

**ANALISIS PENGARUH VARIASI RPM DAN MEDIA  
PENDINGIN PADA PENGEELASAN GESEK BAJA KARBON  
ST 42 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR  
MIKRO**

Setyaji Damar Prayoga<sup>1)</sup>, Maula Nafi<sup>2)</sup>  
Program Studi dan Universitas dari penulis<sup>1,2</sup>  
email: [Setyaji.prayoga14@gmail.com](mailto:Setyaji.prayoga14@gmail.com)<sup>1)</sup> [maula.nafi@untag-sby.ac.id](mailto:maula.nafi@untag-sby.ac.id)<sup>2)</sup>

**ABSTRAK**

Pengelasan adalah proses penyambungan serta peleburan dua atau lebih bahan logam dasar. Saat ini penyambungan logam tidak dapat dipisahkan lagi dari pengelasan, karena pengelasan memegang peranan penting dalam teknik mesin. Teknologi pengelasan telah berkembang pesat dari waktu ke waktu. Pencarian metode baru untuk memecahkan masalah penyambungan material merupakan indikasi berkembangnya teknologi pengelasan. Salah satunya ialah pengelasan gesekan. Selama pengelasan gesekan. Proses penyambungan logam yang tidak dapat melebur (padat) dimana proses pengelasan dilakukan dengan menggabungkan kecepatan putar benda kerja yang berputar. Gesekan yang ditimbulkan dari Penyambungan dua benda kerja menghasilkan panas, bisa melelehkan kedua ujung benda kerja yang saling bergesekan, mengakibatkan keduanya meleleh dan terjadi proses penyambungan. Luas penampang sampel, kecepatan rotasi, durasi gesekan, dan gaya tekan yang diterapkan adalah semua elemen yang berdampak pada kekuatan sambungan. Memahami variasi mikrostruktur yang terjadi pada baja ST 42 selama proses pengelasan gesek putar akibat penggunaan nilai rpm 1200, 1000, dan 800 pada gesekan merupakan tujuan dari penelitian ini. Ukuran: 12 mm; rentang waktu menggosok: 30 hari. dan hasil uji struktur mikro yang menunjukkan kegetasan pada daerah las.

**Kata Kunci** : Baja Krabon ST 42, Kekuatan sambungan, Las Gesek, Pengelasan.

**ABSTRACT**

*Welding is the joining of two or more metal components by melting several base metals. Nowadays, metal joining cannot be separated from welding, because welding plays an important role in mechanical engineering. Welding technology has developed rapidly over time. The search for new methods to solve the problem of joining materials is indicative of the development of welding technology. One of them is friction welding. During friction welding. The process of joining non-melting (solid) metals where the welding process is carried out by combining the rotational speed of the rotating workpiece. The friction caused by joining the two workpieces creates heat which can melt the two ends of the workpieces which are rubbing against each other so that both of them melt and then the joining process occurs. The sample cross-sectional area, rotating speed, friction duration, and applied compressive force are the characteristics that influence the strength of the connection. The purpose of this study was to determine the tensile and flexural strength of the welded joint, as well as the microstructural changes that occur in the ST 42 steel material during the rotary friction welding process due to friction at speeds of 1200, 1000, and 800 rpm. Rub time ranges between 30 seconds and 12*

*mm in diameter. and microstructure test results which show brittleness in the weld area.*

**Keywords:** Friction Welding, ST 42 Carbon Steel, Strength joints, Welding.

## PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan dua atau lebih bahan logam yang dilakukan proses penyambungan dengan melebur beberapa logam dasar. Penyambungan logam saat ini pengelasan memegang peranan penting dalam industri permesinan sebab tidak dapat dipisahkan dari pengelasan . Pengelasan diperlukan dalam skala yang lebih besar karena pengelasan memiliki banyak keunggulan dibandingkan metode penyambungan logam lainnya. Metode pengelasan ini memiliki keunggulan seperti kekuatan, kemudahan penggunaan dan efisiensi. (K. dan Putra, 2019).

