, 2 dan 2,5 detik sedangkan variasi tegangan 1,60, 1,79, 2,02, 2,30 V. Material yang digunakan memiliki ketebalan 1 mm. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tegangan geser paling baik pada variasi waktu 2,5 detik dengan tegangan 2,30 V yaitu sebesar 14,194 N/mm². Tegangan geser terendah pada waktu 0,5 detik dengan tegangan arus 3,471 N/mm². Jadi, semakin tinggi tegangan dan semakin lama waktu pengelasan maka kekuatan geser semakin besar juga.

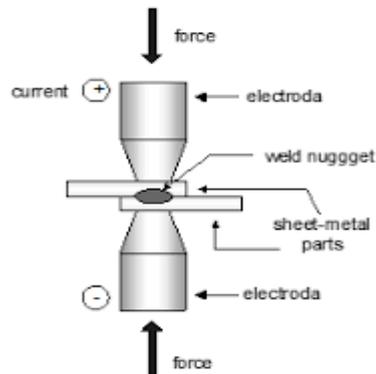
Kurangnya pengalaman dengan material baru sering mengakibatkan penggunaan parameter pengelasan yang tidak optimal. Penggunaan parameter yang tidak optimal mengakibatkan waktu dan tenaga yang dikeluarkan menjadi tidak efisien. Pada pengelasan titik waktu dan voltase sangat diperlukan untuk

mengoptimalkan produktifitas kerja. Waktu yang singkat dan voltase yang tinggi tapi menghasilkan produktifitas yang maksimal.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Las Titik (*Resistance Spot Welding*)

Las titik membutuhkan panas yang dihasilkan dari resistensi listrik diantara dua bagian yang akan disambungkan. Las ini mempunyai kelebihan seperti tidak membutuhkan elektroda, gas *shielding* atau *flux*. Las titik, biasa disebut *resistance spot welding* (RSW) adalah salah satu jenis pengelasan yang bekerja dengan menyentuh kedua ujung elektroda (berbentuk silindrik) ke dua logam pelat berbeda yang akan disambungkan dan pemanasan resistensi menghasilkan las titik. Lebih jelasnya dalam *resistance spot welding*, permukaan plat yang akan dilas dijepit pada titik sambungannya dan kemudian dialiri arus listrik yang besar dalam waktu singkat dengan menggunakan sepasang elektroda. Karena tegangan listrik yang mengalir diantara kedua elektroda tersebut harus melalui bagian logam yang dijepit, maka pada tempat dijepit timbulah panas yang mana menyebabkan logam di tempat yang dijepit tersebut meleleh dan tersambung. Pada bagian yang menyentuh antara elektroda dan pelat juga timbul panas dikarenakan adanya hambatan listrik, tetapi tidak sampai melelehkan logam, karena ujung-ujung elektroda tersebut didinginkan dengan air yang mengalir didalam elektroda (Wiryo Sumarto & Harsono 1988). Las titik ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Resistance Spot Welding*

Persamaan 2.1 dalam menentukan masukan panas dengan metode *resistance spot welding* ini dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$H_i = I^2 \cdot R \cdot t = V \cdot I \cdot t \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan: H_i = *Heat Input* (Joule)

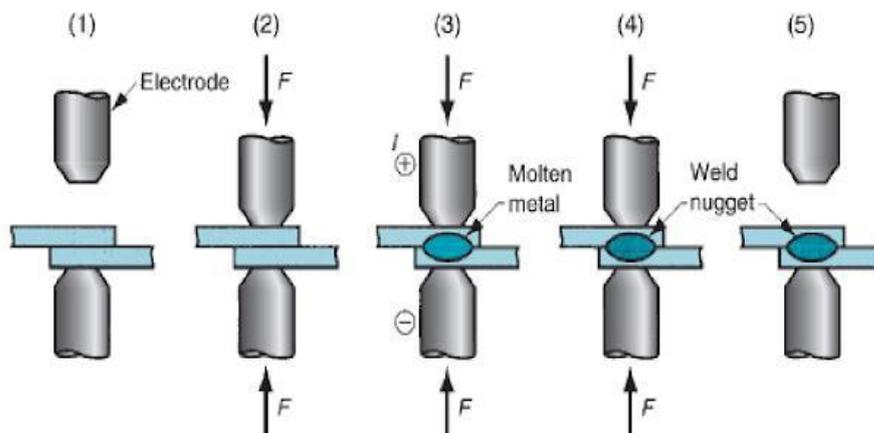
R = Hambatan/Resistansi (Ohm)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Pengelasan (Ampere)

