

# Sifat Mekanis Sambungan *Similar Stainless Steel 304* Dengan Variasi Ketebalan dan Diameter *Spot Welding Electrode Taper*

Aditia Arif Gunawan, I N. Gde Antara, dan I N. Budiarsa.  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Saat ini Indonesia sebagai pengguna kendaraan bisa dibilang banyak, khususnya pada kendaraan roda empat. Pesatnya dunia industri mendorong berbagai inovasi guna menghasilkan produk yang lebih unggul guna menghasilkan produksi yang jauh lebih bagus dari produk-produk sebelumnya. Kualitas dan kekuatan dari hasil sambungan las titik (*spot welding*) sangatlah penting dalam penyambungan plat karna diharapkan hasil yang jauh lebih baik demi meningkatkan keamanan, kenyamanan dan juga kelayakan pada kendaraan, sehingga ini perlu dilakukan untuk penelitian yang lebih lanjut untuk kedepannya, dan juga pada penelitian ini sambungan yang digunakan yaitu similar metal dengan variasi ketebalan parameter las titik sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekaniknya yang meliputi kemampuan menahan beban Tarik, Geser, dan juga vickers. Dengan dilakukannya metode pengujian Tarik, Geser dan Vickers maka kita tau hasil dari kekuatan material stainless steel 304 khususnya pada sifat dan mekanisnya. Hasil uji tarik plat stainless steel 304 tebal 0,8 mm didapatkan rata-rata tegangan tarik max 163,733 Mpa – regangan rata-rata 59,391 %, hasil uji geser dengan variasi ketebalan dan diameter spot welding electrode taper 4 mm didapat rata-rata tegangan geser max 65,997 Mpa – regangan rata-rata 13,09%, hasil uji geser pada diameter spot welding electrode taper 5 mm didapatkan rata-rata tegangan geser max 59,33 Mpa – regangan rata-rata 5,41%, dan untuk uji Vickers nilai HVN rata-rata pada logam las yang tertinggi terdapat pada diameter spot welding electrode taper 5 mm 264,190 kg/mm<sup>2</sup>.

Kata kunci: *Stainless steel, Las Titik*

## Abstract

Currently, Indonesia as a vehicle user can be called a lot, especially in four-wheeled vehicles. The rapid industrial world is encouraging various innovations to produce products that are superior to produce a production that is far better than previous products. The quality and strength of spot welding results are very important in connecting plates because it is expected that results are much better in order to improve safety, comfort and also the feasibility of the vehicle, so this needs to be done for further research in the future, and also in the future. This study used a similar metal connection with variations in thickness of the point weld parameters greatly affect the physical and mechanical properties which include the ability to withstand the tensile, sliding, and vickers. By doing the Pull, Shear and Vickers testing method we know the results of the strength of the stainless steel 304 material especially in its properties and mechanics. Tensile test results of 304 mm thick 304 stainless steel plates obtained a maximum voltage of 163,733 Mpa – 59,391% strain, shear test results with variations in thickness and diameter of spot welding electrode taper 4 mm max shear stress of 65,997 Mpa – average strain 59,33%, test results shear at taper electrode taper diameter 5 mm max shear stress 59,33 Mpa - average strain 5,41%, and for Vickers test the average HVN value on the highest welding metal is found at taper spot welding electrode diameter 5 mm 264,190 kg/mm<sup>2</sup>.