Teknologi pengelasan telah berkembang pesat dari waktu ke waktu. Pencarian metode baru untuk memecahkan masalah penyambungan material merupakan salah satu tanda berkembangnya teknologi las. (pengelasan gesekan).

Salah satu metode untuk mengatasi masalah sambungan logam yang menantang dalam pengelasan fusi (pengelasan cair) adalah pengelasan gesekan. Pengelasan gesek adalah proses penyambungan logam-logam yang tidak menyatu (padat), dimana proses pengelasan dilakukan dengan menggabungkan kecepatan putar benda kerja yang berputar. Saat dua benda kerja bersentuhan, gesekan menciptakan panas yang dapat melelehkan kedua ujung benda kerja saat bergesekan satu sama lain, yang menyebabkan peleburan dan akhirnya proses penyambungan. (Hamid, 2016).

Dalam pengelasan gesekan terjadi beberapa fenomena fisik, misalnya: B. Perubahan panas yang disebabkan oleh lecet, deformasi plastis, dll. Parameter penting dari proses pengelasan lecet adalah waktu gesekan, kecepatan putaran dan tekanan lecet. Parameter di atas mempengaruhi sifat mekanik las gesek yang dihasilkan (K. dan Putra, 2019).

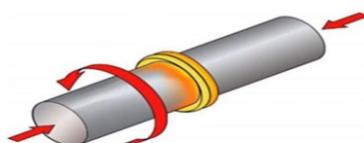
Baja yang dianalisa adalah baja ST 42 yang menggabungkan baja-baja yang berbeda dan terkadang memiliki dua varietas, yaitu: Variasi 20 detik, 30 detik, dan 3 rpm adalah sebagai berikut:

1200, 1000 dan 800 rpm. Bagian yang akan diperiksa adalah bagian yang disolder, yaitu. B. kekuatan ikatan pada titik gesekan untuk melihat bagaimana ikatan berubah di daerah itu.

Kajian ini menggunakan material baja ringan yang biasanya mudah ditemukan di pasaran. Berdasarkan beberapa penelitian yang ada, pengelasan gesek belum dipelajari di fasilitas ini, sehingga penting untuk mempelajari pengelasan gesek (Huda dan Jasman, 2019).

### **Las Gesek (*Friction Welding*)**

Metode pengelasan yang digunakan untuk membuat las dengan cara menyapu ujung kedua bahan yang akan disambung. Saat mengelas roda gesekan, sambungan terjadi di hadapan panas yang dihasilkan oleh gesekan dari rotasi timbal balik dari logam dasar yang disebabkan oleh gaya aksial. Kemudian, salah satunya dibalik untuk menunjukkan bahwa bidang kontak telah dipanaskan hampir sampai titik didih logam, menyebabkan permukaan logam menjadi ulet. Dalam keadaan panas ini, gerakan atau gesekan relatif antara dua logam berhenti, dan lasan dihasilkan dengan menerapkan gaya tekan aksial.



### **Pendinginan**

Pengerasan karakteristik logam terjadi selama fase pendinginan proses pengelasan. Surdja dan Saito (1999) menemukan bahwa, hingga tingkat karbon 0,6 persen, kekerasan baja setelah pewarnaan dingin meningkat hampir secara langsung dengan kandungan karbon; di atas titik itu, gradien menjadi lebih kecil. Peneliti menggunakan suhu ruangan, air, minyak, dan pendinginan cepat dalam penyelidikan ini. Pendinginan las biasanya relatif cepat (Cahyadi, 2022). Ada tiga refrigeran dalam proses ini diantaranya: (Setiawan, 2022) .

1. Pendingin air
2. Pendingin Oli
3. Pendingin suhu ruang

### **Kekuatan Tarik**

Tegangan tarik menentukan kekuatan sambungan logam las karena sebagian besar sambungan logam yang dilas memiliki kelemahan dalam mengambil beban tarik, sedangkan prosedur ini sederhana untuk diterapkan dan memberikan tegangan homogen pada penampang. Kualitas logam dasar, area HAZ, logam las, geometri, dan distribusi tegangan sambungan semuanya memiliki dampak yang signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las. (Wiryosumarto, 2000).

