

## ANALISA PROSES PENGELASAN GESEK PADA PENYAMBUNGAN BAJA AISI 1010 DAN AISI 1050 DENGAN VARIASI WAKTU DAN PUTARAN SPINDEL MENGGUNAKAN MESIN BUBUT

Himawan D Andana<sup>1</sup>, Yuni Hermawan<sup>2</sup>, Rahma Rei Sakura<sup>2</sup>, Muhammad Trifiannto<sup>2</sup>, Fahrur Rozy Hentihu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Tekni Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember

email: yunikaka@unej.ac.id

### ABSTRACT

*The development of the welding process in the current era is growing, especially in terms of components of building construction tools and machines. Friction welding is included in the type (solid state) or without filler metal (filler) in the process, the compressive force can be utilized from the friction obtained between the two workpieces to carry out the joining process. Friction welding is a solution to overcome problems that are difficult to solve using fusion welding, friction welding can be applied to two dissimilar metals while other welding methods are almost impossible. The purpose of this study was to analyze the friction welding process on AISI 1010 and AISI 1050 steel joints with variations in welding time and spindle rotation using a lathe. The combination of independent variables that can produce the highest tensile test value, namely spindle rotation of 1170 rpm and 50 seconds of welding time can produce a tensile test value of 42.55 kgf/mm<sup>2</sup>. Meanwhile, the combination of independent variables that produced the lowest tensile test value was the spindle rotation of 900 rpm and 70 seconds of welding time, namely 30.14 kgf/mm<sup>2</sup>. The most significant independent variable is spindle rotation with 80%.*

*Keywords: friction welding , welding time, spindle rotation*

### PENDAHULUAN

Pengembangan proses pengelasan pada era sekarang semakin berkembang terutama dalam hal komponen alat konstruksi bangunan dan mesin. Pengelasan merupakan salah satu bagian penting dalam proses manufaktur, dikarenakan proses pengelasan merupakan proses yang sering digunakan dan cukup penting dalam bidang rekayasa dan juga dalam bidang reparasi produksi logam. Prinsip proses pengelasan bertujuan untuk menyambungkan atau merakit (assembly) beberapa bagian untuk menjadi kesatuan dalam bentuk mesin. Komponen hasil dari proses pengecoran, pembentukan atau pemesinan digunakan dalam proses pengelasan atau perakitan sehingga membuat mesin menjadi lebih sederhana (Haryanto et al, 2011).

Banyak metode yang dapat digunakan dalam hal pengelasan, pemilihan proses pengelasan dapat dapat ditentukan berdasarkan pada penimbangan peningkatan kualitas, kecepatan produksi, pemilihan

bahan serta penghematan biaya produksi . Friction welding termasuk dalam jenis (solid state) atau tanpa logam pengisi (filler) dalam proses pengerjaannya, gaya tekan dapat dimanfaatkan dari gesekan yang didapatkan diantara kedua benda kerja untuk melakukan proses penyambungan. Pemanasan yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan gesek baja AISI 1050 adalah 250oC (Elkana,2020). Bahan yang paling sering digunakan pada pengelasan gesek adalah baja, alloy, strainless steel, dan aluminium. Las gesek merupakan solusi dalam mengatasi permasalahan yang sulit diselesaikan dengan menggunakan fusion welding , las gesek dapat diterapkan pada dua buah logam tidak sejenis sementara pada metode las lainnya hampir tidak mungkin.

Proses las gesek dapat dilakukan pada mesin bubut. Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda dengan cara diputar, namun juga bisa menjadi mesin untuk proses penggabungan (joining) bahan metal. Apabila mesin rotary friction welding hasil optimasi mesin bubut ini diterapkan, akan membawa banyak dampak

positif dimasyarakat yaitu untuk menunjang penyebaran teknologi las gesek dengan menggunakan mesin bubut salah satunya untuk menambah fungsi mesin bubut.

