

# Pengaruh durasi waktu pengelasan pada proses las gesek terhadap sifat mekanik material AISI 1045

Andi Suhendar, \*Mawardi, Akhyar Ibrahim  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Lhokseumawe, 24301, Indonesia  
\*Corresponding author: mawardi@pnl.ac.id

## Abstrak

Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industri dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan industri. Salah satu jenis pengelasan yang ada saat ini adalah las gesek (friction welding). Teknologi las gesek (friction welding) merupakan salah satu metode proses pengelasan jenis *solid state welding* dimana sumber panas ditimbulkan oleh dua logam yang bergesekan tanpa merupakan adanya logam tambah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu pengelasan terhadap sifat mekanik material AISI 1045. Metode yang dilakukan adalah dengan mengkombinasikan panas dan tekanan tanpa maka dua buah logam akan tersambung dengan baik. Selanjutnya melakukan variasi waktu pengelasan selama 1 menit, 1,5 menit, dan 2 menit dengan putaran 2500 rpm. Setelah melakukan pengelasan gesek, masing-masing spesimen akan dilakukan pengujian tarik (tensile test). Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses pengelasan gesek menggunakan waktu 1 menit memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu 709,44 Mpa, selanjutnya diikuti oleh waktu 1,5 menit yaitu 439,64 Mpa, dan selanjutnya diikuti oleh waktu 2 menit yaitu 145,79 Mpa. Dan selanjutnya untuk nilai kekerasan rata-rata pada waktu 1 menit yaitu 74,20 HRC pada daerah stir zone, selanjutnya untuk waktu 1,5 menit diperoleh nilai kekerasan rata-rata yaitu 68,90 HRC pada daerah stir zone. Sedangkan waktu 2 menit diperoleh nilai kekerasan Rockwell sebesar 67,00 HRC. Dari hasil data penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa besarnya putaran dan waktu las mempengaruhi sifat mekanik pada hasil pengelasan.

**Kata Kunci :** Friction Welding, AISI 1045, Waktu Gesek, Pengujian Tarik, Kekerasan Rockwell.

## Abstract

*Welding is an important process in the industrial world and is an integral part of industrial growth. One type of welding that exists today is friction welding. Friction welding technology is a method of solid state welding where the heat source is generated by two metals rubbing together without any added metal. The purpose of this research is to determine the effect of welding time on the mechanical properties of the AISI 1045 material. The method used is to combine heat and pressure without the two metals being properly connected. Next, vary the welding time for 1 minute, 1.5 minutes, and 2 minutes with a rotation of 2500 rpm. After performing friction welding, each specimen will be subjected to a tensile test. From the research data shows that the friction welding process using 1 minute has the highest tensile strength value, namely 709.44 Mpa, then followed by 1.5 minutes, namely 439.64 Mpa, and then followed by 2 minutes, namely 145.79 Mpa. And then for the average hardness value at 1 minute is 74.20 HRC in the stir zone area, then for 1.5 minutes the average hardness value is 68.90 HRC in the stir zone area. Meanwhile, in 2 minutes, the Rockwell hardness value was 67.00 HRC. From the results of the research data, it can be concluded that the magnitude of the rotation and welding time affect the mechanical properties of the welding results.*

**Keywords:** Friction Welding, AISI 1045, Friction Time, Tensile Testing, Rockwell Hardness

## 1 Pendahuluan

Salah satu cabang ilmu yang dipelajari pada teknik mesin adalah teknik pengelasan logam. Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi pengelasan telah mengalami perkembangan dengan pesat. Ditemukannya metode-metode baru untuk mengatasi permasalahan dalam proses penyambungan material merupakan petunjuk adanya perkembangan dalam teknologi pengelasan. Salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*).