Dalam pengujian, sampel dibebani secara bertahap, dinaikkan beban hingga sampel pecah, kemudian sifat-sifatnya Gaya drag dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan. (Bakti irham, 2022):

$$\text{Tegangan: } \sigma = F A / A_0 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

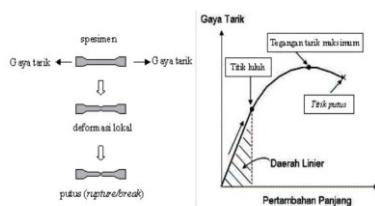
Dimana:  $F = \text{Beban (kg)}$

*AA0* = luas mula dari penampang batang uji (mm<sup>2</sup>)

$$\text{Regangan: } \varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Dimana:  $LL_0$  = panjang mula dari batang uji (mm)

L = panjang batang uji yang dibebani (mm)



Biasanya fokusnya adalah pada kapasitas beban maksimum material (Maximum Tensile Strength).

Uji tarik material dapat dilakukan dengan mesin uji umum. Sampel dipasang ke mesin tarik, setelah itu beban statis dinaikkan secara bertahap hingga sampel pecah. Plot tegangan (MPa) versus elongasi (%) yang dihasilkan dari hubungan antara besar beban dengan pemanjangan menghasilkan data berupa kuat luluh ( $y_s$ ), tegangan ultimit ( $ult$ ), koefisien elastisitas beban ( $E$ ), daya tahan dan elastisitas sambungan las, dan uji kekuatan tarik. (Dowling, 1999).

## Struktur Mikro

Komposisi unsur sampel uji baja karbon rendah diketahui melalui analisis struktur mikro. Menggunakan benda uji yang telah ditampilkan untuk memungkinkan melihat isinya.



## Gambar alat Struktur mikro

Mikrostruktur adalah susunan struktur logam, yang berskala kecil dan berbentuk asimetris, bervariasi sesuai dengan unsur dan proses yang

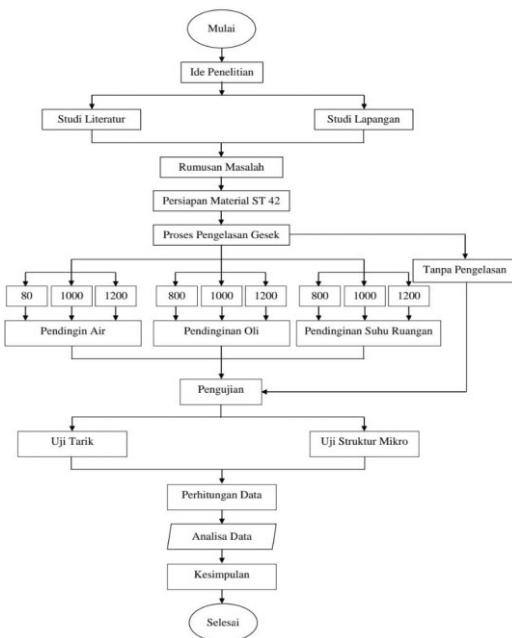
dialami menggambarkan kelompok fasa yang diidentifikasi dengan metode metalografi. Mikrostruktur logam dapat dilihat di bawah mikroskop.

