

# Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology (JAMETECH)

Journal homepage: <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>  
p-ISSN: 2655-9145; e-ISSN: 2684-8201

## Pengaruh Arus Listrik Spot Welding KW14-1031 Terhadap Kekuatan Geser Pada Baja St42

I Wayan Suma Wibawa<sup>1\*</sup>, I Made Anom Adiaksa<sup>1</sup>, Made Ardikosa Satrya Wibawa<sup>1</sup>, A.A. Gede Pradnyana Diputra<sup>1</sup>, I Komang Kantun<sup>1</sup> dan I Nyoman Suparta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, 80361, Indonesia

\*Email: [sumawibawa@pnb.ac.id](mailto:sumawibawa@pnb.ac.id)

### Abstrak

Teknologi pengelasan tidak hanya berfungsi untuk produksi, tetapi juga sebagai solusi perbaikan bagi semua perangkat berbahan logam. Pengelasan titik merupakan bentuk pengelasan yang menggunakan resistansi listrik untuk menyatukan berbagai produk dari lembaran logam, melalui metode di mana area permukaan logam yang bersentuhan dijoin dengan panas yang dihasilkan dari resistansi aliran listrik. Metode pengelasan ini dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, termasuk kemudahan dalam operasional tanpa memerlukan keterampilan khusus seperti dalam teknik pengelasan lainnya, serta proses yang lebih cepat, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi waktu produksi. Kontrol terhadap jalur arus listrik saat pengelasan sangat krusial, karena dapat mempengaruhi karakteristik hasil sambungan, termasuk kualitas pengelasan, ketahanan geser, tingkat kekerasan, dan daya tahan terhadap beban luar. Fokus dari analisis ini adalah untuk mengeksplorasi dampak arus listrik dalam teknik pengelasan titik terhadap kekuatan geser bahan plat baja ST 42. Melalui analisis deskriptif dan representasi grafis, tujuan adalah mengamati hubungan antara arus listrik dengan kekuatan geser yang dihasilkan dari proses pengelasan. Nilai rata-rata kekuatan geser terendah dicatat pada arus input 20.36 A dengan arus keluaran pengelasan 6011.47 A, serta waktu pengelasan 8 detik dan nilai heat input sebesar 61894.30 J, yang menghasilkan 1.67 MPa. Sementara itu, nilai rata-rata kekuatan geser tertinggi tercatat pada arus input 28.95 A dengan arus keluaran pengelasan 6011.47 A, waktu pengelasan 8 detik, dan nilai heat input 88007.92 J, yang mencapai 6.72 MPa. Pengendalian arus listrik diperlukan karena plat baja ST 42 akan mengalami kerusakan pada arus input 32.45 A dan arus keluaran 6323.58 A, waktu pengelasan 8 detik, dengan heat input senilai 98647.84 J.

Kata kunci: *spot, welding, arus, gaya, geser*

**Abstract:** *Welding technology serves not only as a manufacturing process but also as a repair solution for all metal-based components. Spot welding is a welding method that utilizes electrical resistance to join various products made of sheet metal, in which the contacting metal surfaces are fused by the heat generated from electrical resistance. This welding method is selected due to several advantages, including ease of operation without requiring specialized skills as demanded by other welding techniques, as well as a faster process that enhances production time efficiency. Control of the electrical current path during welding is critical, as it significantly influences the characteristics of the joint, including weld quality, shear strength, hardness level, and resistance to external loads. This study focuses on analyzing the effect of electrical current in spot welding techniques on the shear strength of ST 42 steel plates. Through descriptive analysis and graphical representation, this research aims to observe the relationship between electrical current and the resulting shear strength produced by the welding process. The lowest average shear strength was recorded at an input current of 20.36 A with a welding output current of 6011.47 A, a welding time of 8 seconds, and a heat input of 61894.30 J, yielding a shear strength of 1.67 MPa. Meanwhile, the highest average shear strength was obtained at an input current of 28.95 A with a welding output current of 6011.47 A, a welding time of 8 seconds, and a heat input of 88007.92 J, resulting in a shear strength of 6.72 MPa. Electrical current control is therefore essential, as ST 42 steel plates experienced damage at an input current of 32.45 A and an output current of 6323.58 A, with a welding time of 8 seconds and a heat input of 98647.84 J.*