Pengelasan gesek merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan

logam yang sulit dilakukan dengan pengelasan cair (*fusion welding*). Pada pengelasan gesek proses penyambungan logamnya tanpa pencairan (*solid state*) yang mana proses pengelasan terjadi sebagai akibat penggabungan antara laju putaran salah satu benda kerja yang berputar. Gesekan yang diakibatkan oleh pertemuan kedua benda kerja tersebut akan menghasilkan panas yang dapat melumerkan kedua ujung benda kerja yang bergesekan sehingga mampu melumer dan akhirnya terjadi proses penyambungan.

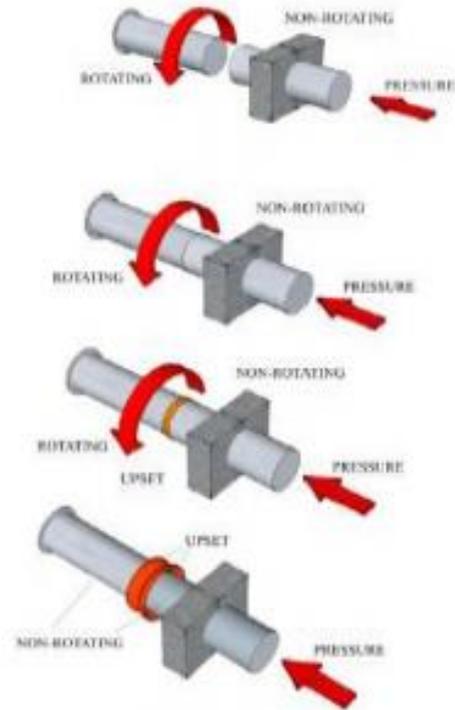
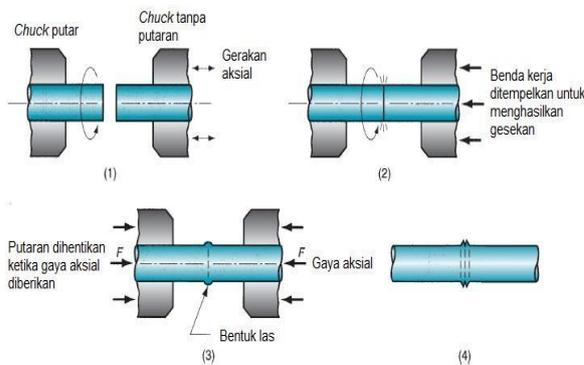
Friction Welding merupakan sebuah metode pengelasan yang telah ditemukan dan dikembangkan seorang ahli mesin dari Uni Sovyet,

AL Chudikov pada tahun 1950. Ia mengemukakan hasil pengamatannya tentang teori tenaga mekanik dapat diubah menjadi energi panas. Gesekan yang terjadi pada bagian-bagian mesin yang bergerak menimbulkan banyak kerugian karena sebagian tenaga mekanik yang dihasilkan berubah menjadi panas. Chudikov berpendapat, proses demikian mestinya bisa dipakai pada proses pengelasan. Setelah melalui percobaan dan penelitian dia berhasil mengelas dengan memanfaatkan panas yang terjadi akibat gesekan. Untuk memperbesar panas yang terjadi, benda yang dilas tidak hanya diputar, tetapi juga ditekan satu terhadap yang lain. Tekanan juga berfungsi mempercepat fusi[1].

Keuntungan menggunakan proses penyambungan dengan las *friction welding* antara lain kebersihan permukaan sambungan tidak diperlukan, karena selama proses *friction* permukaan akan terkelupas dan terdeformasi kebagian luar. Tidak memerlukan logam pengisi, pelindung flux dan gas pelindung selama proses. Tidak terdapat cacat akibat fenomena pencairan dan pembekuan. Dimungkinkan untuk menyambung dua material logam yang berbeda. Ongkos pengerjaan lebih ringan.

Namun *friction welding* memiliki keterbatasan yaitu Benda yang disambung harus simetris Proses umumnya terbatas pada permukaan plat dan bentuk batang bulat. Salah satu material yang disambung harus memiliki sifat mampu dideformasi secara plastis. [2].

