

Fenomena Las Gesek (*Friction Welding*) Dengan Variasi Waktu Gesek Pada Material AISI 1040 Dengan Kuningan

Ibnu Sofwan^{1*}, Sugiyanto¹, Erwanto¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : yarto5943@gmail.com

Received: 14 Juli 2023; Received in revised form: 25 Juli 2023; Accepted: 15 Agustus 2023

Abstract

Friction welding is one of the metal joining methods, by utilizes the heat generated from the physical contact of two metals in the form of friction that occurs continuously on the two metals to produce a welding joint. This research aims to find out what phenomena occur in the connection between AISI 1040 and Brass. This research uses the experimental method. The friction time used is 6 minutes, 7 minutes, and 8 minutes with a variation of pressing distance of 3 mm, 4 mm, and 5 mm with a rotating speed of 1000 rpm. There are several phenomena seen after the welding process such as the occurrence of plastic deformation in brass and the formation of a brass thermoplastic layer attached to the surface of AISI 1040, in the time variation of 6 minutes and 7 minutes the brass thermoplastic attached to AISI 1040 is small and thin, while in the time variation of 8 minutes, the brass thermoplastic layer attached to AISI is quite a lot and thick but no connection has occurred. This friction welding method is likely to connect the AISI 1040 material with brass by increasing the friction time performed.

Keywords: AISI 1040; Brass; Friction welding; Time variations.

Abstrak

Las gesek merupakan salah satu metode penyambungan logam, dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari kontak fisik dua buah logam berupa gesekan yang terjadi terus-menerus pada kedua logam tersebut hingga menghasilkan sambungan las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena apa saja yang terjadi pada penyambungan antara AISI 1040 dengan Kuningan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Waktu gesek yang digunakan adalah 6 menit, 7 menit, dan 8 menit dengan variasi jarak penekanan 3 mm, 4 mm, 5 mm dengan kecepatan putar 1000 rpm. Terjadi beberapa fenomena yang terlihat setelah proses pengelasan seperti terjadinya deformasi plastis pada kuningan dan terbentuknya lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada permukaan AISI 1040, pada variasi waktu 6 menit dan 7 menit termoplastik kuningan yang menempel pada AISI 1040 sedikit dan tipis, sedangkan pada variasi waktu 8 menit lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada AISI cukup banyak dan tebal namun belum terjadi penyambungan.

Kata kunci: AISI 1040; Kuningan; Las gesek; Variasi waktu.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan 2 buah logam dengan dengan jalur pemanasan serta pelelehan logam bawah, dimana kedua ujung logam yang hendak disambung dipanaskan sampai titik leburnya dengan busur nyala [1]. Salah satu las jenis proses pengelasan yang biasa dilakukan untuk menyambungkan dua jenis logam yang berbeda yaitu las gesek. Las gesek merupakan metode penyambungan logam dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari kontak fisik dua buah logam berupa gesekan yang terjadi terus-menerus

yang terjadi pada kedua logam tersebut [2] [3].

Parameter yang harus diperhatikan pada proses pengelasan gesek (*friction welding*), antara lain waktu pengelasan, jarak penekanan, dan kecepatan putaran. Sifat mekanis dari hasil sambungan las gesek sangat berpengaruh pada parameter tersebut. Variasi waktu gesek sangat mempengaruhi kekuatan tarik, kekerasan, metalografi sambungan las gesek. Syarat untuk mendapatkan sambungan las yang baik adalah mencapai temperatur tempa,

untuk mendapatkan temperatur tempa maka diperlukan waktu gesek yang tepat [4].

Pada pengelasan gesek (*friction welding*) terjadi beberapa fenomena fisik seperti perubahan panas akibat gesekan deformasi plastis dan sebagainya. Adapun parameter penting dalam proses pengelasan gesek (*friction welding*) meliputi *friction time*, *rotational speed*, *friction pressure*. Parameter-parameter yang ditunjukkan data akan berpengaruh terhadap sifat mekanik yang penting dalam aplikasinya terutama pada hasil sambungan las gesek adalah kekuatan *impac* [5].

Penyambungan logam menggunakan komposisi dua material berbeda banyak dilakukan pada industri manufaktur karena bisa meningkatkan nilai ekonomis dan efektifitas dalam pengerjaannya. Kuningan dan baja karbon merupakan dua material yang banyak dipergunakan dalam industri manufaktur. Kuningan adalah paduan antara tembaga dan seng. Biasanya kandungan seng pada kuningan lebih-kurang 40% [5]. Baja karbon adalah salah satu jenis logam yang digunakan dalam berbagai bidang teknik, terutama untuk keperluan industri [6]. Karena memiliki perbedaan yang besar dalam sifat kimia maupun fisik, pengelasan pada dua material tersebut pada umumnya sulit dilakukan [6].