Keywords: *spot, welding, current, force, shear*

Penerbit @ P3M Politeknik Negeri Bali

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Dalam sebuah *industry* pengembangan teknologi pengelasan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas produk agar dapat bersaing di pasar yang

semakin ketat, sehingga dibutuhkan inovasi dalam pengelasan untuk mendapatkan hasil yang presisi, mudah dalam proses dan murah. Pengelasan tidak hanya digunakan untuk proses produksi tetapi juga digunakan untuk proses perawatan/perbaikan bahan-bahan yang

terbuat dari logam seperti baja, stainlesssteel, tembaga, dan aluminium [1]. Pengelasan merupakan salah satu proses pengerjaan logam melalui proses pemanasan dan tekanan [2]. *Resistance spot welding* pengerjaannya lebih efektif dan efisien, rapi, cepat dan hemat bahan [3]. Pengelasan titik (*resistance spot welding*) merupakan salah satu metode pengelasan resistansi yang memanfaatkan panas akibat hambatan aliran arus listrik untuk menyambungkan dua atau lebih pelat logam. Sambungan terjadi pada titik-titik tertentu yang ditekan oleh elektroda, di mana panas dihasilkan ketika arus listrik mengalir melalui permukaan logam yang saling bersentuhan. Panas tersebut menyebabkan peleburan lokal sehingga terbentuk inti las (*weld nugget*) yang berfungsi sebagai pengikat antar material. Proses *Welding* merupakan sebuah proses rekayasa kimia dengan metode panas untuk menyambungkan antara 2 logam yang sama ataupun berbeda [4]. Prinsip dasar pengelasan titik didasarkan pada hukum Joule, yang menyatakan bahwa panas yang dihasilkan sebanding dengan kuadrat arus listrik, hambatan listrik, dan waktu pengelasan. Salah satu metode pengelasan ialah las resistansi listrik, pengelasan ini menumpuk dua plat logam kemudian ditekan menggunakan logam penghantar (atas bawah) dengan dialiri arus, aliran listrik ini menghasilkan panas yang mampu mencairkan logam dan menyatu saat dingin [5].

Las resistansi juga memiliki beberapa metode salah satunya *Spot welding* (las titik), las titik ini biasanya digunakan untuk las plat logam dengan model titik atau titik lebih dari satu [6]. Salah satu *variable* yang menentukan panas untuk meleburkan bahan ialah arus listrik yang dapat diatur nilainya, selain itu ada juga *holding time* (lama pemanasan), tekanan elektroda/pengantar arus, diameter pengantar arus. Gaya tekan elektroda berfungsi untuk memastikan kontak yang baik antara elektroda dan permukaan material yang dilas. Tekanan yang tidak sesuai dapat meningkatkan hambatan kontak yang tidak diinginkan dan mempengaruhi distribusi panas selama proses pengelasan. Elektroda dalam *spot welding* umumnya terbuat dari paduan tembaga karena memiliki konduktivitas listrik dan termal yang tinggi. Bentuk dan ukuran elektroda mempengaruhi distribusi arus listrik serta ukuran *nugget* las. Keausan elektroda dapat menurunkan kualitas sambungan sehingga diperlukan perawatan dan penggantian secara berkala. Arus listrik merupakan parameter paling dominan dalam *spot welding* karena berperan langsung dalam pembentukan panas dan *nugget* las. Arus yang terlalu rendah akan menghasilkan panas yang tidak cukup sehingga sambungan menjadi lemah, sedangkan arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan cacat las seperti *expulsion* dan kerusakan material. Waktu pengelasan menentukan lamanya arus listrik mengalir melalui material. Waktu yang terlalu singkat dapat mengakibatkan *nugget* tidak terbentuk secara sempurna, sementara waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan pembesaran *nugget* yang berlebihan dan penurunan kualitas sambungan.

Namun dari kelebihanannya tersebut juga memiliki kelemahan dalam kondisi atau keperluan tertentu seperti terbatas pada penyambungan pelat logam tipis, memerlukan peralatan khusus dengan kapasitas arus

tinggi, kurang fleksibel untuk desain sambungan yang kompleks.