Pada tahun 1950, *AL Chudikov* seorang ahli mesin dari Uni Sovyet, mengemukakan hasil pengamatannya tentang teori tenaga mekanik dapat diubah menjadi energi panas. Gesekan yang terjadi pada bagian-bagian mesin yang bergerak menimbulkan banyak kerugian karena sebagian tenaga mekanik yang dihasilkan berubah menjadi panas. *Chudikov* berpendapat, proses demikian mestinya bisa dipakai pada proses pengelasan. Setelah melalui percobaan dan penelitian dia berhasil mengelas dengan memanfaatkan panas yang terjadi akibat gesekan.[3]



Gambar 1. Proses friction Welding[3]

### 1.1 Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon kelas menengah. AISI sendiri merupakan standarisasi baja American Iron and Steel Institute dengan kode 1045, 1045 menunjukkan bahwa 45 adalah kandungan atau kadar karbon pada baja tersebut yaitu 0,45 %. Sifat mekanik dari baja AISI 1045 sangat baik dimana baja AISI 1045 memiliki karakter sifat mekanik yang mampu las, mesin, serta tingkat kekerasan dan ketahanan aus yang baik.[4].

Tabel 1. Sifat-sifat mekanik pada baja AISI 1045

SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1045	SATUAN
Berat Spesifik	7.7 – 8.03 ( x1000kg/m <sup>3</sup> )
Modulus Elastisitas	190 – 210 Gpa
Kekuatan geser	505 Mpa
Kekuatan Tarik	585 Mpa
Kekerasan	179.8
Elongation	12 M

Beberapa penelitian sudah dilakukan tentang las gesek ini untuk mendapatkan nilai parameter yang sesuai seperti yang dilakukan oleh Wahyu Nugroho dalam penelitiannya yang berjudul Pengaruh Durasi Gesek Tekanan gesek dan Tekanan Tempa terhadap Kekuatan Sambungan Lasan Gesek DirectDrive pada Baja Karbon AISI 1045 menjelaskan tentang pengaruh durasi gesek tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap kekuatan tarik las gesek pada material baja karbon AISI 1045, dimana didapatkan kekuatan

tarik meningkat seiring dengan bertambahnya durasi gesek, tekanan gesek, dan tekanan tempa. Hal ini disebabkan tekanan gesek dan durasi gesekan yang dilakukan sudah mencapai temperature tempa, sehingga tekanan tempa sebagai fungsi meningkatkan temperatur dan penyambungan dapat melakukan ikatan yang sangat baik[5]. Sedangkan pengaruh durasi gesek, tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap kekuatan impak las gesek pada baja karbon AISI 1045 belum diteliti. Selain Wahyu Nugroho juga peneliti lain sudah melakukan penelitian tentang las gesek dengan variasi parameter dan berbagai material lainnya.[6][7][8][9][10]

Berdasarkan permasalahan diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu pengelasan terhadap sifat mekanik material AISI 1045.

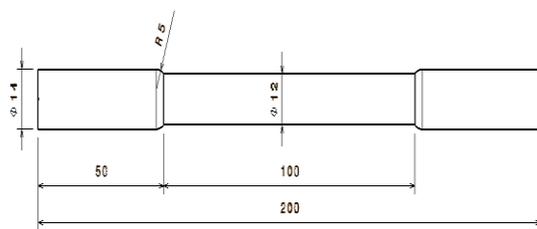
## 2. Metodologi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AISI 1045. Baja karbon AISI 1045 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah (0,43-0,50 % C berat) yang banyak digunakan dipasaran karena banyak memiliki keunggulan. Baja ini memiliki karakteristik : sifat mampu mesin yang baik. Wear resistance-nya baik, dan sifat mekaniknya menengah. Baja AISI 1045 dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Baja AISI 1045

Persiapan spesimen uji merupakan langkah awal dari penelitian ini. Pemilihan material spesimen uji dalam penelitian ini adalah AISI 1045 dapat dilihat pada Gambar 4.

