

PENGARUH DURASI LAS GESEK TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA AS STAINLESS STEEL 304

Khosiq Roviqi¹, Unung Lesmanah², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang

email:21801052072@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

email:ununglesmanah@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

email:artonor@unisma.ac.id

ABSTRACT

The increasing development of metal-based construction is aligned with the growing use of welding techniques. Friction welding is an innovative welding method used in the industry to join two or more stainless steel materials without using filler metal or melting. As a result, friction welding produces strong and high-quality joints. This study was conducted to determine the effect of varying welding durations on the tensile strength and hardness values of the weld metal and heat-affected zone (HAZ), by varying the welding duration. The welding durations used were 30, 40, and 50 seconds, with a machine rotation speed of 1350 rpm. The material used in this research was 304 stainless steel shaft. The results showed that from the three tests conducted—tensile strength test, weld metal hardness test, and HAZ hardness test—the 50-second welding duration produced the highest values, while the 30-second duration showed the lowest. It can be concluded that the longer the welding duration, the higher the tensile strength, weld metal hardness, and HAZ hardness values.

Keywords: *As Stainless Steel 304, Friction Welding, Welding Duration, Tensile Strength, Hardness.*

ABSTRAK

Meningkatnya pembangunan konstruksi berbahan logam, selaras dengan peningkatan penggunaan teknik pengelasan. Las gesek merupakan metode pengelasan inovatif yang digunakan dalam industri untuk menggabungkan dua atau lebih bahan logam stainless steel tanpa menggunakan logam pengisi atau leleh, oleh karenanya pengelasan gesek menghasilkan sambungan kuat, dan berkualitas tinggi. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi durasi pengelasan terhadap kekuatan tarik dan nilai kekerasan weld metal dan HAZ, dengan memvariasikan durasi pengelasan. Durasi pengelasan yang digunakan yakni 30, 40, dan 50 detik, dengan kecepatan putaran mesin 1350 rpm. Penelitian ini menggunakan material As stainless steel 304. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga pengujian yang dilakukan yakni uji tarik, uji kekerasan weld metal, dan uji kekerasan HAZ, durasi pengelasan 50 detik menunjukkan nilai tertinggi, sedangkan nilai terendah ditunjukkan durasi pengelasan 30 detik. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi pengelasan yang dilakukan maka dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik, nilai kekerasan *weld metal*, dan nilai kekerasan *HAZ*.

Kata Kunci: Durasi pengelasan, Las gesek, Kekuatan tarik, Kekerasan, As Stainless Steel 304.

PENDAHULUAN

Las gesek atau Friction Welding adalah pengelasan dengan menimbulkan panas dengan cara putaran disertai tekanan. Dalam artian las gesek berarti pengelasan dimana adanya terjadi perubahan energi mekanis menjadi panas dengan cara menggesekkan dua permukaan yang di las hingga mencapai temperatur tertentu.. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batan logam dengan menggunakan energi panas. (Sultoni, et al, 2019)

Pengelasan gesek adalah proses pengelasan keadaan padat atau tanpa logam pengisi. Metode ini bergantung pada konversi energi mekanik ke energi termal untuk membentuk pengelasan, tanpa aplikasi dari sumber panas lain. Panas untuk pengelasan dihasilkan oleh gerakan relatif dari dua antarmuka yang tersambung. Penyambungan terjadi antara dua permukaan bahan yang saling bergesekan, salah satu berputar sedang lainnya diam, lalu dikontakkan oleh gaya tekan aksial. Gesekan pada kedua permukaan kontak dilakukan secara kontinyu, sehingga panas yang ditimbulkan oleh gesekan akan terus meningkat sampai mendekati titik lebur logam sehingga terjadi flash. Dengan gaya tekan dan panas pada kedua permukaan hingga pertemuan kedua bahan mencapai suhu leleh (*melting temperature*) maka terjadilah proses las. (Faruq & Rasyid, 2020).

Friction welding dipengaruhi oleh 5 faktor yaitu, Kecepatan relatif antar permukaan, Tekanan yang dikenakan, Temperatur yang terbentuk pada permukaan, Sifat dari material, Kondisi permukaan. (Kurniawan & Yohanes, 2019).