Pada penelitian sebelumnya pengelasan gesek baja AISI 1010 dan baja AISI 1050 hanya dilakukan pada material yang sejenis, sehingga pada penelitian ini ingin melakukan pengelasan pesek pada material beda jenis yaitu baja AISI 1010 dengan AISI 1050 menggunakan mesin bubut, menggunakan variasi lama pengelasan dan kecepatan putaran yang bervariasi. Penelitian ini menggunakan kecepatan putaran sebesar 900 Rpm, 1170 Rpm, dan 1800 Rpm. Proses pengelasan menggunakan material berupa baja AISI 1010 dan AISI 1050, serta variasi lama pengelasan 50 detik dan 70 detik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa proses pengelasan gesek pada penyambungan baja AISI 1010 dan AISI 1050 dengan variasi lama pengelasan dan putaran spindel menggunakan mesin bubut terhadap hasil uji tarik dan struktur mikro sambungan lasan.

## METODOLOGI

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kerja Logam Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian ini dilakukan mulai bulan februari sampai dengan bulan juli 2023.

### Alat dan Bahan

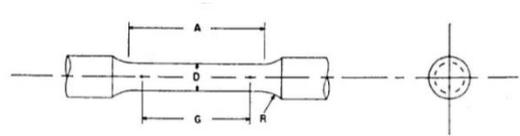
Pada penelitian ini, dipergunakan alat dan bahan untuk menyelesaikan penelitian sebagai berikut :

- Mesin Bubut GUT C6236x1000
- Kertas Gosok ( Amplas )
- Jangka Sorong
- Gerinda
- Stopwatch
- Flame gun
- Tang
- Mikroskop OLYMPUS BX41M
- Baja AISI 1010 dan AISI 1050
- Autosol

Penelitian dilakukan menggunakan metode ANOVA Faktorial untuk menganalisis nilai signifikan proses pengelasan las gesek pada baja AISI 1010 dan AISI 1050 dengan variasi lama pengelasan dan putaran spindel menggunakan mesin bubut. Data yang diperoleh diolah menggunakan metode ANOVA Faktorial yang kemudian dibuat menjadi bentuk grafik, sehingga dapat dianalisa perubahan kekuatan tarik maksimal dari masing-masing data.

### Spesimen Uji Tarik

Spesimen uji tarik berdasarkan ASTM E8 (Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials) memiliki ukuran gauge length spesimen sebesar 2 in. (50 mm), diameter spesimen uji sebesar 0,49 in. (12,5 mm), radius of fillet 0,39 in. (10 mm), dan Length of reduced section (A) sebesar 2,2 in. (56 mm) seperti Gambar 1 .



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Berdasarkan ASTM E8

### Proses Eksperimen

Proses pembuatan spesimen adalah sebagai berikut :

- Pemotongan Bahan
  - Persiapan alat dan bahan.  
Pemotongan material Baja AISI 1010 dan AISI 1050 dengan panjang 100 mm dan diameter 16 mm material satunya juga di potong dengan ukuran sama dengan spesimen satunya.
- Pengelasan Gesek
  - Persiapkan alat dan bahan.
  - Persiapkan mesin bubut dan melihat tabel putaran spindel sesuai dengan variasi yang ditentukan.



Gambar 2. Mesin bubut semi otomatis

- Mengatur putaran spindel, maka selanjutnya adalah memasang spesimen baja AISI 1050 ke cekam dan baja AISI 1010 di pasang ke kepala lepas/cekam satunya yang bergerak.
- Proses pemanasan awal selama 30 detik pada spesimen yang sudah di pasang di cekam.
- Proses pengelasan dengan variasi putaran spindel 900 rpm, 1170 rpm, dan 1800 rpm dan variasi lama pengelasan 50 detik, 70 detik.



Gambar 3. Proses pengelasan

- f. Menganalisis hasil pengelasan dengan pemanasan awal dan tekanan tetap.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data Hasil Pengujian Tarik



(a) 900 rpm

(b) 1170 rpm



(c) 1800 rpm

Gambar 4. Spesimen patahan hasil uji tarik

Ada beberapa jenis patahan yaitu patah getas / brittle fracture (gambar a dan c) dan patah ulet / ductile fracture (gambar b). Patah getas merupakan patah pada material yang diawali dengan terjadinya retak secara cepat tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat. Sedangkan patah ulet adalah patah yang disebabkan oleh beban statis yang diberikan, jika beban dihilangkan maka penjalaran retak akan berhenti. Hasil eksperimen pengelasan gesek baja AISI 1010 dan AISI 1050 yang didapatkan kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai stress ultimate dan strain ultimate. Contoh perhitungan stress ultimate dan strain ultimate dengan mengambil data

nomor 1 sebagai berikut :

