



## **Analisis Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Hasil *Pre Heating* Pengelasan SMAW Pelat Baja JIS G 3131 SPHC Dengan Variasi Temperatur dan Media Pendingin**

**Dedi Cahyadi, Maula Nafi**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [deddycahyadi35@gmail.com](mailto:deddycahyadi35@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Teknologi pengelasan memegang peranan penting dalam proses penyambungan, dan tidak terlepas dari heat treatment yang berperan penting dalam proses penyambungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur mikro dan tingkat kekerasan bahan lembaran baja karbon rendah JIS G 3131 SPHC dengan pengelasan SMAW menggunakan variasi suhu pemanasan dan media pendinginan. Dilanjutkan uji kekerasan dan uji struktur mikro. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Dalam penelitian kali ini digunakan material baja karbon rendah JIS G 3131 SPHC dengan ketebalan 9 mm. setelah itu dilakukan proses Pre Heating dengan suhu 100°C, 200°C dan 300°C, lalu dilanjutkan keproses pengelasan SMAW dengan tipe elektroda E7016 dan diteruskan ke proses pengujian struktur mikro dan pengujian kekerasan. Setelah dilakukan proses pengujian didapatkan hasil uji struktur mikro dengan presentase perlit tertinggi terdapat pada daerah HAZ dengan suhu 100°C dan menggunakan media pendingin air dengan nilai 33%, sedangkan nilai struktur perlit terendah terdapat pada bagian welding metal dengan suhu 300°C dan menggunakan media pendingin suhu ruangan dengan nilai 11%, dan hasil dari uji kekerasan didapatkan nilai tertinggi terdapat pada bagian welding metal pada material tanpa menggunakan perlakuan, dan nilai kekerasan terendah terdapat pada base metal material menggunakan perlakuan panas 300°C dan menggunakan media pendingin suhu ruangan dengan nilai 43,8 HRC.

**Kata kunci:** Pengelasan SMAW, *Pre Heating*, Baja Karbon Rendah, Variasi Temperatur, Variasi Media Pendingin.

### **ABSTRACT**

*Welding technology has an important role in the joining process, inseparable from the heat treatment which affects the joining process. This study aims to determine the microstructure and level of hardness of the JIS G 3131 SPHC low carbon steel plate material using the type of SMAW welding and using temperature and cooling media variations, next microstructure testing and hardness testing. The method used in this research is experimental. In this study used low carbon steel material JIS G 3131 SPHC 9mm of thickness. After that, the heat treatment process is carried out at a temperature of 100°C, 200°C and 300°C. then proceed to the SMAW welding*

*process with electrode type E7016 and continue to microstructure testing and hardness testing. After the testing process, the results of the microstructure test with the highest percentage of pearlite are found in the HAZ area with a heat treatment temperature of 100°C and using water cooling media with value of 33%, while the lowest pearlite structure value is found the welding metal area with a temperature heat treatment 300°C and using room cooling media with a value of 11%, and the results of the hardness test obtained the highest value in the welding metal area of the material without heat treatment and the lowest hardness value was found in the base metal area using heat treatment 300°C and using room cooling media with a value of 43,8 HRC.*

**Keywords:** SMAW Welding, Pre Heating, Low Carbon Steel, Temperature Variations, Cooling Media Variations.

### PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses pengerjaan yang memegang peranan sangat penting dalam dunia rancang bangun. Saat ini hampir semua logam dapat di las, karena telah banyak teknologi baru yang proses penyambungan dengan cara pengelasan. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya dibidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Pengelasan adalah penyambungan dua logam atau paduan logam dengan pemanasan di atas atau di bawah titik leleh, dengan atau tanpa penetrasi dan dengan atau tanpa bahan pengisi. (Howard, 1989).