Penelitian yang berkaitan dengan pengelasan gesek yang dilakukan oleh Kamaludin yang berjudul "analisa pengaruh kecepatan putar spindle 800 rpm dan 1250 rpm terhadap sifat mekanik pada sambungan baja karbon rendah-kuningan dengan metode FSW (*friction stir welding*) *single track*". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal hasil pengelasan *friction stir welding single track* Baja karbon rendah dengan Kuningan pada putaran spindle 800 rpm dan 1250 rpm serta mengetahui nilai kekerasan hasil pengelasan *friction stir welding* antara baja karbon rendah dengan Kuningan pada putaran spindle 800 rpm dan 1250 rpm. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plat Baja karbon rendah dan Kuningan, sambungan menggunakan butt joint. Parameter yang digunakan adalah kecepatan putar spindle 800 rpm dan 1250 rpm, kecepatan pemakanan 12,5 mm/menit, sudut kemiringan 10 dan *Depth plunge* 1,8 mm. Dari hasil pengujian tarik pada putaran

800 rpm didapatkan nilai tegangan tarik rata-rata 167,77 MPa dan regangan rata-rata 0,31%. Sedangkan pada putaran 1250 rpm didapat nilai tegangan Tarik rata-rata sebesar 139,69 MPa dan regangan rata-rata 0,19%. Kemudian pada pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 800 rpm menunjukkan nilai 143,26 HVN. sedangkan pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 1250 rpm yang lebih rendah dengan menunjukkan nilai 141,16 HVN [3].

Dan penelitian yang dilakukan Jian Luo, Junfeng Xiang, Dejie Liu, Fei Li, Keliang Xue tentang *Radial Friction welding interface between brass and high carbon steel*. Mesin las gesekan inersia khusus CT-130 digunakan untuk menyelesaikan pengelasan *dissimilar* baja H90 kuningan/D60 ukuran besar (diameter 156 mm). SEM, metode EDS digunakan untuk menganalisis karakteristik antar muka sambungan las H90/D60. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada antarmuka pengelasan, beberapa lubang berbentuk alur muncul di ujung sambungan las, dan garis halus terjadi pada antarmuka pengelasan pusat dan jahitan pengelasan yang baik terbentuk. Kuningan termoplastik dibuang dan dialirkan ke tepi antarmuka pengelasan di bawah tekanan radial, yang menjadi lapisan tipis pelumas, dan mengurangi koefisien gesekan tepi sambungan las, yang mengarah ke fenomena itu. Ditemukan bahwa difusi unsur Fe dan Cu muncul pada antarmuka pengelasan. Tetapi kerapatan dan jarak difusi unsur Fe terhadap kuningan H90 lebih besar daripada unsur Cu terhadap baja D60, yang dikaitkan dengan perbedaan bilangan koordinasi kisi dari Fe/Cu [2].

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin mengangkat topik sebagai tugas akhir yaitu fenomena sambungan las (*Friction Welding*) pada material baja ST40 dengan kuningan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah las gesek bisa atau tidak bisa digunakan untuk menyambungkan material AISI 1040 dengan kuningan dan fenomena apa yang terjadi pada sambungan las gesek (*friction welding*) antara AISI 1040 dengan kuningan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian ini yaitu

dengan metode eksperimental dan mengetahui apakah las gesek bisa atau tidak bisa digunakan untuk menyambungkan material *AISI 1040* dengan kuningan dan fenomena apa yang terjadi pada sambungan las gesek (*friction welding*) antara *AISI 1040* dengan kuningan tersebut.

Untuk penelitian yang dilakukan ini mengambil data dan teori yang berkaitan dari referensi sumber pustaka seperti jurnal, buku referensi, karya ilmiah, dan lain sebagainya.

Rancangan instrumen penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan instrumen penelitian

Jenis Pengelasan	Variable Proses			Material
	Kecepatan Putar	Jarak Penekanan	Waktu Gesek	
Las Gesek (<i>Friction Welding</i>)	1000 Rpm	• 3 mm	• 6 Menit	<i>AISI 1040</i> Dengan Kuningan
		• 4 mm	• 7 Menit	
		• 5 mm	• 8 Menit	

Material dan alat yang digunakan untuk proses pengelasan gesek pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut: alat antara lain, mesin bubut, *thermogun*, *v-block*, *stopwatch*, dan kacamata. Material

antara lain, *AISI 1040* dengan kuningan silinder pejal dimensi : $\varnothing 16 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$ untuk *AISI 1040* dan $\varnothing 16 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ untuk kuningan.