Perhitungan Stress ultimate

$$\sigma = F/A_0$$

$$\sigma = 33857,04/122,66$$

$$\sigma = 276,03$$

Perhitungan Strain ultimate

$$\epsilon = (L-L_0)/L_0 \cdot 100\%$$

$$\epsilon = 7,25/50 \cdot 100\%$$

$$\epsilon = 14,5\%$$

Tabel 1. Data hasil perhitungan uji tarik

Putaran Spindel (rpm)	Lama pengelasan (s)	Tegangan Tarik (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata
900	50	28,14	30,14
	50	32,03	
	50	30,26	
	70	24,42	28,46
	70	35,86	
	70	25,09	
1170	50	43,01	42,55
	50	42,86	
	50	41,79	
	70	43,10	41,47
	70	41,50	
	70	39,81	
1800	50	39,05	36,8
	50	33,18	
	50	38,17	
	70	35,65	36,46
	70	36,28	
	70	37,44	

Variasi putaran spindel 900 rata-rata nilai tertinggi terdapat pada variasi lama pengelasan 50 detik yaitu 30,14 kgf/mm<sup>2</sup>, variasi putaran spindel 1170 rata-rata nilai tertinggi terdapat pada variasi lama pengelasan 50 detik yaitu 42,55 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada variasi putaran spindel 1800 rata-rata nilai tertinggi terdapat variasi lama pengelasan 50 detik yaitu 36,8 kgf/mm<sup>2</sup>.

#### Analisis Varian (ANOVA)

Perhitungan manual faktor koreksi, *Sum of square* faktor A, *Sum of square* total, jumlah kuadrat Interaksi lama pengelasan dan putaran spindel dan juga *Mean Square* faktor A pada ANOVA

Lama pengelasan	Putaran spindel			Total lama pengelasan
	900	1170	1800	
50	28,15	43,01	39,05	110,21
	32,03	42,86	33,18	108,07
	30,26	41,79	38,18	110,23
<b>Jumlah</b>	<b>90,44</b>	<b>127,66</b>	<b>110,41</b>	<b>328,51</b>
70	24,42	43,1	35,66	103,18
	35,86	41,5	36,28	113,64
	25,09	39,81	37,44	102,34
<b>jumlah</b>	<b>85,37</b>	<b>124,41</b>	<b>109,38</b>	<b>319,16</b>
<b>Total putaran spindel</b>	<b>175,81</b>	<b>252,07</b>	<b>219,79</b>	<b>647,67</b>
	<b>CF</b>			<b>23304,25</b>

**a. Hitung Faktor Koreksi**

$$CF = \frac{(Grand\ total)^2}{abr}$$

$$CF = \frac{(647,67)^2}{2.3.3}$$

$$CF = 23304,25$$

**b. Jumlah Kuadrat Variabel Bebas (Sum of square)**

$$SS_A = \sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A \times r} - CF$$

$$SS_A = \sum \frac{(328,51)^2 + (319,16)^2}{3 \times 3} - 23304,25$$

$$SS_A = 4,86$$

$$SS_B = \sum \frac{(\sum X_B)^2}{n_B \times r} - CF$$

$$SS_B = \sum \frac{(175,81)^2 + (252,07)^2 + (219,79)^2}{2 \times 3} - 23304,25$$

$$SS_B = 488,43$$

**c. Jumlah Kuadrat Total (Sum of Square Total)**

$$SS_i = \sum X_{total}^2 - CF$$

$$SS_i = \sum X_{total}^2 - 23304,25$$

$$SS_i = (28,15^2 + 32,03^2 + 30,26^2 + 43,01^2 + 42,86^2 + 41,79^2 + 39,05^2 + 33,18^2 + 38,18^2 + 24,42^2 + 35,86^2 + 25,09^2 + 43,1^2 + 41,5^2 + 39,81^2 + 35,66^2 + 36,28^2 + 37,44^2 - 647,67^2) - 23304,25$$

$$SS_i = 612,64$$

**d. Jumlah Kuadrat Interaksi Lama pengelasan dan Putaran spindel**

$$SS_i = \frac{(SS_{bag1})^2 + (SS_{Bag2})^2 + (SS_{Bag3})^2 + \dots + (SS_{Bagn})^2}{r}$$