Pada pengelasan terdapat beberapa macam perlakuan panas pada sebelum ataupun setelah material dilas. Material terutama baja karbon akan mengalami perubahan struktur dan grain karena effect dari kecepatan pendinginan. Perlakuan panas yang dimaksud adalah Pre Heating. Pre Heating adalah bagian dari proses heat treatment sebelum dilakukan pengelasan yang bertujuan untuk mengurangi kelembaban

dari area pengelasan dan untuk menurunkan gradient temperature sehingga meminimalkan masalah yang terjadi seperti distorsi dan tegangan sisa yang berlebih. Baja karbon rendah merupakan baja karbon yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,3%, merupakan baja karbon yang banyak digunakan dan memiliki aplikasi yang luas seperti pada konstruksi bangunan dan rangka baja, konstruksi jembatan, untuk pipa, dan banyak juga digunakan dalam bidang otomotif sebagai body dari kendaraan terutama banyak digunakan dikendaraan mobil. Hal ini disebabkan selain mudah dikerjakan dengan proses pemesinan dan mudah dibentuk, baja karbon rendah ini juga memiliki sifat mampu las yang cukup baik (Sack, 1997).

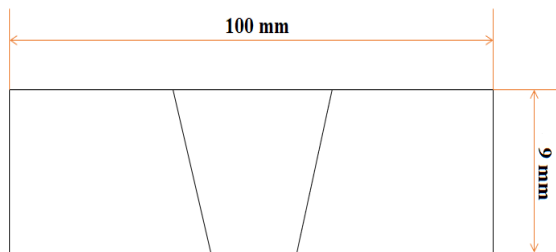
Penelitian ini akan membahas mengenai proses pengelasan SMAW pada baja karbon rendah dengan tebal 9mm lebar 20mm dan Panjang 100mm menggunakan perlakuan panas *Pre Heating* serta menggunakan media pendingin air, media pendingin oli dan media pendingin suhu ruangan. Adapun juga pengelasan material tanpa menggunakan perlakuan yang bertujuan sebagai perbandingan dengan material yang menggunakan perlakuan. Selain itu juga akan dilakukan pengamatan struktur mikro dan pengujian kekerasan untuk mengetahui

sifat dan karakteristik material. Dengan adanya penelitian ini, maka akan dapat mengetahui jumlah presentase struktur perlit maupun ferit dan juga dapat mengetahui tingkat kekerasan material setelah dan tanpa diberikan perlakuan. Diharapkan kedepannya lebih banyak penelitian-penelitian yang berkaitan dengan pengaruh perlakuan panas terhadap baja karbon rendah agar tercipta material yang lebih baik.

### ROSEDUR EKSPERIMEN

#### *Proses Preparasi material*

Preparasi material dimulai dengan memotong material dengan ukuran tebal 9mm, lebar 20mm, dan Panjang 100mm dengan menggunakan cutting laser.



Gambar 1. Ukuran Material Uji

#### *Proses Perlakuan Panas*

Perlakuan panas menggunakan oven elektrik dengan suhu 100 °C, 200 °C dan 300 °C dengan holding time 15 menit.



Gambar 2. Spesimen Didalam Oven



Gambar 3. Pre Heating 100°C



Gambar 4. Pre Heating 200°C





Gambar 5. Pre Heating 300°C

### Proses Pengelasan

Shield Metal Arc Welding (SMAW) adalah jenis pengelasan yang digunakan dengan tipe elektroda E 7016 dan menggunakan kampuh V dengan sudut 60°.



Gambar 6. Proses Pengelasan

### Proses Pendinginan

Proses pendinginan menggunakan media pendinginan air, pendinginan oli mesran SAE 40 dan pendinginan suhu ruangan.



Gambar 7. Proses Pendinginan

### Proses preparasi material

Preparasi material sebelum dilakukan pengujian untuk menghilangkan logam las yang berlebih dengan cara meratakan menggunakan gerinda dan kertas amplas, setelah itu dilakukan proses etsa untuk mengetahui struktur mikro.



Gambar 8. Proses ETSA

### Proses pengujian struktur mikro

Pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop dengan perbesaran 500x dan dilakukan pengambilan pada Welding Metal, Heat Affect Zone, dan base

metal. Masing masing bagian diambil 3 sampel.