Keywords: *Stainless steel, Spot welding*

## 1. Pendahuluan

Saat ini Indonesia sebagai pengguna kendaraan bisa dibilang banyak, khususnya pada kendaraan roda empat. Pesatnya dunia industri mendorong berbagai inovasi guna menghasilkan produk yang lebih unggul guna menghasilkan produksi yang jauh lebih bagus dari produk-produk sebelumnya, las adalah metode penyambungan yang saat ini banyak digunakan khususnya bidang industri karna prosesnya mudah dan memiliki kelebihan yang kuat [1]. Pada teknik pengelasan saat ini yang digunakan lumayan banyak, pemakaiannya dapat disesuaikan dari jenis logam, dimensi logam, dan juga hasil akhir yang diinginkan, metode pengelasan yang populer saat ini yaitu las titik (*spot welding*). Las titik ini adalah pengelasan yang banyak dipakai pada industri perakitan mobil dan untuk pengelasannya pada daerah *body* mobil bisa mencapai 3000 sampai 4000 titik sambungan las

[2]. Penggunaan las titik ini memiliki keunggulan yaitu sambungannya rapih, cepat, dan hasil sambungan lebih rapat, untuk kualitas dan karakteristik hasil sambungan dipengaruhi beberapa faktor diantaranya ketebalan pelat, diameter *spot welding electrode taper*, arus dan juga lama waktu pengelasan yang dipakai.

Kualitas dan kekuatan dari hasil sambungan las titik (*spot welding*) sangatlah penting dalam penyambungan pelat karna diharapkan hasil yang jauh lebih baik demi meningkatkan keamanan, kenyamanan dan juga kelayakan pada kendaraan, sehingga ini perlu dilakukan untuk penelitian yang lebih lanjut untuk kedepannya [3].

Parameter las titik sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekaniknya yang meliputi kemampuan menahan beban Tarik, Geser, dan juga Kekerasan, parameter lain yang mempengaruhi hasil pengelasan

titik (*spot welding*) berdasarkan hasil dari berbagai penelitian yang ada adalah kuat arus listrik, jenis bahan penelitian, lama waktu pengelasan, dan juga ketebalan plat yang digunakan. Jenis bahan dan ketebalan pelat ini yang paling banyak diteliti oleh para ilmuwan. Hal ini dikarenakan dalam pembuatan struktur khususnya pada bidang transportasi hampir seluruhnya menyatukan dua jenis material atau lebih dengan ketebalan yang berbeda.

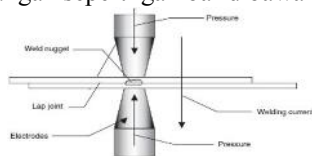
Penyambungan yang dipakai untuk pengujian kali ini yaitu adalah *similar metal* atau penyambungan dengan jenis logam yang sejenis dengan ketebalan bahan yang berbeda dengan cara dilas atau digabungkan. Pengelasan dengan logam yang memiliki ketebalan berbeda biasanya lebih rumit dibandingkan dengan ketebalan logam yang sama.

Berdasarkan fenomena tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Sifat Mekanis Sambungan *Similar Stainless Steel 304* Dengan Variasi Ketebalan dan Diameter *Spot Welding Electrode Taper*”.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Las Titik (*Spot Welding*)

Las titik yaitu salah satu mekanisme penyambungan pada bahan baja atau jenis material lain yang berjenis logam, biasanya berbentuk lembaran dijepit di antara elektroda yang ada pada mesin las titik. Siklus pengelasan ini dilakukan ketika elektroda bersinggungan dengan logam yang ingin disambung dibawah pengaruh tekanan sebelum arus dialirkan [4]. Lembaran material yang ingin disambungkan biasanya disatukan menjadi satu dengan posisi tumpang tindih (*lap joint*) antara pelat A dengan Pelat B agar bisa menjadi satu bagian sambungan seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 1 Proses Las Titik**

Faktor tersebut dapat ditinjau dalam rumus berikut :

$$H = I^2 \cdot R \cdot T \quad (1)$$

Dimana:

- H = Total panas yang dihasilkan (joule)
- I = Arus (ampere)
- R = Hambatan elektrik dari sirkuit ( $\Omega$ )
- T = Waktu selama arus mengalir (detik)