$$SS_A - SS_B - 23304,25$$

$$SS_i = \frac{(SS_{bag1})^2 + (SS_{Bag2})^2 + (SS_{Bag3})^2 + \dots + (SS_{Bagn})^2}{3}$$

$$- 4,86 - 488,43 - 23304,25$$

$$SS_i =$$

$$\frac{(90,44)^2 + (127,66)^2 + (110,41)^2 + (85,37)^2 + (124,41)^2 + (109,38)^2}{3}$$

$$- 4,86 - 488,43 - 23304,25$$

$$SS_i = 1,36$$

**e. Rata-rata Kuadrat (Mean os Square)**

$$MS_A = \frac{SS_A}{DK_A}$$

$$MS_A = \frac{4,86}{1}$$

$$MS_A = 4,86$$

**f. Persen Kontribusi**

$$\rho_B = \frac{SS_B}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho_B = \frac{488,43}{612,64} \times 100\%$$

$$\rho_B = 80\%$$

Hasil perhitungan tiap-tiap faktor atau variabel bebas pada analisa ANOVA akan menghasilkan signifikansi tiap-tiap faktor terhadap variabel responnya, yaitu uji tarik. Analisa varian secara keseluruhan ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Analysis of Variance Uji Tarik

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	Fhit	Ftabel	% Contribution
Lama pengelasan	1	4,86	4,86	4,86	0,49	4,75	1%
Putaran spindel	2	488,43	488,43	244,22	24,55	3,89	80%
Interaksi lama pengelasan dan putaran spindel	2	1,36	1,36	0,68	0,07	3,89	0%
Error	12	119,35	119,35	9,95			19%
Total	17	612,64					100%

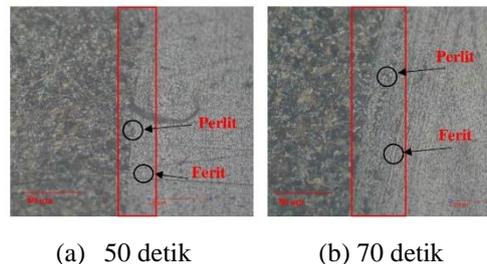
Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa variasi lama pengelasan tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai hasil uji tarik, hal ini disebabkan pada pengelasan gesek baja AISI 1010 dan AISI 1050 untuk meningkatkan suhu yang tinggi bergantung pada kecepatan putaran spindel. Sedangkan untuk variasi putaran spindel berpengaruh signifikan terhadap nilai uji tarik, Nilai meningkat seiring dengan bertambahnya variasi putaran spindel.

Rata-rata Nilai uji tarik terendah terdapat pada variasi putaran spindel 900 yaitu 28,46 Kgf/mm<sup>2</sup>, Hal ini disebabkan suhu yang dihasilkan akibat gesekan tidak mampu melelehkan baja sehingga difusi antar baja belum banyak terjadi dan menghasilkan void. Void tersebut terbentuk akibat tidak menyatunya sambungan tidak merata pada bagian permukaan las yang disebabkan kurang tingginya suhu untuk meluluhkan material. Variasi putaran spindel 1170 menghasilkan nilai rata-rata uji tarik tertinggi hal tersebut disebabkan suhu yang dihasilkan akibat gesekan mampu melelehkan baja dan difusi antar logam terjadi dengan maksimal yang ditandai dengan ataha yan terjadi pada base metal baja AISI 1010. Namun pada putaran spindel 1800 terjadi penurunan nilai rata-rata uji tarik dibandingkan Putaran spindel 1170 yaitu sebesar 36,8 Kgf/mm<sup>2</sup>, hal itu disebabkan terdapat cacat porositas yang mengakibatkan penurunan kekuatan tarik sambungan. Cacat tersebut terjadi akibat pada pengelasan gesek dengan variasi putaran spindel 1800 terdapat rongga yang disebabkan oleh gas yang terjebak selama berlangsungnya proses penyambungan pada tahap pelelehan bagian sambungan akibat gesekan (Prabowo,2017).