Pengujian Tarik adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu material dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan

pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Wahidmurni, 2017)

Konsep umum tentang kekerasan sebagai penentu kualitas suatu bahan mempunyai kaitan erat dengan kekakuan dan kekompakan permukaan suatu meterial. Ada banyak metode yang dikembangkan dalam menentukan harga kekerasan ini. Sehingga arti fisik dari kekerasan tidak mudah dipahami bersama. Pengertian tentang kekerasan ini bergantung pada pengalaman dan profesi setiap orang. Pengujian kekerasan dibagi menjadi tiga jenis; Brinell, Vickers dan Rockwell. Metode *Brinell* dan *Vickers* menentukan angka kekerasannya dengan menitikberatkan pada perhitungan kekuatan bahan terhadap daya luas penampang yang menerima pembebanan, sedangkan pada metode *Rockwell* ditentukan dengan menitikberatkan pada kedalaman indentor pada benda uji (Upara & Meindra, 2019).

Stainless steel atau baja tahan karat adalah baja paduan yang memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh oksidasi dan korosi (karat). Stainless steel didapat dengan menambahkan unsur Chromium (Cr) pada baja, minimum sejumlah 12%. Unsur Cr ini akan bereaksi dengan oksigen yang ada di udara (atmosfer) dan membentuk lapisan Cr-oksida yang sangat tipis. Lapisan ini kedap dan kuat sehingga berfungsi sebagai pelindung permukaan logam di bawahnya, lapisan tersebut akan mencegah proses korosi (karat) berkelanjutan. Lapisan ini dapat dikatakan permanen, karena jika lapisan tersebut rusak misalkan akibat goresan, maka akan segera terbentuk lapisan Cr-oksida yang baru.

Stainless steel tipe 304 merupakan jenis baja tahan karat yang serbaguna dan paling banyak digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relative terjangkau. Stainless steel tipe 304 ini banyak digunakan dalam dunia industri maupun skala kecil. Penggunaannya antara lain untuk: tanki dan container untuk berbagai macam cairan dan padatan, peralatan pertambangan, kimia,

makanan, dan industri farmasi. (Sumarji, 2011).

Maka dari itu penelitian ini berfokus pada kekuatan tarik dan kekerasan As stainless steel 304 setelah dilakukan proses pengelasan gesek dengan memvariasikan durasi pengelasan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, yang mana bertujuan untuk mengetahui hasil dari sambungan pengelasan las gesek pada material As stainless steel 304 dengan durasi pengelasan yang berbeda. Hasil pengelasan akan diuji dengan metode uji tarik dan kekerasan.

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi durasi pengelasan yang terdiri dari 30 detik, 40 detik, dan 50 detik .

2. Variabel Terikat

Variable terikat dalam penelitian ini adalah nilai uji tarik dan kekerasan hasil pengelasan gesek.

3. Variabel terkontrol

Variable terkontrol yang ada di penelitian ini adalah kecepatan putar mesin 1350 rpm, menggunakan As stainless steel 304, menggunakan las gesek, dan kecepatan tekanan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

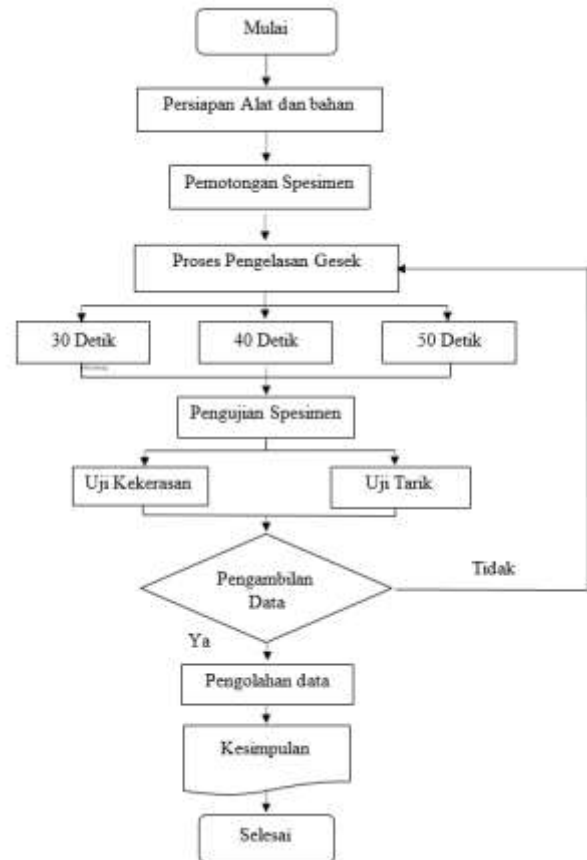
Alat Penelitian

- Mesin las gesek
- Meteran
- Jangka sorong
- Gerinda potong
- Stopwatch
- Mesin poles gerinda duduk
- Mesin uji tarik
- Mesin uji kekerasan

Bahan Penelitian

- As stainless steel

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Desain spesimen uji kekerasan
(Sumber: Desain Pribadi, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Tarik