### 2.2 *Spot Welding Electrode Taper*

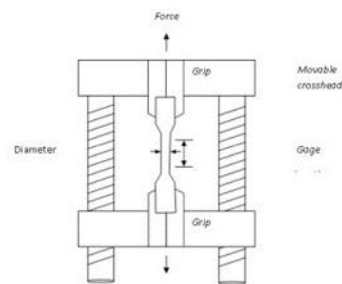
*Spot welding electrode taper* atau biasa disebut *Tip Gun* terletak diujung elektroda yang berfungsi memberikan tekanan pada benda kerja. Selain memberikan tekanan pada benda kerja, *electrode*

*taper* juga memberikan aliran arus dengan jumlah yang besar untuk proses pengelasan. *Taper* terbuat dari tembaga karena memiliki titik lebur yang berbeda dengan benda kerja, sehingga setelah proses pengelasan selesai *taper* tidak akan menempel pada benda kerja. Untuk diameter *Spot Welding Electrode Taper* ini yang dipakai pada penelitian kali ini yaitu 4 mm dan 5 mm [5].

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Uji Tarik

Uji Tarik merupakan pengujian suatu kekuatan bahan dengan memberi beban gaya yang sesumbu [6]. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan yang tidak kita ketahui khususnya bahan atau material yang tidak memiliki sertifikat, gambar dibawah ini adalah contoh mesin uji tarik.



**Gambar 2 Uji Tarik**

Dimana didapat persamaan untuk tegangan :

$$\sigma = F/A \quad (2)$$

Dimana :

- $\sigma$  = Tegangan ( $N/mm^2$ )
- F = Gaya (N)
- A = Luas Penampang Awal ( $mm^2$ )

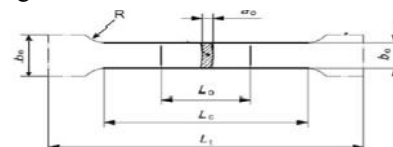
Persamaan regangan :

$$\epsilon = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100 \% \quad (3)$$

Dimana :

- $\epsilon$  = Regangan %
- $L_f$  = Panjang akhir (mm)
- $L_0$  = Panjang awal (mm)

Setelah didapatkan persamaan diatas maka disini akan dicantumkan standarisasi spesimen uji tarik dengan ISO 6892-1:2009



**Gambar 3 Spesimen Uji Tarik ISO 6892-1:2009**

Dimana :

- Elemen panjang (mm)
- $L_0$  = Panjang awal pengukuran (80 mm)
- $L_c$  = Panjang Paralel (130 mm)
- $L_t$  = Panjang Total (200 mm)
- $b_0$  = Lebar pengukuran (20 mm)
- $b_e$  = Lebar grip (25 mm)

R = Radius (25 mm)

### 3.2 Uji Geser

Pengujian geser ini biasanya digunakan pada material yang berjenis sambungan contohnya seperti material hasil las, dari hasil pengujian geser juga dapat diketahui sifatnya seperti penampang, perpanjangan reduksi dan yang lainnya. Tegangan geser ini yaitu tegangan yang bekerja sejajar atau menyinggung permukaan. dibawah ini persamaan tegangan dan regangan geser:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Dimana :

$\tau$  = Kekuatan geser ( $N/mm^2$ )  
 F = Beban geser(Kg)  
 A = Luas penampang geser( $mm^2$ )

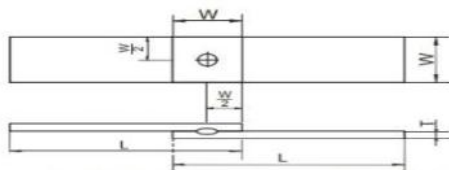
Regangan geser :

$$\gamma = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100 \% \quad (5)$$

Dimana :

$\epsilon$  = Regangan %  
 Lf = Panjang akhir (mm)  
 Lo = Panjang awal (mm)

Setelah didapat persamaan diatas setelah ini akan dicantumkan standarisasi spesimen uji geser dengan JIS Z3139



Gambar 4 Spesimen Uji Geser JIS Z3139

Dimana elemen panjang (mm):