Spot welding dipilih karena proses pengelasannya lebih mudah, Proses pengelasan berlangsung cepat dan efisien, Tidak memerlukan bahan tambah, cocok untuk produksi massal, Kualitas sambungan relatif seragam dan tidak perlu memiliki skill yang sangat tinggi atau terampil untuk mengoperasikannya [7]. Tegangan geser adalah jenis tegangan yang bekerja sejajar dengan bidang penampang suatu material akibat adanya gaya yang berusaha menggeser satu bagian material terhadap bagian lainnya. Tegangan ini umumnya terjadi pada sambungan mekanik, seperti paku keling, baut, dan sambungan las, termasuk sambungan hasil pengelasan titik (*spot welding*). Tegangan geser berperan penting dalam menentukan kemampuan suatu material atau sambungan dalam menahan beban lateral. Kualitas karakter hasil pengelasan seperti kekuatan geser, kekerasan dan kekuatan pengaruh dari luar sangat di pengaruhi oleh pengaturan arus listrik yang tepat [8].

Pemilihan setingan arus listrik harus tepat untuk mendapatkan kekuatan geser pada sambungan las yang terbaik hal ini didapatkan dari pengujian yang sifatnya berulang untuk menghasilkan pengaturan yang tepat. Pada tebal yang sama arus yang kecil menghasilkan panas yang rendah untuk melakukan penetrasi/pelelehan yang baik sehingga penembusannya kurang dalam dan area pelelehan kecil. Sedangkan arus yang terlalu besar menghasilkan panas tinggi, pencairan logam terlalu cepat dan pelelehan yang lebar hal ini dapat menaikkan Tingkat kerapuhan dan tegangan geser yang rendah. Hasil riset sebelumnya dengan arus 0.9 kA dan *holding time* 0.25 detik menghasilkan hasil las dengan kekuatan tarik rendah, dan dengan seting 1.85 kA *holding time* 1 detik menghasilkan hasil pengelasan dengan kekuatan tarik tinggi dengan bahan baja dua fase (*ferrite-martensite*) [9]. Penelitian selanjutnya dengan bahan sambungan *spot welding* baja dengan aluminium didapatkan kekuatan Tarik tertinggi pada setingan arus 75 Ampere [10]. Arus pengelasan sebesar 8000 A dan waktu pengelasan selama 4 siklus menghasilkan kondisi pengelasan optimal pada sambungan las titik baja tahan karat *austenitic*. AISI 316 L [11]. Kekuatan tarik/geser terbesar dan kekerasan tertinggi tercapai pada waktu pembebanan 20 detik pada material plat galvanis [12].

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, parameter utama yang berperan penting meliputi arus listrik, waktu pengelasan, dan gaya tekan elektroda. Di antara parameter tersebut, arus listrik memiliki pengaruh signifikan terhadap besar kecilnya *heat input*, pembentukan *nugget* las, serta sifat mekanik sambungan yang dihasilkan. Arus yang terlalu rendah dapat menyebabkan sambungan tidak sempurna, sedangkan arus yang terlalu tinggi berpotensi menimbulkan cacat las, kerusakan material, dan penurunan kualitas sambungan. Oleh karena itu, pengendalian dan pemilihan parameter arus listrik yang tepat sangat diperlukan untuk memperoleh sambungan las yang optimal. Salah satu indikator penting dalam menilai kualitas sambungan pengelasan titik adalah kekuatan geser, yang mencerminkan kemampuan sambungan dalam menahan beban kerja. Penelitian mengenai pengaruh setingan

ampere terhadap kekuatan geser sambungan las titik, khususnya pada pelat baja ST 42, menjadi penting sebagai dasar dalam optimasi parameter pengelasan serta peningkatan kualitas dan keandalan sambungan dalam aplikasi industri. Pengelasan titik banyak digunakan dalam industri otomotif untuk penyambungan bodi kendaraan, industri peralatan rumah tangga, industri konstruksi ringan, serta fabrikasi logam lembaran. Metode ini sangat efektif dalam produksi massal yang memerlukan kecepatan dan kesamaan kualitas sambungan. Salah satu parameter utama dalam menilai kualitas sambungan *spot welding* adalah kekuatan geser. Pengujian kekuatan geser dilakukan untuk mengetahui kemampuan sambungan dalam menahan beban kerja. Selain itu, kualitas sambungan juga dapat dievaluasi melalui pengamatan struktur mikro dan tingkat kekerasan pada daerah las.