Gambar 1. *AISI 1040* dan Kuningan

Pada proses pemotongan sampel ini dilakukan menggunakan mesin gergaji baja, untuk ukuran sampel adalah $\varnothing 16 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$ untuk *AISI 1040* dan $\varnothing 16 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ untuk kuningan.

Proses pengelasan yang dilakukan dengan memanfaatkan putaran *spindel*

pada mesin bubut Geminis. Variasi waktu yang digunakan pada penelitian ini yaitu, 6 menit, 7 menit, dan 8 menit dengan kecepatan putar mesin bubut yaitu 1000 rpm, dan jarak penekanan 3 mm.



Gambar 2. Proses Las Gesek

Proses pengelasan yang dilakukan dibagi menjadi dua proses yaitu yang pertama tanpa menggunakan proses *Free heat* dan menggunakan proses *Free heat*.

Proses pemasangan benda kerja pada chuck untuk material AISI 1040, dan kepala lepas (*Tail Stock*) untuk material kuningan. Disini perlu diperhatikan center benda kerja agar kedua permukaan spesimen rata.

1. Dekatkan kedua benda kerja sedekat mungkin namun jangan sampai bersentuhan dan pastikan bidang yang bersentuhan senter dan rata.

2. Proses pengelasan dengan menghidupkan mesin bubut dengan kecepatan yang telah ditentukan dan lakukan penekanan hingga tercipta gesekan pada benda kerja.
3. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, lakukan penekanan sesuai dengan jarak penekanan yang telah ditentukan dengan mematikan mesin bubut hingga chuck benar-benar berhenti baru dilakukan penekanan hingga menjadi sambungan las.



Gambar 3. Proses Las Gesek

Proses pengelasan dengan *free heat* antara lain,

1. Proses pemasangan benda kerja pada chuck untuk material AISI 1040, dan kepala lepas (*Tail Stock*) untuk material kuningan. Disini perlu diperhatikan center benda kerja agar kedua permukaan specimen rata.
2. Proses pemanasan material AISI 1040 menggunakan *Flame Gun* hingga mencapai suhu $\pm 200^{\circ}\text{C}$.
3. Dekatkan kedua benda kerja sedekat mungkin namun jangan sampai

bersentuhan dan pastikan bidang yang bersentuhan senter dan rata.

4. Proses pengelasan dengan menghidupkan mesin bubut dengan kecepatan yang telah ditentukan dan lakukan penekanan hingga tercipta gesekan pada benda kerja.
5. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, lakukan penekanan sesuai dengan jarak penekanan yang telah ditentukan dengan mematikan mesin bubut hingga chuck benar-benar berhenti baru dilakukan penekanan hingga menjadi sambungan las






Gambar 4. Proses Free Heat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengelasan yang telah dilakukan dapat dilihat dari gambar dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel hasil pengelasan tanpa *Free Heat*

Variasi waktu	6 menit	7 menit	8 menit
Hasil pengelasan			

Pada pengelasan tanpa menggunakan proses *Free heat* saat percobaan pertama menggunakan variasi waktu 6 menit dengan jarak penekanan 3 mm dengan hasil tidak terjadi penyambungan. Pada percobaan kedua dilakukan dengan variasi waktu 7 menit dengan jarak penekanan 3 dengan hasil percobaan tidak terjadi

penyambungan. Dan percobaan terakhir dengan menggunakan variasi waktu 8 menit dan jarak penekanan 3 mm masih dengan hasil tidak terjadi penyambungan.

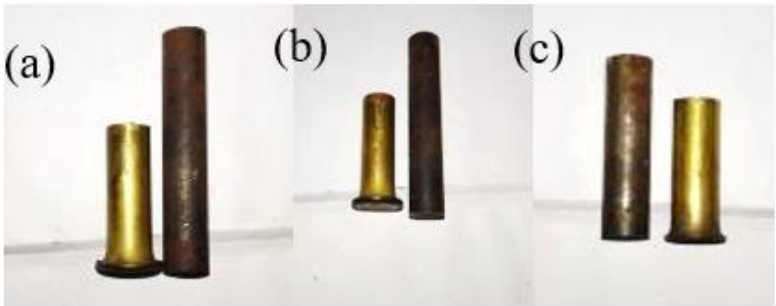
Hasil dari pengelasan dengan menggunakan proses *Free Heat* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengelasan dengan *free heat*