Untuk menghitung luas penampang yang digunakan dalam pengujian struktur mikro yaitu :

Dimana: L= luas lingkaran (mm)

$r = \text{Jari-jari (mm)}$

## METODOLOGI PENELITIAN



## Analisis Data

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian Tarik

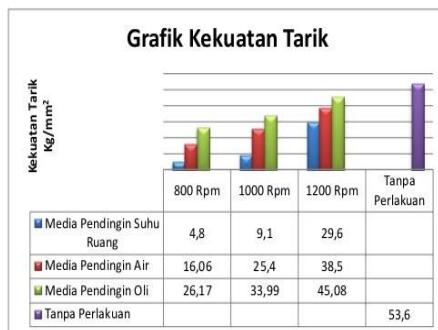
No	Spesimen	Tegangan Luluh, kg/mm <sup>2</sup>	Tegangan Max, kg/mm <sup>2</sup>	Tegangan Putus, kg/mm <sup>2</sup>
1.	Tanpa Pengelasan ST42	40,99	53,6	40,36
2.	ST42 Rpm 800 Pendingin Suhu	4,07	4,8	3,8
3.	ST42 Rpm 1000 Pendingin Suhu	6,5	9,1	7,8
4.	ST42 Rpm 1200 Pendingin Suhu	24,7	29,6	28,4
5.	ST42 Rpm 800 Pendingin Air	13,1	16,06	13,8
6.	ST42 Rpm 1000 Pendingin Air	23,9	25,4	24,8
7.	ST42 Rpm 1200 Pendingin Air	32,5	38,5	31,2
8.	ST42 Rpm 800 Pendingin Oli	21,1	26,17	23,8
9.	ST42 Rpm 1000 Pendingin Oli	26,71	33,99	32,77
10.	ST42 Rpm 1200 Pendingin Oli	38,99	45,08	43,86



Gambar 4. 1 Data hasil uji tarik

Grafik data hasil uji tarik yang diperoleh dari lab Material Untag Surabaya ditunjukkan pada Gambar 4.1. Temuan dari data akhir uji tarik disajikan di sini. Berikut ini adalah bukti dari hasil di atas:

1. Nilai kekuatan tarik terendah pada pengelasan dengan 800 rpm dan kuat tarik 4,8 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kuat tarik las terbesar media pendingin pada temperatur ruangan menggunakan 1200 rpm dengan nilai kuat tarik 29,6 kg/mm<sup>2</sup>.
2. Nilai kuat tarik terendah pada saat pengelasan dengan 800 rpm memiliki kuat tarik sebesar 16,06 kg/mm<sup>2</sup>, dan nilai terbesar terdapat pada 1200 rpm dengan nilai kuat tarik sebesar 38,5 kg/mm<sup>2</sup> pada pendingin air.
3. Kekuatan tarik las media pendingin oli mencapai puncaknya pada putaran 1200 rpm dengan nilai 45,08 kg/mm<sup>2</sup>, dan terendah pada putaran 800 rpm dengan nilai 26,17 kg/mm<sup>2</sup> menggunakan pendingin oli.



Gambar 4. 2 Gambar Uji Tarik

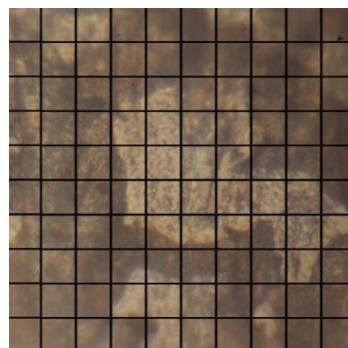
Grafik data hasil uji tarik di lab Material Untag Surabaya ditunjukkan pada Gambar 4.2. Data hasil pengujian tarik dapat dianggap sebagai data akhir. Berikut ini adalah bukti dari hasil di atas:

1. Diketahui nilai tertinggi kekuatan tarik menggunakan 800 rpm adalah pendingin oli sebesar 26,17 kg/mm<sup>2</sup>

2. Dapat dilihat bahwa nilai tertinggi kekuatan tarik menggunakan 1000 rpm adalah pendingin oli sebesar  $33,99 \text{ kg/mm}^2$
3. nilai tertinggi kekuatan tarik menggunakan 1200 rpm adalah pendingin oli sebesar  $45,08 \text{ kg/mm}^2$

Kecepatan (Rpm)	Media Pendingin		
	Suhu Ruang	Air	Oli
800 Rpm			
1000 Rpm			
1200 Rpm			
Tanpa Perlakuan			

Hasil pengamatan perbesaran 500x pada area HAZ yang merupakan zona yang terpapar panas atau suhu tinggi ditunjukkan pada foto struktur mikro di atas. Model dan konstruksi logam menderita akibat zona ini.