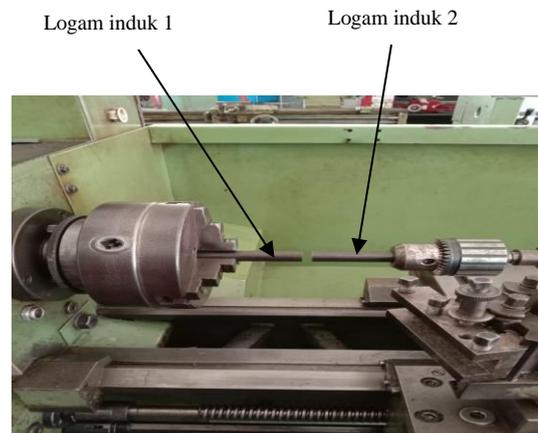


**Gambar 4.** Spesimen Uji

Langkah – Langkah melakukan las gesek adalah hal pertama melakukan pemotongan baja AISI 1045 dengan ukuran diameter antara 16 mm × 200 mm. Menyeting mesin bubut untuk pelaksanaan las gesek. Memasang kedua benda kerja pada kedua

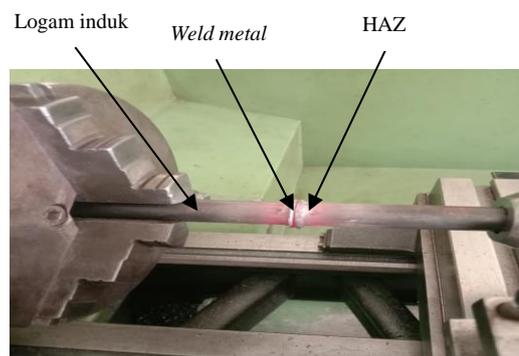
cekam. Menghidupkan mesin sehingga benda kerja berputar. Memberikan penekanan aksial pada benda kerja. Melakukan pengereman pada waktu yang ditentukan. Melepas benda yang disambung dari kedua cekam.

Proses pengelasan dilakukan di mesin bubut konvensional dengan variabel tetap yaitu putaran (rpm) spindle dengan kecepatan 2500 rpm dan variabel bebas yaitu waktu gesekan dengan variasi waktu 1 menit, 1,5 menit dan 2 menit seperti pada gambar 5 berikut



**Gambar 5.** Proses las gesek

Adapun langkahnya adalah material AISI 1045 dipasang pada chuck dan menjadi bagian yang berputar, sedangkan material satu lagi dipasang di chuck bor dan menjadi bagian yang diam. Kemudian bagian yang dipasang pada chuck diputar dengan kecepatan putaran yang telah ditentukan. Spindel diputar dengan kecepatan 2500 rpm, kemudian bagian yang diam ditekan ke bagian yang berputar hingga mencapai titik lebur, setelah mencapai waktu yang ditentukan mesin dimatikan seperti pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Hasil las gesek

### Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Setelah proses pengelasan gesek dilakukan, maka dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji tarik sesuai standar ASTM E8 [11]. Langkah-langkah pembuatannya yaitu meratakan hasil pengelasan gerak menggunakan mesin bubut. Membubut

spesimen yang awalnya berdiameter 16 mm menjadi 12 sepanjang 200 mm dan membuat radius 5 mm disetiap ujung spesimen. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Spesimen uji tarik

### Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell, menyiapkan bahan spesimen yang akan di uji, memasang *indentordiamond* 120<sup>0</sup> dengan cincin (*ring*) ke *plunger rod*. Beban yang digunakan sebesar 150 kg yang ditandai dengan angka 3 atau titik merah pada skala *minor*.