Variasi waktu	6 menit	7 menit	8 menit
Hasil pengelasan			

Pada percobaan pengelasan dengan menggunakan proses *Free heat* pada percobaan pertama dilakukan *Free heat* dengan waktu 15 menit dengan menghasilkan suhu $\pm 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada material baja ST40, dilakukan dengan variasi waktu 6 menit dan jarak penekanan 3 mm dengan hasil percobaan tidak terjadi penyambungan. Pada percobaan kedua

dengan proses *Free heat* sama seperti percobaan pertama dengan menggunakan variasi waktu 7 menit dan jarak penekanan 3 mm hasil pengelasannya tidak terjadi penyambungan. Dan pada percobaan terakhir dengan menggunakan variasi waktu 9 menit dan jarak penekanan 3 mm dengan hasil pengelasan tidak terjadi penyambungan.



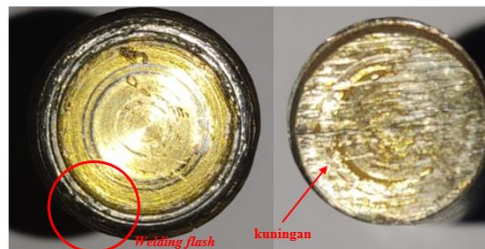
Gambar 5. Hasil Pengelasan Gesek dengan *Free Heat*, (a) Waktu 6 menit, (b) Waktu 7 menit, (c) Waktu 8 menit

Pada percobaan pengelasan dengan menggunakan proses *Free heat* pada percobaan pertama dilakukan *Free heat* dengan waktu 15 menit dengan menghasilkan suhu 200 °C pada *AISI 1040*, dilakukan dengan variasi waktu 6 menit dan jarak penekanan 3 mm dengan hasil percobaan tidak terjadi penyambungan. Pada percobaan kedua dengan proses *Free heat* sama seperti percobaan pertama dengan menggunakan variasi waktu 7 menit

dan jarak penekanan 3 mm hasil pengelasannya tidak terjadi penyambungan. Pada percobaan terakhir dengan menggunakan variasi waktu 8 menit dan jarak penekanan 3 mm dengan hasil pengelasan tidak terjadi penyambungan. Dari hasil percobaan pengelasan yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi yang telah ditentukan dan penambahan proses *Free heat* dapat dilihat dan diamati pada Gambar 6 dan 7.



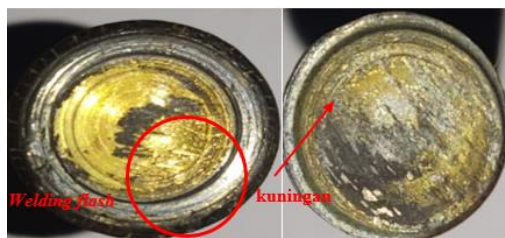
Gambar 6. Hasil Pengelasan tanpa *Free Heat* Variasi Waktu 6 menit



Gambar 7. Hasil Pengelasan dengan *Free Heat* Variasi Waktu 6 menit

Pada variasi waktu 6 menit ini tidak terjadi penyambungan pada kedua material tersebut. Pada permukaan *AISI 1040* terdapat lapisan-lapisan kuningan yang menempel namun sangat lah tipis dan

sedikit sekali. Dan pada kuningan terdapat *welding flash* pada sisi permukaannya yang diakibatkan dari gesekan dan tekanan yang terjadi pada saat pengelasan gesek.



Gambar 8. Hasil Pengelasan Tanpa *Free Heat* dengan Variasi Waktu 7 menit



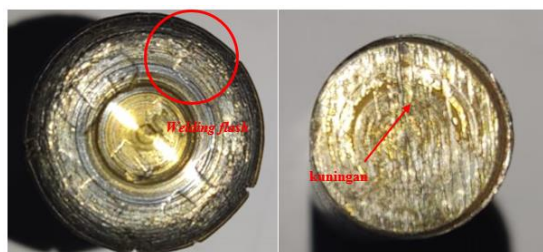
Gambar 9. Hasil Pengelasan dengan *Free Heat* dengan Variasi Waktu 7 menit

Pada variasi 7 menit ini juga belum terjadi penyambungan pada kedua material tersebut. Dapat dilihat pada permukaan AISI 1040 terdapat lapisan kuningan yang lebih

banyak dari pada lapisan kuningan yang menempel pada AISI 1040 di variasi waktu 6 menit. Dan *welding flash* pada kuningan variasi waktu 7 menit juga lebih lebar.