1. metode *Point Count*

$$\text{Fasa Pearlite} = \frac{\text{Jumlah Titik}}{\text{Jumlah Total Titik}} \times 100\%$$

$$\text{Fasa Pearlite} = \frac{(15 \times 1) + \left(85 \frac{1}{2}\right)}{100} \times 100\% = 56\%$$

Menghitung Jumlah Fasa Ferrite

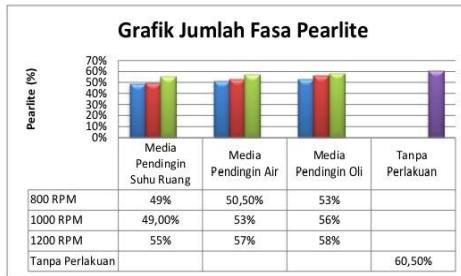
$$\text{Fasa Ferrite} = \frac{\text{Jumlah Titik}}{\text{Jumlah Total Titik}} \times 100\%$$

$$\text{Fasa Ferrite} = \frac{(3 \times 1) + \left(85 \frac{1}{2}\right)}{100} \times 100\% = 44\%$$

Tabel 4.3 Perhitungan Persentase Pearlite dan Ferrite

Fariasi Rpm	Fariasi Media Pendingin	Pearlite	Ferrite
800 Rpm	Media Suhu Ruang	48,5%	51,5%
	Media Pendingin Air	50,5%	49,5%
	Media Pendingin Oli	53%	47%
1000 Rpm	Media Suhu Ruang	49%	51%
	Media Pendingin Air	53%	47%
	Media Pendingin Oli	56%	44%
1200 Rpm	Media Suhu Ruang	55%	45%
	Media Pendingin Air	57%	43%
	Media Pendingin Oli	58%	42%

Setelah menghitung semua persentase ferit dan perlit, maka data yang didapatkan akan dibuat menjadi grafik batang seperti gambar dibawah ini :

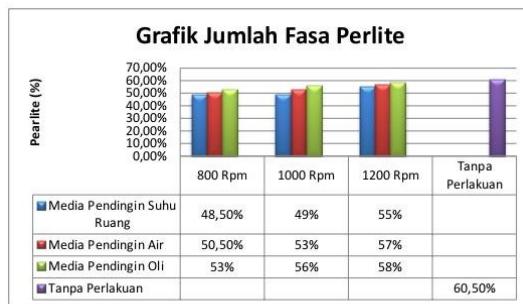


Gambar 4. 3 Grafik Jumlah Fasa Pearlite

Gambar 4.3 adalah diagram data perhitungan bilangan Data pada diagram di atas diperoleh melalui perhitungan bilangan perlit dan perlit, dan fasa ferit dan perlit dikumpulkan dari hasil uji mikrostruktur Laboratorium Metalografi Untag Surabaya. Berdasarkan hasil dari nilai tertinggi hingga nilai terendah dari fasa ferit yang dihitung dengan metode perhitungan titik dapat dilihat yaitu :

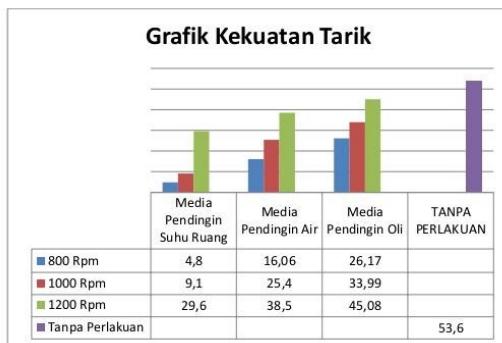
1. Grafik di atas menunjukkan bahwa fase perlit paling banyak ditemukan pada sampel yang dilas pada 800 RPM dengan pendingin oli dengan jumlah fase 53%, dan nilai terendah adalah 49% dengan pendingin suhu ruangan. 2. Jumlah fase perlit tertinggi pada sampel saat pengelasan pada 1000 rpm adalah 56% dengan pendingin oli dan nilai terendah adalah 49,0% dengan pendingin suhu ruangan.