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1 Data Hasil Pengujian Tarik

Setelah melakukan pengelasan menggunakan mesin bubut makan selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari material yang telah di las.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tarik

NO	Putaran	Waktu	Force Ultima (Kgf)	$\sigma_u$ (Mp)	$\epsilon$ (%)
O	Baja tanpa pengelasan gesek		7937,66	700,18	21,58
A	2500 rpm	1 menit	3548,41	307,81	2,48
	2500 rpm	1 menit	8178,20	709,44	20,17
	2500 rpm	1 menit	4114,40	356,91	2,81
B	2500 rpm	1,5 menit	5068,09	439,64	3,80
	2500 rpm	1,5 menit	4793,59	415,83	3,55
	2500 rpm	1,5 menit	3299,38	286,21	2,40
C	2500 rpm	2 menit	6361,38	551,83	7,44
	2500 rpm	2 menit	2373,98	205,93	1,57
	2500 rpm	2 menit	1680,65	145,79	1,07

Dari uraian data diatas agar lebih tergambar, dibuat dalam bentuk grafik yang menggambarkan hubungan antara lama waktu penekanan, kekuatan dengan tegangan tarik maksimum sebagai berikut :

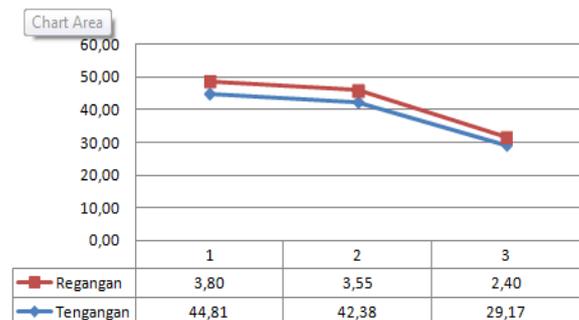
Putaran 2500 dengan waktu gesek 1 menit



Gambar 8. Tegangan ultimate dan Regangan pada putaran 2500 rpm dengan variasi waktu 1 menit

Berdasarkan grafik diatas, pada sampel uji A (2500 rpm) dengan waktu penekanan pada sampel selama 1 menit, sampel yang digunakan ada 3 sampel (A1,A2,A3), dimana kekuatan tarik pada sampel A1 sebesar 31,37 Kgf/mm<sup>2</sup>, sampel A2 72,31 Kgf/mm<sup>2</sup> dan sampel A3 36,38 Kgf/mm<sup>2</sup>, bedasarkan hasil ke 3 sampel tersebut, pada sampel 1 dan ke 3 nilai kekuatan tarik yang didapati hampir sama tetapi pada sampel ke 2 didapati hasil kekuatan tarik yang dialami lebih tinggi dari 2 sampel sebelumnya, dengan kata lain sampel A2 memiliki kekuatan tarik yang lebih besar diantara ke 3 sampel tersebut. Pada hasil patahan sampel 1 dan 3 pada putaran 2500 Rpm material friction welding mengalami patah getas, sedangkan pada sampel 2 pada putaran 2500 material friction welding mengalami patah ulet, Pada kondisi ini las mengalami patah ulet sehingga hasilnya baik setelah di uji tarik.

Putaran 2500 dengan waktu gesek 1,5 menit

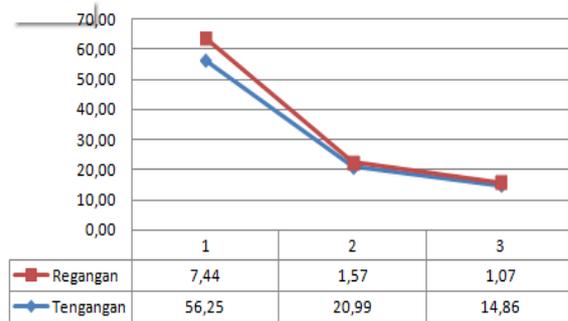


Gambar 9. Tegangan ultimate dan Regangan pada putaran 2500 rpm dengan variasi waktu 1,5 menit

Berdasarkan grafik diatas, pada sampel uji A (2500 rpm) dengan waktu penekanan pada sampel selama 1,5 menit, sampel yang digunakan ada 3 sampel (A1,A2,A3), dimana kekuatan tarik pada sampel A1 sebesar 44,81 Kgf/mm<sup>2</sup>, sampel A2 42,38 Kgf/mm<sup>2</sup> dan sampel A3 29,17 Kgf/mm<sup>2</sup>, bedasarkan hasil ke 3 sampel tersebut, pada sampel 1 dan ke 2 nilai kekuatan tarik yang didapati hampir sama tetapi pada sampel ke 3 didapati hasil kekuatan tarik yang dialami lebih rendah dari 2 sampel sebelumnya, dengan kata lain sampel A3 memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah diantara ke 3

semple tersebut. Pada hasil patahan putaran 2500 Rpm material friction welding mengalami patah getas, Pada kondisi ini las mengalami patah getas sehingga hasilnya kurang baik setelah di uji tarik.