Hasil dari pengujian tarik pada masing-masing variasi durasi pengelasan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Data Pengujian Tarik

Pengulangan	Durasi Pengelasan		
	30 detik	40 detik	50 detik
1	59,2 MPa	174,25 Mpa	288,97 MPa
2	35,59 MPa	298,09 MPa	476,35 MPa
3	46,56 MPa	211,97 Mpa	614,64 MPa
Jumlah	141,35 MPa	684,31 Mpa	1379,96 MPa
Rata-Rata	47,12 MPa	228,10 MPa	459,99 MPa

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

2. Grafik Hasil Pengujian Tarik



Gambar 2. Grafik nilai uji tarik & regresi linier
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Ditinjau dari grafik nilai uji tarik dengan menggunakan variasi durasi pengelasan, dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi pengelasan maka meningkatkan nilai kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada durasi pengelasan 50 detik dengan nilai kekuatan tarik sebesar 459,99 MPa, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah didapat pada durasi pengelasan 30 detik dengan nilai kekuatan tarik sebesar 47,12 MPa.

Berdasarkan analisis regresi linier didapat persamaan sebesar $Y = -580,67 + 20,644x$, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,995. Chin (1998) mengkategorikan nilai R^2 ke dalam 3 kategori, kuat (0,68-1,00), moderat (0,33-0,67), dan lemah (0,19-0,32). Oleh karenanya, berdasarkan kategori tersebut, perlakuan durasi pengelasan memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai kekuatan uji tarik.

3. Hasil Perhitungan Statistik Uji Tarik

Tabel 2. Analisis Varian (ANOVA) Uji Tarik

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	256987,69	128493,85	12,48	5,14
Error	6	61769,89	10294,98		
Total	8	318757,58			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Berdasarkan Tabel 2 di atas, dapat disimpulkan bahwa $F_{hit} = 12,48 > F_{0,05(2;6)} = 5,14$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji tarik untuk

ketiga variasi durasi pengelasan yang digunakan.

4. Hasil Pengujian Kekerasan Weld Metal

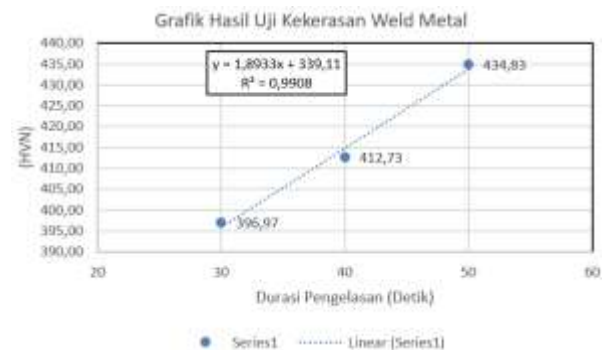
Hasil dari pengujian kekerasan *weld metal* pada masing-masing variasi durasi pengelasan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Data Pengujian Kekerasan *Weld Metal*

Pengulangan	Durasi Pengelasan		
	30 detik	40 detik	50 detik
1	397,2	412	433,8
2	398,5	408,4	427,5
3	395,2	417,8	443,2
Jumlah	1190,90	1238,20	1304,50
Rata-Rata	396,97	412,73	434,83

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

5. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Weld Metal



Gambar 3. Grafik nilai uji kekerasan & Regresi Linear Pada Titik *Weld Metal*

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Ditinjau dari grafik nilai uji kekerasan *weld metal* dengan menggunakan variasi durasi pengelasan, dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi pengelasan maka meningkatkan nilai kekuatan kekerasan *weld metal*. Nilai kekuatan kekerasan *weld metal* tertinggi didapat pada durasi pengelasan 50 detik dengan nilai kekuatan kekerasan *weld metal* sebesar 434,83 HVN, sedangkan nilai kekuatan kekerasan *weld metal* terendah didapat pada durasi pengelasan 30 detik dengan nilai kekuatan kekerasan *weld metal* sebesar 396,97 HVN.

Berdasarkan analisis regresi linier didapat persamaan sebesar $Y = 339,11 + 1,8933x$,

dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9908. Oleh karenanya, dapat disimpulkan bahwa perlakuan durasi pengelasan memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai kekuatan uji kekerasan weld metal.

6. Hasil Perhitungan Statistik Uji Kekerasan Weld Metal

Tabel 4. Analisis Varian (ANOVA) Uji Kekerasan Weld Metal

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	2170,88	1085,44	37,14	5,14
Error	6	175,36	29,23		
Total	8	2346,24			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Berdasarkan Tabel 4 di atas, dapat disimpulkan bahwa $F_{hit} = 37,14 > F_{0,05(2;6)} = 5,14$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan weld metal untuk ketiga variasi durasi pengelasan yang digunakan.