Dari beberapa hasil riset menjelaskan variabel waktu penekanan (*pressing welding*), arus pengelasan, dan waktu pengelasan memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat-sifat logam dari hasil pengelasan meliputi sifat mekanik dan kekuatannya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan jenis material lainnya yaitu baja ST 42.

### 1.2. Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang yang sudah disampaikan mengenai pengelasan kemudian lebih menghusus ke *spot welding*, dimana ada beberapa factor yang mempengaruhi hasil pengelasan *spot welding* seperti ketrampilan welder/tenaga kerja, jenis mesin, ampere pengelasan, diameter dan bentuk elektroda, tekanan objek dan waktu penahanan saat pengelasan. Dalam penelitian ini akan di bahas mengenai nilai arus listrik/ ampere pada pengelasan *spot welding* yang menghasilkan pengelasan dengan nilai kekuatan geser yang paling bagus pada bahan baja ST 42.

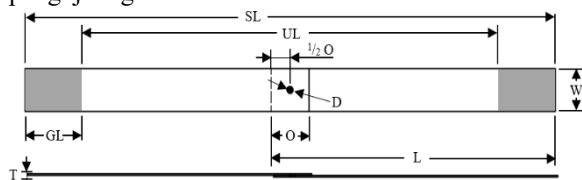
### 1.3. Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi nilai arus listrik/ ampere pada pengelasan *spot welding* yang menghasilkan pengelasan dengan nilai kekuatan geser yang paling bagus pada bahan baja ST 42.

## 2. Metode dan Bahan

### 2.1. Benda Uji

Metode yang digunakan adalah eksperimental pengujian dan pengambilan data pada mesin *spot welding* dan shear test. Bahan plat baja ST 42 dibentuk sesuai dengan standar uji geser AWS D8.9M sebagai syarat untuk melakukan pengujian geser.



**Gambar 1.** Standar AWS D8.9M benda uji geser

Keterangan gambar:

SL:	Panjang keseluruhan specimen	= 420 mm
UL:	Panjang daerah tidak dijepit mesin	= 270 mm
GL:	Panjang daerah dijepit mesin	= 75 mm
T:	Tebal spesimen ( <i>thickness</i> )	= 2.2 mm
O:	Tumpang tindih ( <i>overlap</i> )	= 30 mm
1/2O:	Tumpang tindih ( <i>overlap</i> )	= 15 mm

L:	Panjang	= 225 mm
D:	Diameter pengelasan	= 5 mm
W:	Lebar dijepit mesin	= 30 mm

Analisis ini menggunakan mesin *ultimate testing machine* untuk pengambilan data. Spesimen ini dibuat dari dua buah plat baja yang sama, dengan ukuran masing-masing plat sebagai berikut: panjang 225 mm, lebar 30 mm, panjang daerah pegangan yang dijepit mesin 75 mm, ketebalan 1.1 mm, dan panjang daerah yang tidak dijepit mesin 150 mm.

Jumlah specimen untuk setiap *variable* adalah 10 buah. *Variable* tetap adalah arus dan waktu pengelasan. Arus ditetapkan pada 20.36 A, 24.54 A dan 28.95 A sesuai dengan seting alat *spot welding* yang digunakan. Waktu setiap pengelasan diseting 8 detik untuk setiap *specimen*. *Variable* bebas dari penelitian adalah kekuatan geser hasil pengelasan yang dilakukan pengujian dengan alat uji.

Metode kuantitatif dipergunakan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian serta pengolahan menggunakan metode deskriptif. Metode analisis deskriptif merupakan metode analisa dengan mendeskripsikan data yang telah ditampilkan dalam bentuk grafik [13]. Hasil pengujian dibuatkan grafik untuk melihat pengaruh arus terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Analisis deskriptif dipergunakan untuk dapat menggambarkan kekuatan geser yang didapatkan.