**Putaran 2500 dengan waktu gesek 2 menit**



**Gambar 10.** Tegangan ultimate dan Regangan pada putaran 2500 rpm dengan variasi waktu 2 menit

Berdasarkan grafik diatas, pada sampel uji A (2500 rpm) dengan waktu penekanan pada sampel selama 2 menit, sampel yang digunakan ada 3 sampel (A1,A2,A3), dimana kekuatan tarik pada sampel A1 sebesar 56,25 Kgf/mm<sup>2</sup>, sampel A2 20,99 Kgf/mm<sup>2</sup> dan sampel A3 14,86 Kgf/mm<sup>2</sup>, bedasarkan hasil ke 3 sampel tersebut, pada sampel 2 dan ke 3 nilai kekuatan tarik yang diperoleh hampir sama tetapi pada sampel ke 1 diperoleh hasil kekuatan tarik yang dialami lebih tinggi dari 2 sampel sebelum nya, dengan kata lain sampel A1 memiliki kekuatan tarik yang lebih besar diantara ke 3 sampel tersebut. Pada hasil patahan pada putaran 2500 Rpm material *friction welding* mengalami patah getas, Pada kondisi ini las mengalami patah getas sehingga hasilnya kurang baik setelah di uji tarik. Pengujian tarik ini perlu dilakukan untuk melihat duktiliti atau keuletan suatu material apakah bersifat ulet atau getas, sehingga diketahui kekuatan material tersebut terhadap beban statis atau dinamis yang terjadi

### 3.2 Hasil Patahan Uji Tarik

Hasil patahan uji Tarik dapat dilihat seperti gambar dibawah ini yang menunjukkan sifat mekanik dari material



**Gambar 11.** Hasil patahan waktu 1 menit



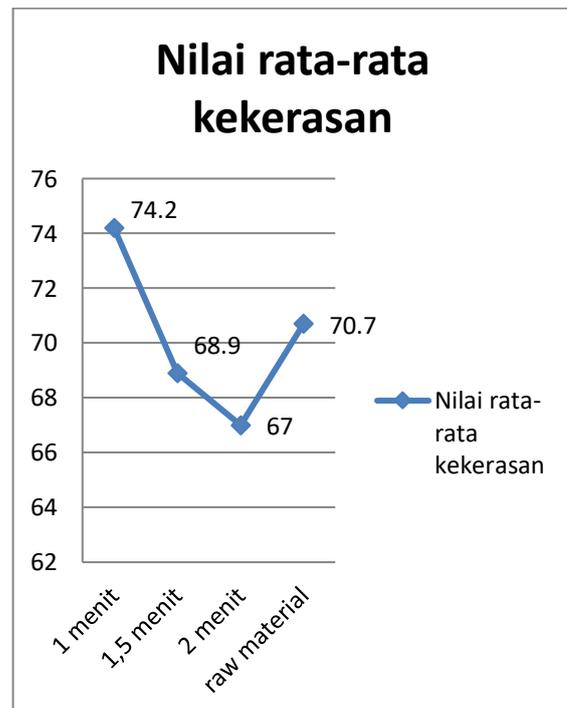
**Gambar 12.** Hasil patahan waktu 1,5 menit



**Gambar 13.** Hasil patahan waktu 2 menit

### 3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Setelah dilakukan pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* maka didapat hasil kekerasan seperti berikut ini



**Gambar 14.** Nilai rata-rata kekerasan

Nilai rata-rata yang didapat pada pengujian waktu 1 menit 74,20 HRC, pada waktu 1,5 menit 68,90 HRC, pada waktu 2 menit 67,00 dan *pada raw material* 70,70 HRC. Dari data diatas dapat kita bandingkan setiap waktu memiliki nilai yang agak berbeda, pada sampel 1,5, 2 menit dan raw material nilai kekerasan yang didapati hampir sama tetapi pada sampel ke 1 menit didapati hasil kekerasan yang dialami lebih tinggi dari 3 sampel sebelumnya, dengan kata lain sampel 1 menit memiliki kekerasan yang lebih besar diantara ke 4 sampel tersebut.