t = Waktu (s)

a. Tahapan proses *resistance spot welding*



Gambar 2.2 Proses *resistance spot welding*

Tahapan proses menurut Gambar 2.2 diantaranya sebagai berikut:

- Spesimen diletakan diantara dua elektroda yang terbuka.
- Elektroda menekan spesimen.

- Waktu pengelasan dimana arus menyala.
- Arus dimatikan namun penekanan dengan elektroda tetap dilakukan (ditahan sebentar).
- Elektroda dibuka dan spesimen dapat dikeluarkan.

b. Pengaturan *spot welding*

Proses pengelasan *spot welding* ini mempunyai beberapa pengaturan yang harus dilakukan diantaranya yaitu pengaturan arus dan waktu penekanan. Untuk mendapatkan penetrasi hasil lasan yang diinginkan, maka pengaturan arus dan waktu disesuaikan dengan variasi yang digunakan.

2.2.2 Parameter Pengelasan

Beberapa parameter pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil sambungan lasan yaitu arus pengelasan dan *holding time*.

a. Tegangan Pengelasan

Besar tegangan yang digunakan pada pengelasan *spot welding* ini, berhubungan dengan masukan panas yang digunakan untuk mencairkan material yang akan dilas. Dalam menentukan besar tegangan harus dinaikkan secara perlahan sampai adanya percikan las di antara logam yang akan dilas, hal ini menandakan bahwa tegangan yang tetap sudah memenuhi untuk pengelasan *spot welding*.

b. *Holding Time*

Holding atau yang disebut dengan waktu penekanan pada pengelasan *spot welding* ini juga merupakan parameter penentu masukan panas yang digunakan untuk mencairkan material yang akan dilas. *Holding time* yang singkat akan menurunkan kekuatan tarik sambungan, dikarenakan *nugget* yang dihasilkan kecil dan pengelasan belum sempurna. Maka penentuan waktu penekanan harus tepat, sehingga dapat menghasilkan kekuatan tarik sambungan yang baik.

2.2.3 Pengelasan Tak Sejenis (Dissimilar)

Karena adanya perbedaan fisik, mekanik, termal, dan metalurgi dari material yang akan dilas ini, pengelasan material tak sejenis ini sering mengalami kegagalan. Pada pengelasan material, konduktivitas panas, dan perbedaan titik leleh dari masing-masing material yang disambungkan merupakan unsur penting yang berperan dalam menentukan karakteristik mekanik suatu hasil sambungan pengelasan (Faozi, 2015). Pemilihan metode pengelasan juga berpengaruh, karena tidak semua metode pengelasan dapat digunakan untuk melakukan pengelasan *dissimilar* ini. Penelitian ini menggunakan penyambungan antara *Stainless Steel* AISI 430 dan baja karbon rendah.

2.2.4 Baja Tahan Karat Tipe 430 (Stainless Steel 430)

Baja tahan karat tipe 430 adalah *low carbon ferritic stainless steel*. Baja tahan karat tipe ini memiliki ketahanan korosi yang cukup baik dilingkungan yang korosif dan ketahanan oksidasi yang cukup baik pada suhu tinggi. Aplikasi baja tipe ini biasanya pada trim otomotif, peralatan dapur, bagian mesin cuci, pipa industri dan peralatan lainnya yang biasa dilingkungan korosif. Baja memiliki kemampuan las terbatas dan tidak boleh digunakan dalam kondisi seperti dilas untuk struktur beban dinamis atau impak. Selain itu baja tipe 430 ini lebih murah dibandingkan baja seri 300 dikarenakan baja tipe ini tidak mengandung nikel atau molybdenum.