### 2.2. Perhitungan Tegangan Geser

Uji Tarik dan geser merupakan metode pengujian terhadap sifat mekanis bahan logam yang hampir mirip dengan memberikan gaya kepada bahan, namun yang membedakan ialah arah gayanya dimana kalau uji tarik pemberian gayanya ialah kearah *vertical* sedangkan uji geser arah gaya yang di berikan ke material ialah arah memanjang (*longitudinal*) [14]. Untuk mengetahui sifat-sifat mekanis pada sambungan las seperti perubahan penampang, perpanjangan bahan, reduksi bahan dilakukan pengujian geser, pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji geser, dalam mesin uji geser beban/bahan dijepit kemudian diberikan gaya yang berlawanan sehingga membuat benda menjadi tergeser/pertambahan panjang. Perubahan ini di catat oleh sensor pada mesin yang akan di terjemahkan ke dalam grafik maupun angka. Rumus tegangan geser sangat penting karena memungkinkan penentuan perilaku material di bawah beban tarik. Rumus tegangan geser ( $\tau$ ) menghubungkan gaya geser (F) dengan luas penampang ( $A_0$ ), diperoleh ( $\tau$ ) pada masing-masing variasi arus listrik pengelasan [15]:

$$\tau = \frac{F_v}{A_0} \quad (1)$$

dimana

$\tau$  = Tegangan geser (MPa)

F = Beban geser (N)

rumus regangan geser:

$$\gamma = \frac{\Delta_s}{S_0} \quad (2)$$

dimana:

$\gamma$  = Regangan geser (%)

$\Delta_s$  = Pertambahan panjang (mm)

$s_0$  = Panjang awal (mm)

rumus modulus geser:

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \tag{3}$$

dimana:

G = Modulus geser

$\tau$  = Tegangan geser

$\gamma$  = Regangan geser.

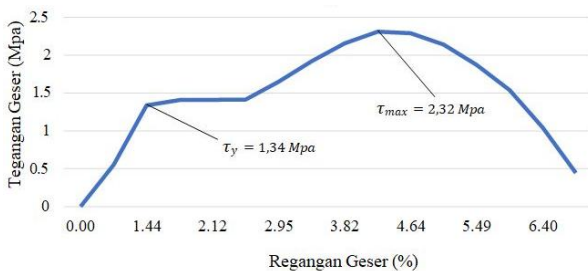
Pada sambungan las, khususnya pada pengelasan titik, tegangan geser terjadi ketika sambungan menerima beban yang bekerja sejajar terhadap bidang sambungan. Kekuatan geser sambungan dipengaruhi oleh ukuran dan kualitas nugget las, distribusi panas selama proses pengelasan, serta sifat mekanik material dasar. Sambungan las yang memiliki nugget las yang kecil atau tidak terbentuk secara sempurna cenderung memiliki ketahanan geser yang rendah.

Pengujian tegangan geser dilakukan untuk mengetahui kemampuan material atau sambungan dalam menahan gaya geser sebelum mengalami kegagalan. Pada sambungan las titik, pengujian ini biasanya dilakukan dengan metode *lap shear test*, di mana spesimen diberi beban tarik hingga sambungan mengalami patah. Nilai tegangan geser dihitung berdasarkan gaya maksimum yang diterima sambungan dibagi dengan luas penampang sambungan.

Dalam aplikasi industri, analisis tegangan geser sangat penting untuk memastikan keamanan dan keandalan struktur. Sambungan yang tidak mampu menahan tegangan geser yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan struktur dan menurunkan umur pakai komponen. Oleh karena itu, perhitungan dan pengujian tegangan geser menjadi dasar dalam perancangan sambungan, khususnya pada struktur yang menerima beban dinamis dan berulang.

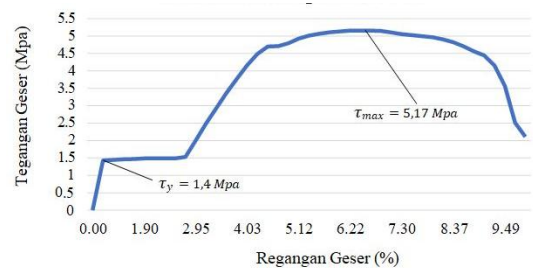
Alat uji universal dapat digunakan untuk menguji geser suatu material. Setelah spesimen dijepit pada mesin uji geser, beban statik ditambahkan secara bertahap hingga spesimen akhirnya putus. *Plotter* terhubung langsung ke besarnya beban dan panjang tambahan, sehingga diperoleh grafik tegangan (N/m<sup>2</sup> atau MPa) dan regangan (%). Grafik ini memberikan informasi tentang tegangan normal ( $\sigma$ ), tegangan geser ( $\tau$ ), tegangan geser modulus bahan (G), ketangguhan, dan keuletan sambungan las yang diuji geser.