3. total fasa perlit tertinggi pada sampel saat pengelasan dengan arus 1200 rpm sebesar 58% media pendingin oli dan nilai terendah sebesar 55% pendingin suhu ruang.



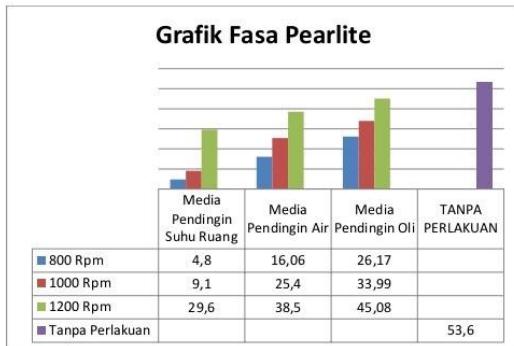
Gambar 4. 4 Grafik Jumlah Fasa Pearlite

1. menggunakan media pendingin suhu ruang dengan nilai tertingginya sebesar 55% dengan 1200 rpm dan terendahnya sebesar 48,50% dengan 800 rpm
2. Nilai maksimum adalah 57% untuk jumlah fase perlit pada spesimen yang dibuat dengan pengelasan dengan media pendingin air. menggunakan 1200 rpm dan terkecil sebesar 50,50% di 800 rpm.
3. Fase perlit paling banyak tercipta pada spesimen dengan menerapkan media pendingin oli selama pengelasan dengan nilai tertingginya sebesar 58% dengan 1200 rpm dan terendahnya sebesar 53% dengan 800 rpm.



Gambar 4.5 Hubungan Pengaruh Variasi Rpm dan Media Pendingin Terhadap Uji Tarik

Dapat dilihat bahwa media pendingin suhu ruang pengelasan dengan variasi rpm pengelasan yang tinggi dengan hasil tarik media pendingin suhu ruang rpm 800 sebesar  $4,8\text{kg/mm}^2$ , 1000 rpm sebesar  $9,1\text{ kg/mm}^2$ , dan 1200rpm  $29,6\text{ kg/mm}^2$ . Dapat dilihat bahwa media pendingin air pengelasan dengan variasi rpm pengelasan yang tinggi dengan hasil tarik media pendingin suhu ruang rpm 800 sebesar  $16,06\text{kg/mm}^2$ , 1000 rpm sebesar  $25,4\text{ kg/mm}^2$ , dan 1200rpm  $38,5\text{ kg/mm}^2$ . Dapat dilihat bahwa media pendingin oli pengelasan dengan variasi rpm pengelasan yang tinggi dengan hasil tarik media pendingin suhu ruang rpm 800 sebesar  $26,17\text{kg/mm}^2$ , 1000 rpm sebesar  $33,99\text{kg/mm}^2$ , dan 1200rpm  $45,08\text{kg/mm}^2$ .



Gambar 4.6 Hubungan Pengaruh Variasi Putaran Rpm dan Media Pendingin Terhadap Hasil Pengujian Struktur Mikro

Dapat dilihat bahwa media pendingin suhu ruang pengelasan dengan variasi rpm pengelasan yang tinggi dengan hasil perlit struktur mikro media pendingin suhu ruang rpm 800 sebesar 48,5% , 1000 rpm sebesar 49% , dan 1200rpm 55%. Dapat dilihat bahwa media pendingin air pengelasan dengan variasi rpm pengelasan yang tinggi dengan hasil perlit struktur mikro media pendingin air rpm 800 sebesar 50,5%, 1000 rpm sebesar 53%, dan 1200rpm 57%. Dapat dilihat bahwa media pendingin oli pengelasan dengan variasi rpm pengelasan yang tinggi dengan hasil perlit struktur mikro media pendingin oli rpm 800 sebesar 53%, 1000 rpm sebesar 56%, dan 1200rpm 58%.