**Data Hasil Pengujian Mikro**

Pengujian mikro dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi lama pengelasan dan putaran spindel terhadap

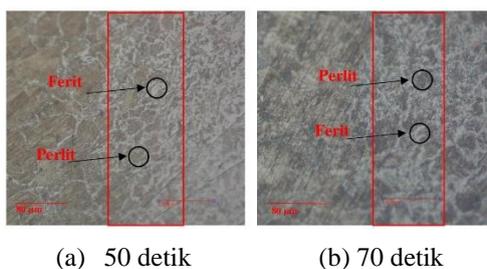
struktur mikro baja hasil pengelasan. Bahan etsa adalah natal 2% asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) dan 95% methyl alkohol dalam waktu 8 detik. Proses perhitungan persentase ferit dan perlit menggunakan software image\_J menggunakan foto struktur mikro dengan struktur fasa ferit berwarna terang dan fasa perlit berwarna gelap. Berdasarkan dari pengujian sampel struktur mikro telah diperoleh foto struktur mikro pada daerah logam las pada foto strukur mikro berada pada kotak merah sekaligus bagian yang di hitung persentase fasa ferit dan perlit. Foto struktur mikro fasa ferrit dan perlit dapat dilihat pada gambar berikut :



(a) 50 detik (b) 70 detik

Gambar 5. Struktur Mikro Variasi Putaran spindel 900 Pembesaran 200x

Struktur mikro sambungan las dengan variasi putaran spindel 900 dan lama pengelasan 50 detik (a) dan 70 detik (b) dimana dapat dilihat bahwa panas pada putaran spindel 900 hanya mampu melelehkan permukaan baja sehingga tidak melebur dan tercampur dengan sempurna.

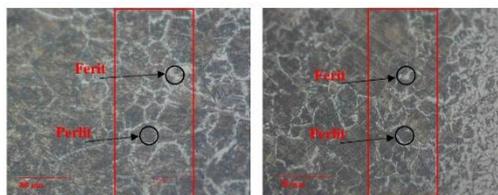


(a) 50 detik (b) 70 detik

Gambar 6. Struktur Mikro Variasi Putaran spindel 1170 Pembesaran 200x

Struktur mikro sambungan las dengan

variasi putaran spindel 1170 suhu yang dihasilkan mampu meleburkan baja dengan maksimal sehingga dapat menyambung dengan sempurna. Ukuran butir fasa perlit kecil-kecil dan terjadi peningkatan jumlah fasa perlit jika dibandingkan dengan variasi putaran spindel 900 (Prabowo,2017).



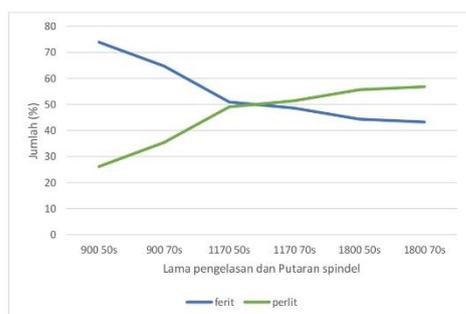
(a) 50 detik (b) 70 detik

Gambar 7. Struktur Mikro Variasi Putaran spindel 1800 Pembesaran 200x

Suhu yang tinggi membuat ukuran fasa perlit berukuran lebar-lebar. Pada variasi putaran spindel 1800 jumlah fasa perlit paling tinggi namun terdapat cacat berupa retak. Jumlah fasa ferit dan perlit disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Jumlah fasa ferit dan perlit

No	Putaran spindel	Lama pengelasan	Ferit	Perlit
1	900	50	73,84%	26,16%
2		70	64,62%	35,38%
3	1170	50	50,92%	49,08%
4		70	48,58%	51,42%
5	1800	50	44,35%	55,65%
6		70	43,23%	56,77%



Gambar 8. Grafik Perbandingan Variasi Putaran spindel dan lama pengelasan dengan Luas Area Ferit dan Perlit

Jumlah fasa ferit menurun seiring dengan meningkatnya variasi Putaran spindel dan lama pengelasan, sedangkan jumlah fasa perlit meningkat seiring dengan meningkatnya variasi Putaran spindel dan lama pengelasan. Jumlah fasa ferit tertinggi di dapat pada variasi putaran spindel 900 dan lama pengelasan 50 detik sebaliknya Fasa ferit terendah di dapat pada variasi putaran spindel 1800 rpm dan lama pengelasan 70 detik. Sedangkan fasa perlit tertinggi di dapat pada variasi putaran spindel 1800 rpm dan

lama pengelasan 70 detik sebaliknya fasa perlit terendah di dapat pada variasi putaran spindel 900 rpm dan lama pengelasan 50 detik.