### 3. Hasil Pengujian



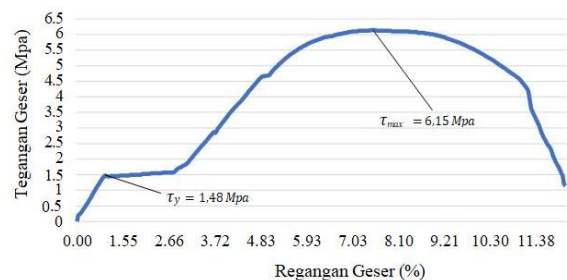
Gambar 2. Grafik tegangan-regangan arus input 20.36 A

Gambar 2 menunjukkan kurva hasil uji geser dengan arus listrik input 20.36 A. Terdapat fase elastis pada awal kurva di mana baja mengalami deformasi, dalam hal ini apabila dilepaskan maka material/baja akan kembali ke bentuk semula, sedangkan garis lurus menunjukkan hubungan yang saling terhubung antara tegangan dan regangan. Setelah mencapai titik batas elastis ( $\tau_y = 1.34 \text{ Mpa}$ ), baja memasuki fase plastis, dimana deformasi permanen mulai terjadi. Kurva mulai melengkung dan menunjukkan kenaikan regangan yang signifikan tanpa peningkatan tegangan yang besar menunjukkan baja mengalami penyerapan energi sebelum akhirnya mencapai titik puncak, yaitu tegangan maksimum atau kekuatan tarik maksimum ( $\tau_{max} = 2.32 \text{ Mpa}$ ). Kurva akan menurun setelah tegangan maksimum menunjukkan bahwa sambungan pada plat baja ST 42 mulai mengalami leheran (*necking*) dan akhirnya patah/lepas.



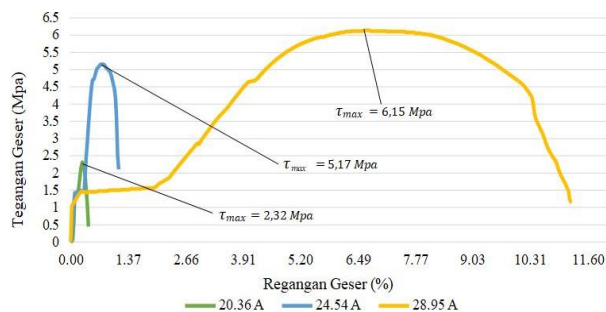
Gambar 3. Grafik tegangan-regangan arus listrik input 24.54 A

Gambar 3 menunjukkan kurva hasil uji geser dengan arus listrik input 20.36 A. Terdapat fase elastis di mana baja mengalami deformasi sementara dalam hal ini apabila dilepaskan maka material/baja akan kembali ke bentuk semula. Hubungan antara tegangan dan regangan ditunjukkan dengan garis lurus, sesuai dengan *Hukum Hooke*. Setelah mencapai titik batas elastis ( $\tau_y = 1.4 \text{ Mpa}$ ), baja memasuki fase plastis, dimana deformasi permanen mulai terjadi. Kurva mulai melengkung dan menunjukkan kenaikan regangan yang signifikan tanpa peningkatan tegangan yang besar. Baja mengalami penyerapan energi sebelum akhirnya mencapai titik puncak, yaitu tegangan maksimum atau kekuatan tarik maksimum ( $\tau_{max} = 5.17 \text{ Mpa}$ ). Kurva akan menurun menunjukkan bahwa sambungan pada plat baja ST 42 mulai mengalami leheran (*necking*) dan akhirnya patah/lepas.



Gambar 4. Grafik tegangan-regangan arus input 28.95 A

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa kurva hasil uji geser dengan arus listrik *input* 20.36 A pada awal kurva, terdapat fase elastis di mana baja mengalami deformasi sementara yang akan kembali ke bentuk semula setelah gaya dilepaskan. Ini ditandai dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linier antara tegangan dan regangan, sesuai dengan *Hukum Hooke*. Setelah mencapai titik batas elastis ( $\tau_y = 1.48 \text{ Mpa}$ ), baja memasuki fase plastis, dimana deformasi permanen mulai terjadi. Kurva mulai melengkung dan menunjukkan kenaikan regangan yang signifikan tanpa peningkatan tegangan yang besar. Ini adalah tahap di mana baja mengalami penyerapan energi sebelum akhirnya mencapai titik puncak, yaitu tegangan maksimum atau kekuatan tarik maksimum ( $\tau_{max} = 6.15 \text{ Mpa}$ ). Setelah tegangan maksimum, kurva akan menurun menunjukkan bahwa sambungan pada plat baja ST 42 mulai mengalami leheran (*necking*) dan akhirnya patah/lepas di titik terakhir pada kurva.