L = Panjang Spesimen (150 mm)  
 W = Lebar (30 mm)

### 3.3 Uji Vickers

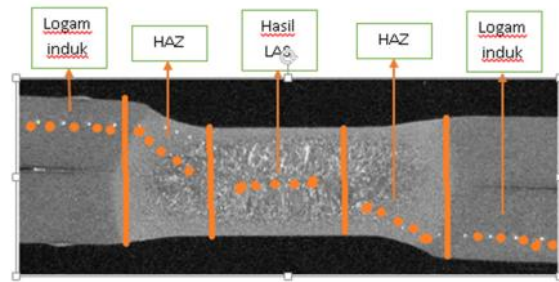
Uji Vickers atau kekerasan pada suatu material yaitu kekuatan suatu bahan untuk menahan deformasi plastis, dengan dilakukannya uji Vickers ini yaitu berfungsi untuk mengamati ketahanan suatu material yang bercampur dengan material lain. Dimana persamaan yang didapat untuk mencari nilai kekerasan yaitu sebagai berikut :

$$HVN = 1,854 \frac{P}{d^2} \left( \frac{kg}{mm^2} \right) \quad (6)$$

Dimana :

HVN = Angka kekerasan Vickers ( $kg/mm^2$ )  
 P = Beban tekan (kg)  
 d = Diagonal tapak rata-rata (mm) =  $(d_1 + d_2) / 2$

Dibawah ini adalah contoh spesimen uji Vickers standarisasi yang dipakai adalah ASTM E 384 -10.



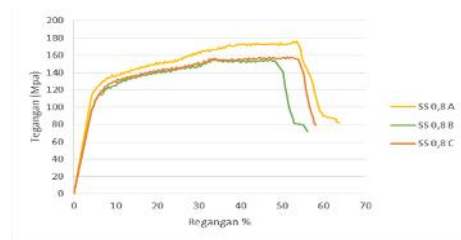
Gambar 5 Spesimen Uji Vickers ASTM E 384-10

## 4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik agar mempermudah untuk menganalisa hasil. Berikut data yang didapatkan.

### 4.1. Hasil pengujian tarik

Dari gambar 6 bisa dilihat pada grafik dibawah ini bahwa pengujian tarik dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik yang lebih baik dan juga untuk mengetahui sifat mekanik dari stainless steel 304.

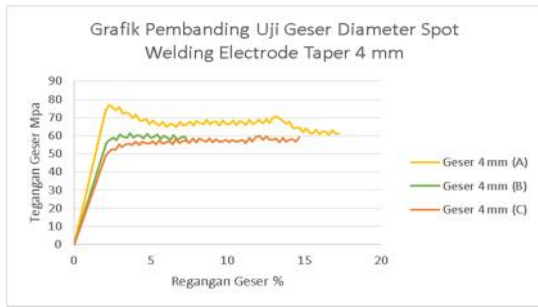


Gambar 6 Grafik Pembanding Uji Tarik

Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa untuk pengujian tarik ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan tujuan sebagai pembandingan dan juga untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik yang lebih baik dari ketiga spesimen tersebut, dimana data yang di dapat yaitu pada spesimen A tegangan max 176,383 Mpa – regangan 63,780%, spesimen B tegangan max 156,333 Mpa – regangan 56,190%, dan pada spesimen C tegangan max 158,605 Mpa – regangan 58,205%. Jadi dari ketiga pengujian tersebut spesimen yang mendapatkan nilai tegangan tertinggi yaitu spesimen (A).

### 4.2 Hasil pengujian geser diameter spot welding electrode taper 4 mm

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa pengujian geser sambungan las dengan diameter spot welding electrode taper 4 mm dilakukan sebanyak 3 kali yakni untuk menguji hasil kekuatan las pada spesimen stainless steel 304 yang divariasikan ketebalannya yang dipakai 0,8 mm dan 1mm, selain itu juga untuk mengetahui bahwa spesimen mana yang mendapatkan hasil yang terbaik.