Variasi putaran spindel 900 dapat dilihat bahwa proses pengelasan gesek pada variasi putaran spindel 900, suhu yang dihasilkan tidak mampu melelehkan spesimen dengan maksimal bahwa terdapat batas antara baja AISI 1010 dan AISI 1050 maka yang terjadi hanya leleh dipermukaan hal tersebut ditandai oleh jumlah ferit yang banyak sehingga nilai uji tarik rendah namun keuletannya tinggi

Pada variasi putaran spindel 1170 di perlihatkan bahwa suhu yang dihasilkan pada variasi putaran spindel 1170 dapat melelehkan spesimen dengan baik dan struktur fasa bercampur dengan maksimal butir baja AISI 1010 kecil-kecil bercampur butir baja AISI 1050 besar-besar dengan sempurna . Pada variasi putaran spindel 1170 dihasilkan jumlah perlit yang banyak sehingga sambung menyatu dngan baik dan menghasilkan nilai uji tarik yang tinggi hal tersebut di tandai dengan posisi patahan yang berada di base metal baja AISI 1010.

Variasi putaran spindel 1800 diperlihatkan bahwa suhu yang dihasilkan dapat melelehkan spesimen dengan baik, butir baja AISI 1010 kecil-kecil bercampur butir baja AISI 1050 besar-besar dengan sempurna dan menghasilkan jumlah fasa perlit yang banyak (berwarna gelap) , namun pada variasi putaran spindel 1800 nilai uji tarik menurun hal tersebut disebabkan cacat yang muncul akibat material tidak tercampur dengan sempurna sehingga perpindahan material lunak tidak berlangsung dengan baik.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai analisa proses pengelasan gesek pada penyambungan baja AISI 1010 dan AISI 1050 dengan variasi lama pengelasan dan putaran spindel menggunakan mesin bubut, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi lama pengelasan dan putaran spindel pada pengelasan gesek terhadap hasil uji tarik material baja AISI 1010 dan AISI 1050.
  - a. Lama pengelasan tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai uji tarik yang tinggi karena F-value lebih rendah dari F-table yaitu 0,49 sementara nilai F-table 4,75.Suhu yang dihasilkan oleh proses gesekan tidak mampu melelehkan spesimen las sehingga tidak dapat menyambung dengan sempurna
  - b. Putaran spindel terdapat pengaruh putaran spindel yang signifikan terhadap nilai uji

tarik yang tinggi karena F-value lebih tinggi dari F-table yaitu 24,55 sementara F-table 3,89, Semakin tinggi putaran spindel maka nilai uji tarik akan semakin tinggi. Suhu yang dihasilkan oleh proses gesekan mampu melelehkan spesimen las sehingga dapat tersambung dengan sempurna

- c. Kombinasi lama waktu pengelasan dan putaran spindel tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap nilai uji tarik yang tinggi karena nilai F-value lebih rendah dari F-table yaitu 0,07 sementara F-table 3,89. Kombinasi yang optimal untuk menghasilkan nilai uji tarik tertinggi adalah dengan kombinasi lama pengelasan 50 detik dan putaran spindel 1170 yaitu 42,55 Kgf/mm<sup>2</sup> Sedangkan nilai uji tarik terendah terdapat pada kombinasi putaran spindel 900 dan lama pengelasan 70 detik yaitu 28,46 Kgf/mm<sup>2</sup>.

2. Pengaruh variasi lama pengelasan dan putaran spindel pada pengelasan gesek terhadap hasil uji struktur mikro material baja AISI 1010 dan AISI 1050.