Gambar 4.7 Hubungan Uji Tarik dan Struktur Mikro

Dari grafik uji tarik dan struktur mikro Kedua plot menunjukkan peningkatan kekuatan tarik dan peningkatan jumlah fase perlit, seperti yang dapat diamati pada variasi rpm, yang berarti baik kekuatan tarik maupun kekerasan mengalami peningkatan yaitu sifat perlit, artinya setiap penambahan variasi rpm akan menghasilkan peningkatan kekuatan baja ST42.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut ini dapat disimpulkan dari pemeriksaan dampak data yang diperoleh sebelum dan sesudah pengelasan baja ST42 pada berbagai tingkat pendingin dan kecepatan:

1. Dari hasil stress test dengan variasi 800, 1000 dan 1200 rpm dan media pendinginnya adalah oli, air dan temperatur ruangan. Gaya tarik maksimum pada saat pengelasan dengan pendinginan oli pada putaran 1200 rpm adalah sebesar 45,08 kg/mm<sup>2</sup>. Dan kekuatan tarik terendah pada saat pengelasan pada putaran 800 rpm dengan cairan pendingin suhu ruangan adalah 4,8 kg/mm<sup>2</sup>.
2. Struktur mikro baja ST42 pada pengelasan 1200 rpm dengan pendinginan oli 58%. Dan yang paling rendah adalah 48,50% pada saat pengelasan 800rpm dengan coolant suhu ruang dilihat pada perbesaran 500x diarea HAZ dan dihitung diperoleh fasa perlit tertinggi dengan metode point counting.

### Saran

1. Kenakan alat pelindung diri saat mengelas untuk mengurangi bahaya pekerjaan.
2. Untuk investigasi lebih lanjut, gunakan variasi RPM dan coolant yang sama dengan diameter yang lebih besar.

## REFERENSI

- Bakti irham, M. (2022) “Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja St 37 Dan St 42,” *Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja St 37 Dan St 42*.
- Cahyadi, D. (2022) *HASIL PRE HEATING PENGELASAN SMAW PELAT BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA*.
- Fhadillah, A., Budiarto, U. Dan Budi, A. W. (2017) “Analisa Sifat Mekanis Baja St 60 Setelah Carburizing Menggunakan Arang Batok Katalis baco3 Dan Quenching Dengan Oli Dan Air Garam,” *Teknik Perkapalan*, 5(2), hal. 421–430.
- Gullino, A., Matteis, P. Dan Aiuto, F. D. (2019) “Review of aluminum-to-steel welding technologies for car-body applications,” *Review of aluminum-to-steel welding technologies for car-body applications*,

9(3), hal. 1–28. Doi: 10.3390/met9030315.

- Hamid, A. (2016) “Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan,” *Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan*, 7(1), hal. 26–36. Doi: 10.22441/jte.v7i1.813.
- Huda, N. Dan Jasman (2019) “Pengaruh kuat arus terhadap uji tarik material baja karbon rendah menggunakan Metal Inert Gas (MIG),” *Pengaruh kuat arus terhadap uji tarik material baja karbon rendah menggunakan Metal Inert Gas (MIG)*, hal. 219–229.
- K., A. Dan Putra, I. (2019) “Analisis Kekuatan Tarik dan Impact Hasil Sambungan Las Gesek pada Baja St37,” *Ranah Research*, 1(4), hal. 914–920.
- Setiawan, P. R. (2022) “ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST37 HASIL PENGEELASAN MENGGUNAKAN METODE PENGEELASAN SMAW DENGAN VARIASI KUAT ARUS, DAN MEDIA PENDINGIN,” *ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST37 HASIL PENGEELASAN MENGGUNAKAN METODE PENGEELASAN SMAW DENGAN VARIASI KUAT ARUS, DAN MEDIA PENDINGIN*, hal. 1–26.