2.2.5 Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel)

Baja karbon rendah ini umumnya mengandung kurang dari 0,25% berat C dan baja jenis ini tidak sensitive menerima perlakuan panas yang dimaksud untuk membentuk struktur martensit, perlakuan yang dilakukan untuk baja jenis ini adalah dengan kerja dingin (*cool work*) dimana struktur mikronya biasanya terdiri dari ferit dan perlit.

Baja karbon rendah ini relative lunak dan lemah akan tetapi baja jenis ini memiliki ketangguhan dan keuletan yang sangat bagus,

penggunaannya sangat banyak termasuk pada komponen pada mobil, saluran pipa, bangunan, jembatan dan kaleng.

2.2.6 Proses Pengujian

1. Pengujian Tarik

Pengujian Tarik adalah salah satu pengujian untuk menentukan sifat mekanik dari material, pengujian ini sangat umum digunakan untuk menentukan karakteristik material bahkan sampai untuk mendesain sesuatu. Pada pengujian ini benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji (Faozi, 2015). Gambar kurva gaya-perpanjangan (*extension*) dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3.



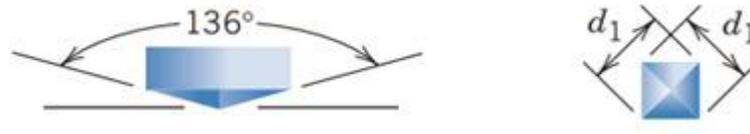
Gambar 2.3 Kurva hasil pengujian tarik berupa kurva gaya-perpanjangan

- Titik luluh: Besarnya kekuatan luluh adalah ukuran ketahanannya terhadap deformasi plastis.
- Tegangan tarik maksimum: Tegangan maksimum yang dapat diterima oleh material, deformasi pada titik ini seragam diseluruh wilayah sempit spesimen tarik. Namun, pada tekanan maksimum ini, penyempitan kecil atau leher mulai terbentuk di beberapa titik, dan semua deformasi berikutnya terbatas pada leher ini.
- Titik putus: Titik dimana spesimen uji tarik terjadi kegagalan putus atau patah.

Hasil dari grafik atau kurva ini tergantung pada suatu material atau bahan yang akan diuji, dilihat dari beberapa faktor seperti komposisi, perlakuan panas, cacat pada spesimen dan temperatur.

2. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan *Vickers* adalah pengujian mekanik untuk mengetahui kekerasan suatu material terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Ketika gaya tertentu diberikan tekanan pada suatu spesimen yang mendapat pengaruh pembebanan, spesimen akan mengalami deformasi/perubahan. Pengujian kekerasan perlu dilakukan terutama pada material yang penggunaannya akan mengalami gesekan dan *deformasi plastis*. Kita dapat menganalisis seberapa besar tingkat kekerasan suatu material melalui besarnya beban yang diberikan terhadap spesimen yang menerima pembebanan.



Gambar 2.4 bentuk indentor pengujian kekerasan Vickers (Callister, 2007)

Persamaan 2.2 dalam menentukan nilai kekerasan dengan metode *Vickers* ini dapat dituliskan, sebagai berikut:

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan: HV = Angka kekerasan *Vickers*

P = Beban (Kg)

d = Diagonal, rata-rata ukuran dari bekas injakan d_1 dan d_2
(mm)

θ = Sudut antara permukaan intan yang berhadapan 136°

3. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada permukaan material atau bahan, sehingga dapat mengetahui karakteristik dari spesimen. Pengujian mikro ini digunakan untuk mencari tahu hasil dari pengelasan pada sambungan terutama pada daerah *weld metal* dan HAZ (*heat affected zone*). Pemeriksaan mikro berguna untuk mengetahui informasi yang didapat berupa bentuk struktur, ukuran butir, dan banyaknya bagian struktur yang berbeda untuk mengetahui atau menentukan sifat dan karakteristik dari logam melalui bentuk struktur yang terbentuk pada logam tersebut.