**Gambar 5.** Grafik tegangan-regangan

Kekuatan geser akan semakin meningkat berbanding lurus dengan kenaikan arus listrik dengan *holding time*/waktu penahanan las titik yang sama, hal ini dapat dilihat dari grafik pada gambar 5. Ketika arus las meningkat, input panas yang dihasilkan juga bertambah, yang berakibat pada perubahan struktur dan ukuran butir di area las, sehingga tercipta area dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Proses pendinginan juga perlu diperhatikan karena suhu ruangan juga dapat mempengaruhi Tingkat kekerasan, yang membuat luas area las bertambah dan, akibatnya, nilai kekuatan gesernya juga meningkat. Kenaikan arus las telah menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kekuatan geser. Ini disebabkan oleh variasi arus las yang menghasilkan peningkatan input panas, yang membuat luas area las meningkat meskipun tidak terlalu signifikan, tetapi gaya gesernya menunjukkan kenaikan yang cukup besar. Gaya geser yang meningkat pesat dan luas area las yang hanya sedikit bertambah, diperoleh nilai kekuatan geser yang sangat melonjak pada gambar 5 setiap kali terjadi peningkatan input panas. Nilai rata-rata tertinggi dari kekuatan geser tercatat pada arus *output* las sebesar 6011.47 A, dengan durasi pengelasan 8 detik, menghasilkan input panas sebesar 88007.92 J, yaitu 6.72 MPa. Sementara itu, nilai rata-rata terendah dari kekuatan geser ditemukan pada arus *output* las yang sama, yaitu 6011.47 A, waktu pengelasan 8 detik, dengan input panas 61894.30 J, yaitu 1.67 MPa.

#### 4. Kesimpulan

Analisis grafik menunjukkan bahwa peningkatan arus listrik yang digunakan berkontribusi pada peningkatan nilai gaya geser (N) yang pada gilirannya akan memperkuat kekuatan gesernya. Sejalan dengan pertumbuhan arus listrik, input panas juga menjadi lebih besar, yang memperbesar kemampuan untuk mencairkan logam, sehingga jumlah logam yang meleleh akan meningkat.

*Holding time* pengelasan 8 detik dengan arus input 20.36 ampere, arus *output* 6011.47 ampere menghasilkan kekuatan geser bahan paling rendah, serta nilai input panas 61894.30 J yaitu 1.67 MPa. Sementara itu, kekuatan geser rata-rata tertinggi tercatat pada arus input 28.95 A dengan arus output pengelasan 6011.47 A, waktu pengelasan 8 detik, serta nilai input panas 88007.92 J yaitu 6.72 MPa. Arus listrik dibatasi karena pelat baja ST 42 akan mengalami kebocoran pada arus input 32.45 A dengan arus output 6323.58 A, waktu pengelasan 8 detik, dan nilai input panas 98647.84 J.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih yang mendalam penulis ucapkan kepada semua pihak yang mendukung dan membantu baik dalam penelitian, pengambilan data, pengolahan data sampai dalam penyusunan jurnal ini. Terima kasih kepada Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan dukungan fasilitas dalam pengambilan data, pengolahan data maupun kesempatan untuk publikasi ilmiah hasil dari penelitian.