7. Hasil Pengujian Kekerasan HAZ

Hasil dari pengujian kekerasan HAZ pada masing-masing variasi durasi pengelasan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Data Pengujian Kekerasan HAZ

Pengulangan	Durasi Pengelasan		
	30 detik	40 detik	50 detik
1	328,7	340,3	356,9
2	294,5	331,6	371,3
3	315,3	370,2	364,5
Jumlah	938,50	1042,10	1092,70
Rata-Rata	312,83	347,37	364,23

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

8. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan HAZ



Gambar 4. Grafik nilai uji kekerasan & Regresi Linear Pada Titik HAZI
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Ditinjau dari grafik nilai uji kekerasan HAZ dengan menggunakan variasi durasi pengelasan, dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi pengelasan maka meningkatkan nilai kekuatan kekerasan HAZ. Nilai kekuatan kekerasan HAZ tertinggi didapat pada durasi pengelasan 50 detik dengan nilai kekuatan kekerasan HAZ sebesar 364,23 HVN, sedangkan nilai kekuatan kekerasan HAZ terendah didapat pada durasi pengelasan 30 detik dengan nilai kekuatan kekerasan HAZ sebesar 312,83 HVN.

Berdasarkan analisis regresi linear didapat persamaan sebesar $Y = 238,68 + 2,57x$, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9621. Oleh karenanya, dapat disimpulkan bahwa perlakuan durasi pengelasan memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai kekuatan uji kekerasan HAZ.

9. Hasil Perhitungan Statistik Uji Kekerasan HAZ

Tabel 6. Analisis Varian (ANOVA) Uji Kekerasan HAZ

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	4119,00	2059,50	8,14	5,14
Error	6	1517,62	252,94		
Total	8	5636,62			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Berdasarkan Tabel 6 di atas, dapat disimpulkan bahwa $F_{hit} = 8,14 > F_{0,05(2;6)} = 5,14$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan HAZ untuk ketiga variasi durasi pengelasan yang digunakan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, tentang pengaruh variasi durasi pengelasan terhadap kekuatan tarik dan nilai kekerasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Durasi pengelasan berpengaruh nyata terhadap nilai kekerasan weld metal dan HAZ pada As stainless steel 304. Pada weld

metal didapat persamaan sebesar $Y = 339,11 + 1,8933x$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0,9908, oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa durasi pengelasan berpengaruh kuat terhadap nilai kekerasan weld metal. Nilai kekerasan weld metal tertinggi didapat pada durasi pengelasan 50 detik yakni 434,83 HVN. Sedangkan pada HAZ didapat persamaan sebesar $Y = 238,68 + 2,57x$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0,9621, oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa durasi pengelasan berpengaruh kuat terhadap nilai kekerasan HAZ. Nilai kekerasan HAZ tertinggi didapat pada durasi pengelasan 50 detik yakni 364,23 HVN.

2. Durasi pengelasan berpengaruh nyata terhadap nilai kekuatan tarik pada As stainless steel 304. Didapat persamaan sebesar $Y = -580,67 + 20,644x$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0,995, oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa durasi pengelasan berpengaruh kuat terhadap nilai kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada durasi pengelasan 50 detik yakni 459,99 MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada keluarga tercinta atas dukungan, materi, usaha dan doa, serta kepada Ibu Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T. dan Bapak Artono Raharjo, S.T., M.T. yang telah memberikan ilmu, doa, bimbingan dan nasehat semaksimal mungkin, tak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada teman-teman semua yang selalu meendukung disetiap kegiatan penulis.

Daftar Pustaka

- Chin, W. W. 1998. The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. *Modern Methods for Business Research*, 295, 336
- Faruq, A., & Rasyid, A. (2020). Pengaruh Sudut Chamfer Male – Female Dan Tekanan Gesek Pada Proses Friction Welding Baja Karbon S45c Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Unesa*, 1(1), 0–216.
- Kurniawan, R., & Yohanes. (2019). *Studi Performansi Las Gesek Rotary Pada Penyambungan mildsteeldenganstainless Steel 201*. 6, 1–7.
- Sumarji. (2011). Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan Ph. *Jurnal ROTOR*, 4(1), 1–8.
- Sultoni, N. Finahari, & M. A. Sahbana. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las SMAW (DC). *Proton*, 11(1), 35-42.
- Upa, N., & Meindra, A. (2019). Analisis Kekuatan Sambungan Las Gesek Rotary Material Bronze Dengan Stainless Steel Berdasarkan Standard ASME. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, D14.1-D14.10.