Gambar 10. Hasil Pengelasan tanpa *Free Heat* dengan Variasi Waktu 8 menit



Gambar 11. Hasil Pengelasan dengan *Free Heat* dengan Variasi Waktu 8 menit

Pada variasi waktu 8 menit belum terjadi penyambungan namun terjadi tanda-tanda yang menunjukkan akan terjadinya penempelan pada kedua material tersebut seperti lapisan kuningan yang lebih banyak dan lebih tebal dari pada variasi sebelumnya. Pada permukaan AISI 1040

terdapat lapisan kuningan yang lebih banyak dari pada lapisan kuningan di variasi 6 menit dan 7 menit ditunjukan oleh tanda panah merah pada gambar. Dan permukaan kuningan pada variasi ini yang dilakukan *free heat* permukaannya lebih kasar.



Gambar 12. Tampak Samping AISI 1040 tanpa *Free Heat*



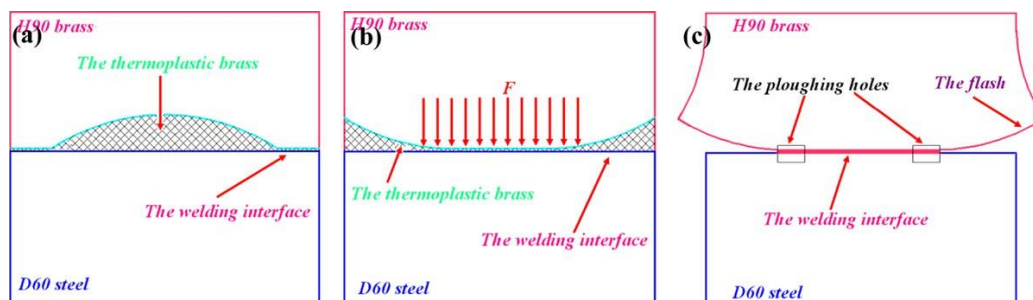
Gambar 13. Tampak Samping AISI 1040 dengan *Free Heat*

Pada Gambar 12 dan 13 dapat dilihat sisi AISI 1040 yang dilakukan proses *free heat* mengalami perubahan warna menjadi kehitaman dan lebih lebar areanya dari pada

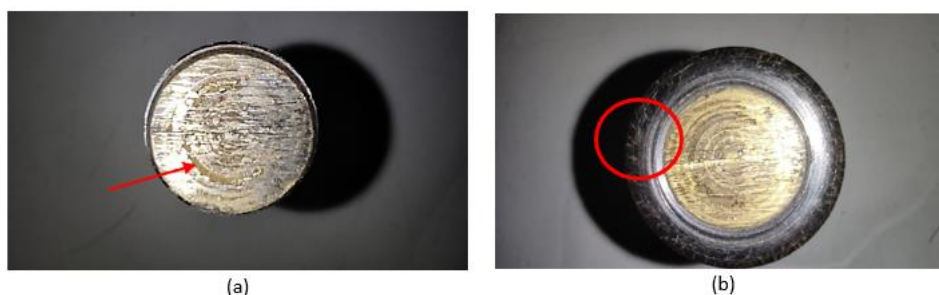
AISI 1040 yang tidak dilakukan *free heat*. Perubahan warna tersebut diakibatkan perubahan suhu pad material tersebut.



Gambar 14. Kuningan Setelah Proses Pengelasan Gesek



Gambar 15. Diagram Skematis Pembentukan Lapisan Tipis Pelumas Keadaan Termoplastik (a) Lebih Banyak Kuningan Keadaan Termoplastik yang Terbentuk Di Pusat Sambungan pada Tahap Awal (b) Kuningan Keadaan Termoplastik Dialirkan Ke Tepi Ujung Sambungan Membentuk Lapisan Tipis Pelumas dan (c) Mencapai Proses Pengelasan dan Membentuk Lapisan Las Setelah Tekanan Tempa [2].