Gambar 9. Proses Pengambilan Gambar Mikro

*Proses pengujian kekerasan*

Pengujian kekerasan menggunakan jenis *Rockwell* dengan tipe indentor intan kerucut dan diberikan beban sebesar 150 kg, pengujian kekerasan dilakukan pada *Welding Metal*, *Heat Affect Zone*, dan *Base Metal*. Masing masing bagian diambil 5 sampel.



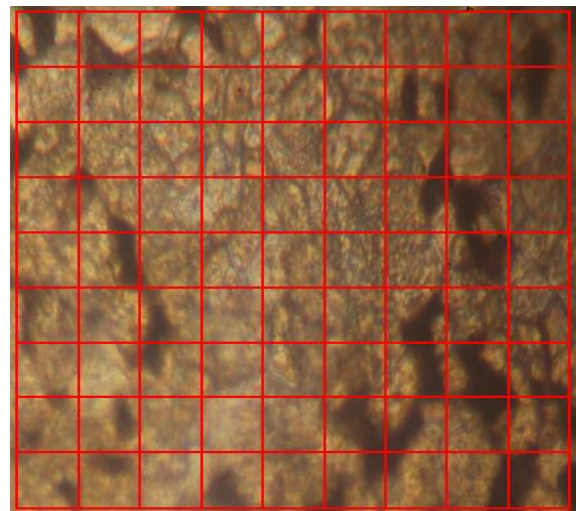
Gambar 10. Proses Pengujian Kekerasan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Hasil Pengujian Struktur Mikro*

Pengujian struktur mikro guna untuk mengetahui jumlah presentase perlit dan ferit dimana struktur perlit berwarna hitam dan ferit berwarna terang. Dimana semakin kecil presentase perlit maka material akan semakin ulet.

*Cara menentukan presentase perlit ferit*



Gambar 11. Contoh Perhitungan Presentase Struktur Mikro

Gambar Contoh Perhitungan Struktur Mikro

- Presentase Perlit

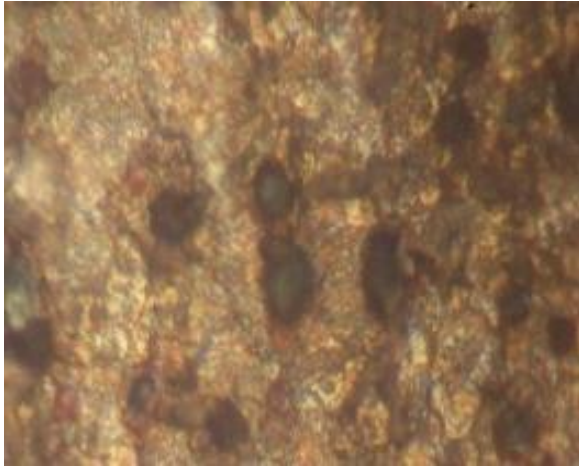
$$= \frac{\text{Jumlah fasa Perlit}}{\text{Jumlah Titik}} \times 100 \% = \%$$