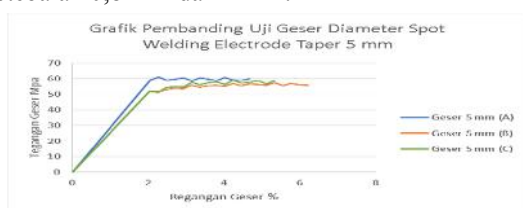


Gambar 7 Grafik Pembanding Uji Geser

Dari gambar grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian geser ini dilakukan 3 kali yakni untuk mendapatkan pembanding dari setiap spesimen, untuk mengetahui hasil kekuatan las, dan juga untuk mendapatkan hasil yang terbaik dari tiga spesimen diatas, dimana pada spesimen A nilai tegangan geser max 76,838 Mpa – regangan geser 17,25%, spesimen B nilai tegangan geser max 61,259 Mpa – regangan geser 7,38%, dan spesimen C nilai tegangan geser max 59,895 Mpa – regangan geser 14,66%. Jadi dari hasil ketiga pengujian diatas spesimen yang mendaapatkan nilai tertinggi yaitu spesimen (A) karna spesimen pada saat diuji sampai benar-benar pullout atau penggeseran maksimum dibanding spesimen lainnya.

#### 4.3 Hasil pengujian geser diameter spot welding electrode taper 5 mm

Dari gambar 8 bisa dilihat bahwa untuk pengujian geser diameter spot welding electrode taper 5 mm ini sama juga dari pengujian sebelumnya yaitu dilakukan sebanyak 3 kali fungsinya untuk mengetahui hasil kekuatan las atau sambungan, sebagai pembanding, dan juga untuk mendapatkan hasil yang terbaik dari spesimen lainnya, untuk ketebalannya sama seperti diameter 4 mm yaitu ketebalan 0,8 mm dan 1 mm.

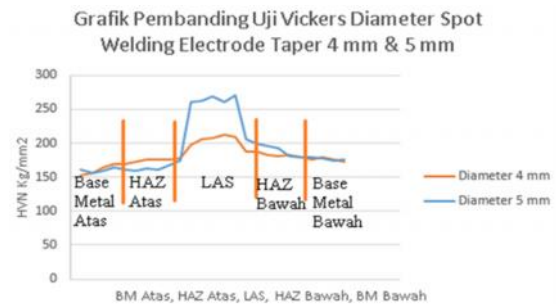


Gambar 8 Grafik Pembanding Uji Geser

Dari gambar grafik 8 dapat dijelaskan bahwasannya pengujian geser ini dilakukan sebanyak 3 kali yaitu untuk mendapatkan pembanding dari setiap spesimen, untuk mengetahui kekuatan las, dan juga untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Dimana pada spesimen A tegangan geser max 61,247 Mpa – regangan 4,70%, spesimen B tegangan geser max 57,447 Mpa – regangan 6,21%, dan spesimen C nilai tegangan geser max 59,274 Mpa – regangan 5,34%. Dari hasil pengujian diatas yang mendapatkan tegangan tertinggi atau tegangan geser maksimum yaitu terjadi pada spesimen (A).

#### 4.4 Hasil Pengujian Vickers

Dari gambar 9 ini dapat dilihat untuk hasil pengujian Vickers logamlas dimana ini untuk mendapatkan nilai kekerasan atau HVN dan juga mencari nilai HVN rata-rata disetiap bagian seperti logam induk, HAZ, dan juga LAS pada spesimen diameter spot welding electrode taper 4 mm dan 5 mm.