- a. Variasi putaran spindel 900 dapat dilihat bahwa proses pengelasan gesek pada variasi putaran spindel 900, suhu yang dihasilkan tidak mampu melelehkan spesimen dengan maksimal maka yang terjadi hanya leleh dipermukaan hal tersebut ditandai oleh jumlah ferit yang banyak sehingga nilai uji tarik rendah namun keuletannya tinggi
- b. Pada variasi putaran spindel 1170 di perlihatkan bahwa suhu yang dihasilkan pada variasi putaran spindel 1170 dapat melelehkan spesimen dengan baik dan struktur fasa bercampur dengan maksimal. Pada variasi putaran spindel 1170 dihasilkan jumlah perlit yang banyak sehingga sambung menyatu dengan baik dan menghasilkan nilai uji tarik yang tinggi hal tersebut di tandai dengan posisi patahan yang berada di base metal baja AISI 1010.
- c. Variasi putaran spindel 1800 diperlihatkan bahwa suhu yang dihasilkan dapat melelehkan spesimen dengan baik dan menghasilkan jumlah fasa perlit yang banyak, namun pada variasi putaran spindel 1800 nilai uji tarik menurun hal tersebut disebabkan cacat yang muncul akibat material tidak teraduk dengan sempurna sehingga perpindahan material lunak tidak berlangsung dengan baik.

Jumlah fasa ferit tertinggi di dapat pada variasi putaran spindel 900 rpm dan lama pengelasan 50 detik sebesar 73,84% sebaliknya Fasa ferit terendah di dapat pada variasi putaran spindel 1800 rpm dan lama

pengelasan 70 detik sebesar 43,23%. Sedangkan fasa perlit tertinggi di dapat pada variasi putaran spindel 1800 rpm dan lama pengelasan 70 detik sebesar 56,77% sebaliknya fasa perlit terendah di dapat pada variasi putaran spindel 900 rpm dan lama pengelasan 50 detik 26,16%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baday, S., H. Basak dan A. Giiral.2015. Analysis Of Spheroidized AISI 1050 Steel In Terms Of Cutting Forces and Surface Quality. Teknikokullar, Ankara, Turkey
- Callister, W. D.2007. Materials Science and Engineering: An Introduction. Wiley
- Elkana K.2020. Analisa Pengaruh Variasi Penekanan Hidrolik Dan Pemanasan Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Gesek Baja ST 37 Dengan Metode Taguchi.
- Fawaiz, Ismah.2017. Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Austenisasi Terhadap Kekerasan, Kekuatan Impak Dan Struktur Mikro Dengan Proses Laku Panas Pada Baja Karbon Aisi 1050. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Haryanto, P., R. Ismail, Jamari dan S. Nugroho. 2011. Pengaruh Gaya Tekan, Kecepatan Putar, Dan Waktu Kontak Pada Pengelasan Gesek Baja St60 Terhadap Kualitas Sambungan Las. Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Kuscu, H., I. Becenen, M. Sahin,2008, Evaluation of Temperature and Properties at Interface of AISI 1040 Steel Joined by Friction Welding, Assembly Automation, Vol 28, pp.308-316.
- Laksono, H. W., dan Sugiyanto. 2017. Pengujian Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Sambungan Pengelasan Gesek Sama Jenis Baja St 60, Sama Jenis AISI 201, Dan Beda Jenis Baja St 60 Dengan AISI 201. Jurnal Teknik Mesin S1. Volume 5. Nomor 1, 124-136.
- Payadnya, I. P., dan I. G. Jayantika.2018. Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik Dengan SPSS. Yogyakarta. DEEPUBLISH.
- Prabowo, A., Irza, S dan Yanuar, B.2017. Las Gesek (Friction Welding) Logam Tak Jenis (Dissimilar Metals) Magnesium

AZ-31 Terhadap Aluminum AL-13.  
Industrial Research Workshop And  
National Seminar Politeknik Negeri  
Bandung.

Prabowo, S., dan Sunyoro 2021. Analisis  
Kekuatan Tarik Baja ST 41 pengelasan  
Gesek Rotasi Variasi Waktu Gesek  
Dan Tempa". Under Graduates thesis,  
Universitas Negeri Semarang. Volume  
6 Nomor 1.

Salam, A., Iswar, M., Ishak, I dan Fachrul,  
M.2016. Pengaruh Variasi Putaran Dan  
Waktu Tempa Pada Pengelasan Gesek  
Stainless Steel AISI 301 Terhadap Sifat  
Mekanik. Jurnal Teknik Mesin Sinergi.  
Volume 14. Nomor 2.

Septian, R., Jatisukanto, G dan Junus,  
S.2016. Pengaruh Waktu Gesek  
Friction Welding Terhadap  
Karakterisasi Baja AISI 1045 Dengan  
Sudut Chamfer 15o. Jurnal Rotor.  
Volume 9. Nomor 2.