Gambar 16. Permukaan AISI 1040 dan Kuningan, (a) Permukaan AISI 1040, Tanda Panah Menunjukkan Lapisan Kuningan yang Menempel, (b) Permukaan Kuningan, Lingkaran Menunjukkan Welding Flash

Dari hasil percobaan pengelasan yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi yang telah ditentukan dan penambahan proses *Free heat* memiliki hasil yang sama dari percobaan pertama sampai terakhir yaitu tidak terjadi penyambungan. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan ini dapat ditemukan salah satu Penyebab tidak dapatnya terjadi penyambungan antara AISI 1040 dengan kuningan karena suhu yang dicapai pada las gesek yang dilakukan tidak mencapai suhu titik lebur material tersebut dan koefisien gesek pada permukaan tepi antar muka las yang kecil disebabkan material kuningan mengalami pelunakan lebih cepat dari pada material AISI 1040, dibuktikan dengan ukuran panjang kuningan mengalami penyusutan dan permukaan kuningan yang berkontak dengan permukaan AISI 1040 mengalami perubahan seperti pada gambar diatas. Dan lapisan film termoplastik kuningan yang dihasilkan sangat tipis terutama pada tepian material tersebut. Tipisnya lapisan flim termoplastik kuningan yang dihasilkan karena koefisien gesek yang kecil sehingga tidak cukup untuk membuat kuningan menempel pada AISI 1040 dibuktikan dengan adanya lapisan tipis

kuningan pada permukaan AISI 1040 dan terbentuknya *welding flash* pada tepian kuningan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya tentang pengaruh dari variasi waktu gesek pada las gesek antara AISI 1040 dengan kuningan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1) Dari penelitian yang telah dilakukan ini didapatkan hasil dari pengelasan gesek antara AISI 1040 dengan kuningan tidak terjadi penyambungan antar dua buah logam tersebut. Dilakukannya penambahan proses *free heat* sebesar 200°C tidak mempengaruhi proses pengelasan gesek tersebut dan masih tidak terjadi penyambungan antara kedua logam tersebut. 2) Terjadi beberapa fenomena yang terlihat setelah proses pengelasan seperti terjadinya deformasi plastis pada kuningan dan terbentuknya lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada permukaan AISI 1040.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. and I, "Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, dan Struktur Mikro Lasan Stainless Steel Dengan Las Gesek (Friction Welding)," 2002.
- [2] L. Jian, X. Junfeng, L. Dejie, L. Fei, and X. Kelian, "Radial friction welding interface between brass and high carbon steel," *Journal of Materials Processing Technology*, pp. 385-398, 2011.
- [3] S. Prasetyono and I. H. S. M. S, "Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek Dan Tekanan Tempa Terhadap Impact Strength Sambungan Lasan Gesek Langsung Pada Baja Karbon AISI 1045," vol. 1, 2012.
- [4] U. Nugroho, "Pengaruh Struktur Mikro Dan Kandungan Karbon Pada Kekerasan Coran Kuningan".
- [5] B. and B, *Ilmu Bahan Logam*, Jakarta: Bharatara, 1994.
- [6] Kamaludin, "Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Spindel 800 Rpm dan 1250 Rpm Terhadap Sifat Mekanik Pada Sambungan Baja Karbon Rendah-Kuningan Dengan Metode FSW (*Friction Stir Welding*) Single Track," 2019.
- [7] R. Septian, G. Jatisukanto and S. Junus, "Pengaruh Waktu Gesek Friction Welding Terhadap Karakterisasi Baja Aisi 1045 Dengan Sudut Chamfer 15o," vol. 9, no. 2, 2016.
- [8] A. Melianto, "Pengaruh Variasi Waktu Gesek Pada Pengelasan Gesek (Friction Welding) Terhadap Kekuatan Impac Baja St37," Snitt, 2022.
- [9] R. Haq, U. Budiarto, And I. P. Mulyono, "Analisa Kekuatan Tarik, Dan Impac Pengelasan Fox Core Arc Welding Material Baja St 40 Posisi 3o Dengan Variasi Kuat Arus," Vol. 17, 2019.
- [10] Saputra, Willy Aditya. Analisis Pengaruh Variasi Pemanasan Dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanis Hasil Pengelasan Gesek Baja St 37 Dengan Metode Taguchi. 2020. Phd Thesis. Institut Teknologi Nasional Malang.
- [11] Haq, Rizalul, Budiarto, Untung and Mulyono, Imam Pudjo. Analisa Kekuatan Tarik, Dan Impak Pengelasan Fox Core Arc Welding Material Baja ST 40 Posisi 3O Dengan Variasi Kuat Arus. Semarang: Universitas Diponegoro, 2019, Vol. 17.
- [12] Arief Hernowo, A. (2018). Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Spindel 800 Rpm Dan 1250 Rpm Pada Sambungan Fe-Al Dengan Metode FSW (*Friction Stir Welding*) Single Track (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).