$$= \frac{29}{100} \times 100 \% = 29 \%$$

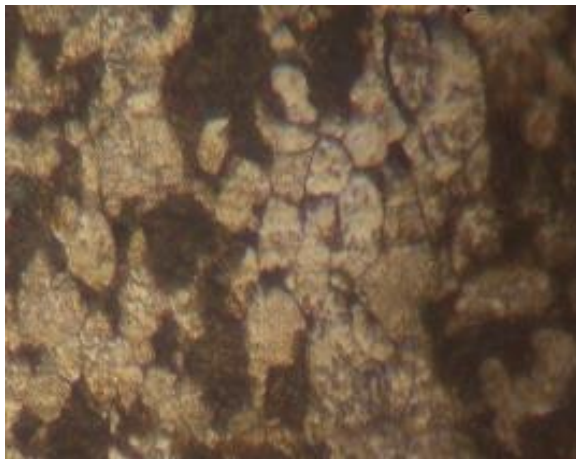
- Presentase Ferit

$$= 100 \% - \text{Presentase Perlit} = \%$$

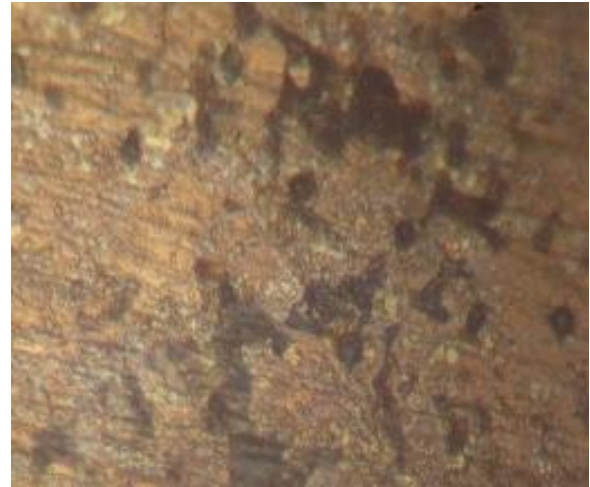
$$= 100 \% - 29 = 71 \%$$



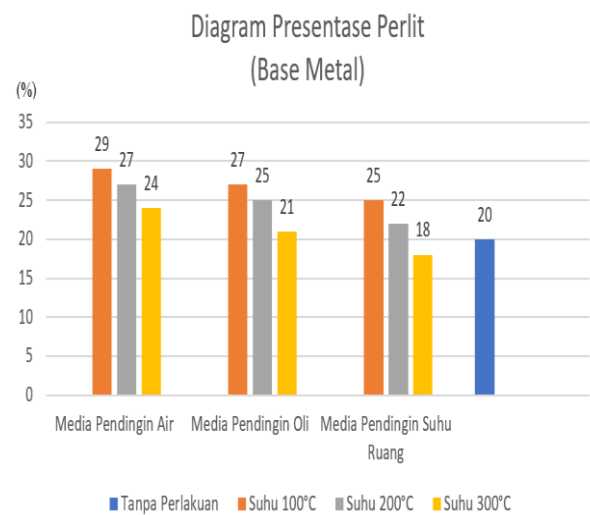
Gambar 12. Struktur mikro menggunakan media pendingin air dengan suhu 100°C



Gambar 13. Struktur mikro menggunakan media pendingin oli dengan suhu 100°C

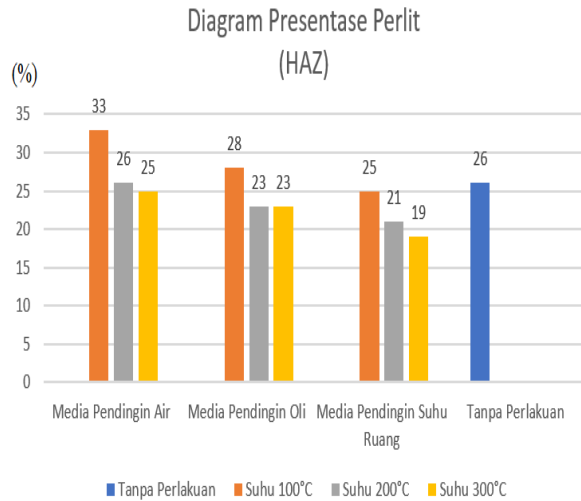


Gambar 14. Struktur mikro menggunakan media suhu ruangan dengan suhu 100°C

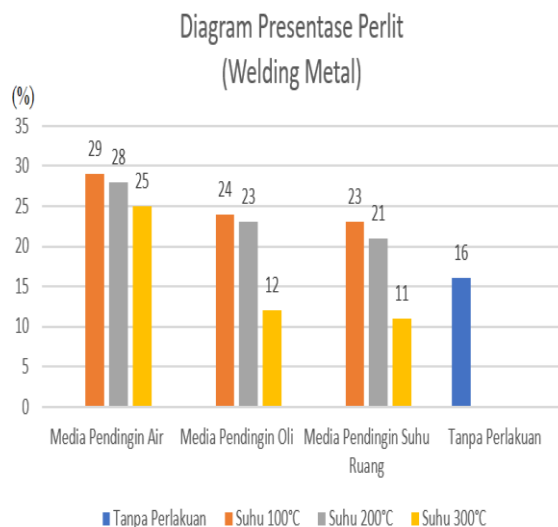


Gambar 15. Diagram presentase perlit pada daerah Base Metal (BM)