#### Daftar Pustaka

- [1] I. Martati and D. Kusrihandayani, "Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Waktu Terhadap Kekuatan Hasil Las Plat 1 Milimeter Dengan Menggunakan Spotwelding," *Pros. 4th Semin. Nas. Penelit. Pengabdi. Kpd. Masy.* 2020, pp. 124–129, 2020.
- [2] T. C. Wahyudi, S. D. Handono, H. A. Sanjaya, and A. B. Sulaiman Azis, "Analisa pengaruh media pendingin dan arus listrik pada proses pengelasan titik (spot welding) stainless steel terhadap nilai kekuatan tarik," *ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 2, no. 2, pp. 94–99, 2021, doi: 10.24127/armatur.v2i2.1448.
- [3] M. A. Fitrah, M. Ikhsan, and H. H. Utami, "Analisis Leveled Surface Terhadap Diameter Nugget Las Pada Plat Stainless Steel 304 Proses Resistance Spot Welding (Rsw)," *J. Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Ind.)*, vol. 4, no. 2, pp. 2985–4946, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/TMT/article/view/414>
- [4] S. I. Samudra, H. Widya Prasetya, D. I. Pratiwi, T. Mekanika Perkeretaapian, P. Perkeretaapian, and I. Madiun, "Pengaruh Variasi Arus Resistance Spot Welding Terhadap Kuat Tarik Material Stainless Steel 304 Kereta K1," vol. 9, no. 2, pp. 26–32, 2023.
- [5] Lukmanul Hakim, "Pengaruh Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Impak Dan Hardness Dengan Variasi Arus 80,90, Dan 100 Amper Pada Baja Stainles 308," vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2020.

- [6] S. I Made Suniartha, Setyawan, "Pengaruh Arus , Waktu Dan Ketebalan Pelat Pada Proses Spot Welding Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Geser Dan Struktur Mikro Effect of current , time and plate thickness in spot welding process of low carbon steel on shear strength and microstructure," *J. Keilmuan dan Terap. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2021.
- [7] B. Aziz, W. Winarso, and D. N. Kusuma Hardani, "Rancang Bangun Alat Spot Welding Menggunakan Transformator Oven Microwave Dengan Kendali Dimmer," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 69–78, 2020, doi: 10.30595/jrre.v2i2.8274.
- [8] A. Santosa, F. C. Suci, R. Hanifi, J. T. Mesin, U. S. Karawang, and I. Pendahuluan, "Pengaruh Variasi Arus Listrik Pada Pengelasan Flash Butt Welding Terhadap Kekuatan Tarik," *Infomatek*, vol. 22, no. 1, pp. 35–40, 2020, doi: 10.23969/infomatek.v22i1.2750.
- [9] S. Sulardjaka, D. F. Fitriyana, and A. Budiman, "Kajian Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Shield Metal Arc Welding dan Friction Stir Welding Baja Karbon St 37," *Rotasi*, vol. 19, no. 4, p. 193, 2020, doi: 10.14710/rotasi.19.4.193-200.
- [10] B. K. S. Handaru and Y. Yunus, "Pengaruh Proses Quenching Berulang Hasil Pengelasan Smaw Pada Pipa Kilang Astm a 106 Grade B Terhadap Kekuatan Tarik ...," *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 91–96, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/48177/40231>
- [11] . M. and R. Hidayatullah, "Nilai Ampere Pengelasan Smaw Dengan Menggunakan Elektroda 6013," *Sainstech J. Penelit. Dan Pengkaj. Sains Dan Teknol.*, vol. 32, no. 2, pp. 36–48, 2022, doi: 10.37277/stch.v32i2.1295.
- [12] A. E. Purkuncoro and A. Taufik, "Analisa Pengaruh Variasi Pressing Welding Time Terhadap Karakteristik Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Pada Proses Resistance Spot Welding (Rsw) Material Plat Galvanis," *J. Flywheel*, vol. 11, no. 1, pp. 27–32, 2020, doi: 10.36040/flywheel.v11i1.2510.
- [13] I. M. A. Adiaksa and A. Wibolo, "Experimental analysis of fluids discharge in cooling tower condenser distillation model," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Mar. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1450/1/012093.
- [14] N. P. Agus Surya, I. Budiarsa, I. Antara, and B. Jimbaran Bali Abstrak, "Sifat Mekanis Sambungan Dissimilar sStainless Steel 304-Baja Karbon ST 37 Dengan Variasi Diameter Spot Welding Electrode Taper," *J. Ilm. Tek. DESAIN Mek.*, vol. 9, no. 1, pp. 858–862, 2020.
- [15] A. Wibowo, *Fisika Teknik*, Pertama. Semarang: Universitas Sains dan teknologi Komputer, 2022.
- [16] Hudiono and P. I. Santoso, "Pengaruh Besarnya Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Pada Sambungan Plat A36 Pada Pembuatan Pelat Baja Badan Kapal," *Pros. Semin. Teknol. Kebumihan Dan Kelaut. (SEMITAN II)*, vol. 2, no. 1, pp. 5–9, 2020.