#### 4. Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian kekuatan tarik sambungan las gesek AISI 1045. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa proses penyambungan baja AISI 1045 dapat dilakukan dengan proses friction welding, perangkat yang digunakan yaitu mesin bubut maximat V13 dengan putaran 2500 Rpm. Dari data yang didapat spesimen durasi waktu 1 menit sebesar 72,31 kgf/mm<sup>2</sup> adalah yang terbaik dihasilkan pada proses friction welding dengan putaran 2500 rpm. Karena nilai tegangan maksimum base material yaitu 70,18 kgf/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian tarik diperoleh kekuatan sambungan baja karbon sedang yang disambung dengan friction welding yaitu kekuatan luluh 52,1 kgf/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan tarik maksimal 72,31 kgf/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian kekerasan yang tertinggi pada daerah sambungan terdapat pada variasi 1 menit yaitu sebesar 74,20 HRC, sedangkan nilai kekerasan terendah pada variasi waktu 2 menit yaitu sebesar 67,00 HRC. Hal ini disebabkan pengaruh waktu gesek pada saat proses pengelasan.

#### Referensi

- [1] P. Pujono, "Rancang Bangun Prototype Mesin Friction Welding," *Bangun Rekaprima Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa, Sos. dan Hum.*, vol. 5, no. 1, April, pp. 13–20, 2019
- [2] Tiwan & Ardian. *Penyambungan Baja AISI 1040 Batang Silinder Pejal Dengan Friction Welding*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. 2005
- [3] I. Sukmana, "Pengaruh waktu kontak terhadap kualitas sambungan hasil las gesek (Friction Welding) Magnesium AZ-31," *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 10, no. 1, pp. 4–7, 2017..
- [4] F. Yusman, "Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 1045," 2018.
- [5] W. Nugroho, "Pengaruh durasi gesekan, tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap kekuatan sambungan las gesek langsung pada baja karbon aisi 1045," *Tek. Mesin, FTI, ITS, Surabaya*, 2010
- [6] I. Sohabat, "ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK PADA SAMBUNGAN LAS GESEK DUA JENIS MATERIAL BAJA TAHAN KARAT SS 304 DENGAN BAJA KARBON ST 40." Universitas Wahid Hasyim Semarang, 2019.
- [7] B. L. Sunyoto, "Penerapan Teknologi Las Gesek Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah." 2017.
- [8] S. Prasetyono and H. Subiyanto, "Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek dan Tekanan Tempa Terhadap Impact Strength Sambungan Lasan Gesek Langsung Pada Baja Karbon AISI 1045," *J. Sains Dan Seni Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [9] N. Husodo, B. L. Sanyoto, S. B. Setyawati, and M. Mursid, "Penerapan teknologi las gesek (friction welding) dalam rangka penyambungan dua buah logam baja karbon St41 pada produk back spring pin," *J. Energy dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 1–94, 2013.
- [10] R. R. Sakura, S. Junus, G. Jatisukamto, and R. Septian, "Pengaruh Variasi Waktu Gesek Friction Welding pada Baja AISI 1045 dengan Sudut Chamfer 15o terhadap Sifat Mekaniknya," *Elem. J. Tek. MESIN*, vol. 4, no. 2, pp. 113–116, 2018.
- [11] ASTM/E8,1990, *Standart Tes Methods for Tension Testing of Methalic Materials*, American Society for Testing Methods, West Conshocken,p 1-4. 1990