Gambar 16. Diagram presentase perlit pada daerah HAZ



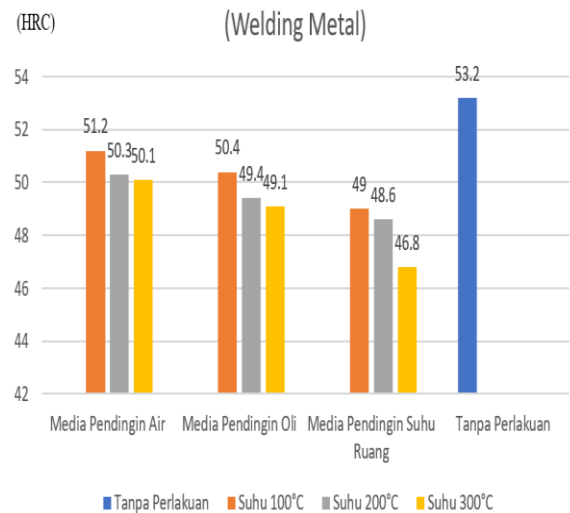
Gambar 17. Diagram presentase perlit pada daerah Welding Metal (WM)

Dari beberapa gambar diatas dapat disimpulkan bahwa proses *Pre Heating* dan juga proses pendinginan sangat berpengaruh pada jumlah presentase struktur mikro. Dimana semakin tinggi suhu *Pre Heating* maka semakin menurun pula jumlah presentase struktur perlit. Begitu pula pada proses pendinginan, dimana semakin lambat proses pendinginan maka semakin menurun pula jumlah presentase struktur perlit. Hal

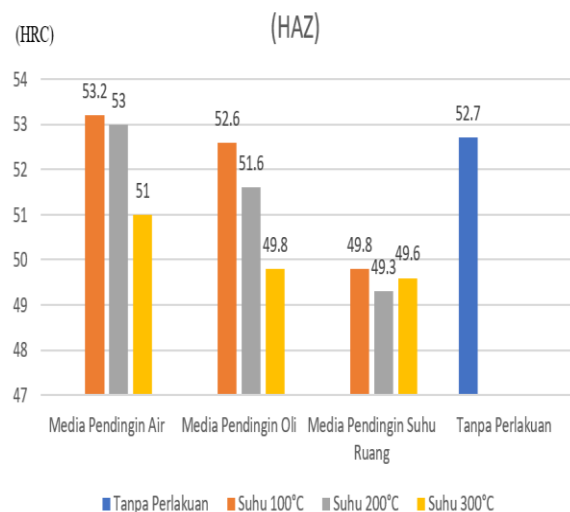
ini dapat terjadi dikarenakan proses *Pre Heating* sendiri berfungsi untuk merubah struktur perlit menjadi ferit sehingga ferit lebih dominan dan material menjadi lebih ulet

#### Hasil Uji Kekerasan

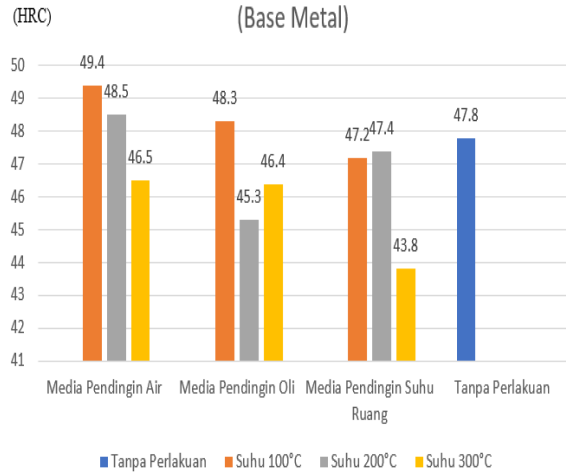
Pengujian kekerasan menggunakan *Rockwell* dengan tipe indentasi intan kerucut dengan beban 150 kg dan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 18. Nilai uji kekerasan pada daerah Welding Metal (WM)