Gambar 9 Grafik Pembanding Uji Vickers

Grafik 9 dapat dijelaskan bahwa besar kecilnya diameter taper dan ketebalan plat mempengaruhi nilai kekerasan atau HVN, dimana gambar diatas terdapat 5 tempat pengujian yaitu daerah Base metal, HAZ atas, Las, HAZ bawah, dan juga daerah Base metal bawah. Pada setiap daerah dilakukan pengujian sebanyak 5 titik kekerasan guna sebagai pembanding untuk mendapatkan nilai HVN rata-rata dari kedua taper diameter 4 mm dan 5 mm, untuk taper 4 mm: HVN rata-rata pada Base metal atas 162,195kg/ mm<sup>2</sup>, HAZ bawah HVN rata-rata 175,619 kg/ mm<sup>2</sup>, Las HVN rata-rata 206,417 kg/ mm<sup>2</sup>, HAZ bawah HVN rata-rata 184,170 kg/ mm<sup>2</sup>, dan Base metal bawah HVN rata-rata 176,919 kg/mm<sup>2</sup>. Untuk taper 5 mm : HVN rata-rata Base metal atas 159,874 kg/mm<sup>2</sup>, HAZ atas HVN rata-rata 165,031 kg/ mm<sup>2</sup>, Las HVN rata-rata 264,190 kg/ mm<sup>2</sup>, HAZ bawah HVN rata-rata 194,943 kg/mm<sup>2</sup>, dan daerah Base metal bawah nilai HVN rata-rata yaitu 177,362 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian tarik logam induk tebal 0,8 mm maka didapat rata-rata tegangan tarik maksimum yaitu sebesar 163,733 Mpa dan rata-rata regangan tarik sebesar 59,391 %.
2. Hasil pengujian geser sambungan las diameter taper 4 mm didapat rata-rata tegangan geser maksimum 65,997 Mpa dan rata-rata regangan geser sebesar 13,09 %, untuk sambungan las diameter taper 5 mm didapat rata-rata tegangan geser maksimum yaitu sebesar 59,33 Mpa dan rata-rata regangan geser sebesar 5,41 %.
3. Hasil pengelasan material *Stainless Steel* 304 mendapatkan nilai kekerasan yang



tinggi. Dimana nilai HVN rata-rata daerah las diameter *taper* 4 mm 206,417 Kg/mm<sup>2</sup> dan nilai HVN rata-rata diameter *taper* 5 mm 264,190 Kg/mm<sup>2</sup>.

#### Daftar Pustaka

- [1] Purwaningrum Y., & Fatchan, M., 2013, *Pengaruh Arus Listrik Terhadap Karakteristik Fisik-Mekanik Sambungan Las Titik Logam Dissimilar Al-Steel*. Jurnal Teknik Mesin, Vol.15 No. 1, pp. 16-22.
- [2] Aravinthan A., and Nachimani C., 2011, *Analysis of Spot Weld Growth On Mild and Stainless Steel, Supplement To The Welding Journal*, vol.90, pp.143-147.
- [3] Agustina I. P., Budiarsa I. N., dan Santiarsa I., G., N., N., 2018, *Pengaruh Variasi Ketebalan (Thickness) Terhadap Sifat Mekanik Material Dasar Dan Daerah Nugget Pada Hasil Pengelasan Titik (Spot Welding) Baja Lembaran*, Jurnal Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali, Vol. 7 No. 4, pp. 316-320.
- [4] Wiryosumatro H., Prof, Dr, Ir, Okumura, T., 1981, *Teknologi Pengelasan Logam*.
- [5] Handra N., 2014, *Pengaruh Waktu Tekan Dan Hasil Gmpalan Terhadap Kekuatan Geser Pada Las Titik*, Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, Vol. 1, pp. 37- 42.
- [6] Askeland D., R., 1985, *The Science and Engineering of Material*, Alternate Edition, PWS Engineering, Boston, USA.



**Aditia Arif Gunawan** menyelesaikan studi di SMA Diponegoro 2 Jakarta Timur pada tahun 2016, kemudian melanjutkan program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2016, dan menyelesaikannya pada tahun 2020.

Bidang penelitian yang diminati adalah Rekayasa Manufaktur, mengenai tentang logam dan *Spot Welding*.