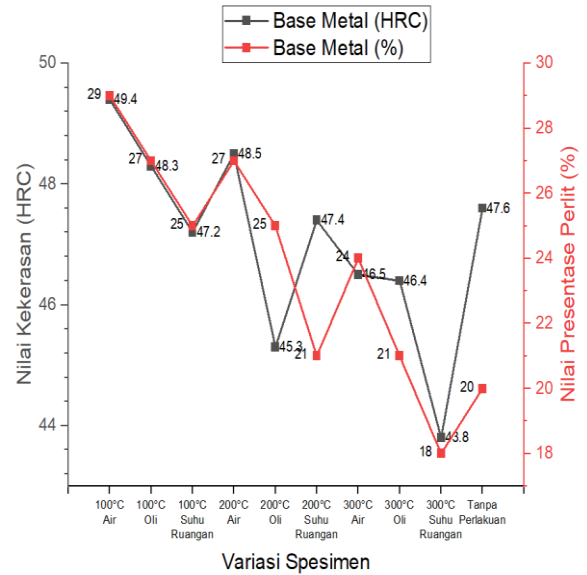
Gambar 19. Nilai uji kekerasan pada daerah HAZ



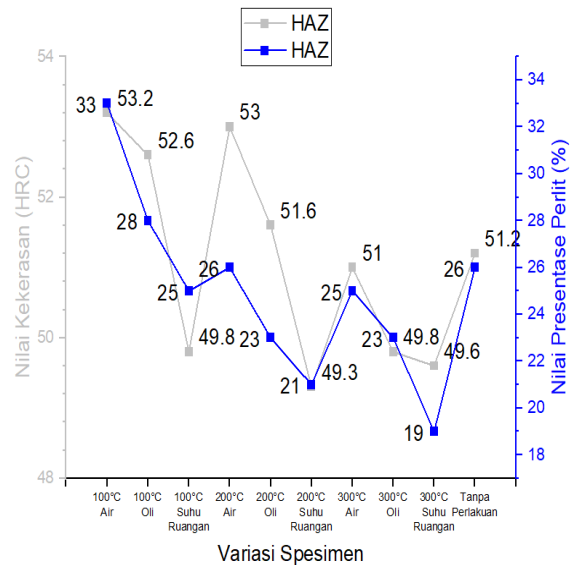
Gambar 20. Nilai uji kekerasan pada daerah Base Metal (BM)

Dari beberapa gambar nilai hasil dari pengujian kekerasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa proses *Pre Heating* dan proses pendinginan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan spesimen pengujian dimana semakin tinggi temperatur *Pre Heating* maka nilai kekerasan material akan menurun dan dimana semakin lambat proses pendinginan maka nilai kekerasan spesimen pengujian juga akan menurun, dimana semakin menurun tingkat kekerasan material maka material akan semakin ulet dan tangguh.

*Hubungan hasil uji mikro dengan uji kekerasan*

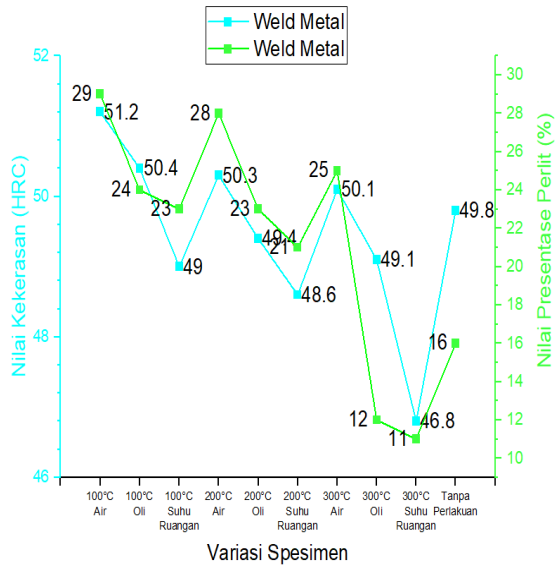


Gambar 21. Diagram hubungan uji mikro dan kekerasan pada base metal



Gambar 22. Diagram hubungan uji mikro dan kekerasan pada haz





Gambar 23. Diagram hubungan uji mikro dan kekerasan pada weld metal

Dari beberapa diagram diatas tentunya saling berkaitan, dimana pada diagram hasil uji kekerasan menunjukkan semakin tinggi temperature *Pre Heating* akan menghasilkan nilai kekerasan yang rendah dan penurunan nilai kekerasan akan berpengaruh menambah sifat ketangguhan material. Hal ini selaras dengan hasil pengujian struktur mikro terutama pada daerah logam pengelasan. Pada gambar tersebut menunjukkan grafik perbandingan jumlah perlit yang semakin menurun pada setiap kenaikan temperature perlakuan panas dan kecepatan pendinginan. Dimana semakin kecil presentase perlit maka material akan semakin ulet.

Dari nilai kekerasan yang didapat, material yang menggunakan proses pemanasan dengan suhu 100°C dan didinginkan menggunakan metode quenching (air) mendapat nilai rata-rata kekerasan tertinggi hal ini disebabkan oleh deformasi struktur perlit menjadi ferit. Yang mana semakin tinggi presentase struktur perlit maka tingkat kekerasan material akan semakin tinggi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Proses perlakuan panas *Pre Heating* dan proses pendinginan sangat berpengaruh pada sifat dan karakteristik material dimana dapat ditunjukkan dari beberapa data diatas bahwa semakin tinggi suhu *Pre Heating* dan juga semakin lambat proses pendinginan maka akan membuat material akan semakin ulet dan tangguh. Dimana ditunjukkan pada gambar presentase perlit terendah terdapat pada material yang menggunakan suhu 300°C dan menggunakan media pendingin suhu ruangan dengan nilai 11%. Dan nilai kekerasan terendah terdapat pada material menggunakan suhu *Pre Heating* 300°C dan media pendingin suhu ruangan dengan nilai 43,8 HRC.

Saran untuk penelitian selanjutnya menggunakan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan pada bagian sambungan pengelasan.

## REFRENSI

- Adi Nugroho., Eko Setiawan., 2018 , “Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Sambungan LasPlate Carbon Steel Astm 36” Batam: Progam Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
- Afrian Sugiharto., I DG Ary Subagia., I Nyoman Budiarsa.. 2017. “Kekerasan Dan Tegangan Tarik Lasan Baja St 37 Pada Posisi Vertikal Dan Horizontal” Jimbaran:Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Chandra, Aktika. 2011. “Pengaruh Preheating terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Pengelasan Adapter Bucket Excavator dengan

- Metode Gas Metal Arc Welding”  
Depok: Universitas Indonesia.
- Indra priyanto., 2017. “Pengaruh Temperatur Media Pendingin (Air, Collant, Oli) Pada Pengelasan Gmaw Terhadap Struktur Mikro, Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Baja St 37” Semarang Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Jaemi Martins Kolo., Nyoman Pasek Nugraha., Gede Widayana., 2017. “Pengaruh Variasi Arus Terhadap Kekuatan Impact Dan Kekerasan Material St 37 Menggunakan Proses Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (Gtaw)” Bali: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja.
- Saiful Askar., Sinarep., Nasmi Herlina Sari., 2013. “Pengaruh Preheat Dan Tempering Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Baja JIS SS 400” Mataram: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Wartono., Muhammad Taufiq., Abraham Julius., 2019. “**Pengaruh Preheat Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Metal Inert Gas (Mig) Pada Baja Karbon Rendah**” Yogyakarta: Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Wiryo Sumarto, H. dan Okumura., T. 1987. “**Teknik Pengelasan Logam, edisi VII**”. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.