

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *PREHEATING* DAN KUAT ARUS TERHADAP UJI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGELASAN SMAW BAJA

1,2) Staff pengajar, Prodi
Teknik Mesin Universitas
Lambung Mangkurat, Jl. A.
Yani KM-35,5, Banjarbaru,
Indonesia.

Hajar Isworo ¹⁾, Riyan Nur Hidayah ²⁾

Corresponding email ¹⁾ :
hajarisworo@ulm.ac.id

Received: 26-10-2021
Accepted: 15-11-2021
Published: 28-12-2021

©2021 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui efek dari variasi preheating serta kuat arus pada hasil nilai uji kekerasan dan pengujian struktur mikro dari pengelasan SMAW baja ST37. Hasil nilai uji kekerasan dari spesimen yang telah didapat, cenderung memiliki angka yang relative tidak berbeda jauh antar semua spesimen ditiap tiap bagiannya. tetapi pada bagian HAZ nilai kekerasannya turun drastis jika dibandingkan dengan logam induknya dimana nilainya berkisar 40,6 HRB sampai 54,6 HRB dan nilai kekerasan terendahnya adalah 40,6 HRB didapat dari spesimen dengan variasi kuat arus 100A dan preheating 300°C. Dari pengujian struktur mikro dapat dilihat bahwa proses preheating sangat berpengaruh pada hasil sambungan las pada proses pengelasan SMAW baja ST37, ini terlihat jelas pada Hasil pengujian spesimen dengan variasi kuat arus 60A dimana semakin besar variasi preheat diberikan maka sambungan las akan semakin baik, dengan variasi preheating paling optimal pada suhu 200°C. Begitu pula pada penggunaan kuat arus 80A dan 100A.

Kata Kunci: Pengelasan, Preheating, Kuat Arus, Pengujian Kekerasan, Struktur Mikro

Abstract. This study aims to determine the effect of variations in preheating and current strength on the results of hardness test values and microstructure testing on ST37 steel SMAW welding. The results of the hardness test values of the spesimens that have been obtained tend to have numbers that are relatively not much difference between all spesimens in each part. But in the HAZ section, the hardness value drops dramatically compared to the parent metal. The value ranges from 40.6 HRB to 54.6 HRB, and the lowest hardness value is 40.6 HRB obtained from spesimens with variations in the current strength of 100A and preheating of 300°C. From the microstructure test, it can be seen that the preheating process is very influential on the results of welding joints in the ST37 steel SMAW welding process. This is clearly seen in the results of testing spesimens with variations in the current strength of 60A, where the more significant the preheat variation is given, the welded joints will be better, with variations in preheating. Optimally at 200°C. Similarly, the use of strong currents of 80A and 100A.

Keywords: Welding, Preheating, Current Strength, Hardness Testing, Microstructure

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v8i2.172>

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi sekarang ini sangatlah pesat dan sangat mempengaruhi berbagai sektor kehidupan, tidak terkecuali industri manufaktur yang semakin hari semakin berkembang. Hal inilah yang mendorong sebuah industri untuk saling berlomba dalam memaksimalkan hasil produksi mereka baik dari segi jumlah produksi, waktu dan juga kualitas dari produk yang diciptakan. Dunia industri manufaktur sendiri tidak terlepas dari beberapa konsentrasi keilmuan salah satunya adalah bidang pengelasan, yang mana seiring

berjalannya waktu hasil pengelasan juga harus ditingkatkan dengan berbagai cara guna mencapai hasil pengelasan yang sesuai dengan tujuan pengelasan itu sendiri baik dari segi kekuatan maupun ketahanan hasil pengelasannya.

Pengelasan merupakan suatu proses pekerjaan penggabungan logam dengan proses pemanasan pada satu bagian, sehingga membentuk suatu ikatan metalurgis dari logam yang digabungkan tersebut. Adanya perkembangan teknologi pada waktu ini berbagai teknik pengelasan pun mengikuti proses perkembangannya dibuktikan dengan adanya banyak penemuan terbaru, sehingga semakin kesini seperti tidak ada material logam yang tidak bisa dilakukan pengelasan. Kemajuan teknologi dan meningkatnya kebutuhan akan konstruksi menjadikan proses pengelasan yang berkualitas sebagai salah satu alternative untuk menciptakan suatu konstruksi yang baik, dan memiliki kekuatan tinggi [1].

Tujuan daripada proses *preheating* disini guna meningkatkan sifat fisis logam sekaligus sifat mekaniknya. Oleh karena itu ketika menentukan suhu *preheating* dan juga kuat arus yang dipakai dalam pengelasan sangat berperan besar sehingga hasilnya sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dari pengelasan material tersebut seperti halnya ingin mencapai kekerasan terbaik dan juga struktur mikro yang sesuai dengan tingkat kekerasannya. Seperti latar belakang yang sudah tertulis diatas, penulis bertujuan mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan variasi *preheating* dan variasi kuat arus, dengan menganalisa sifat mekanis baja pada hasil pengelasan berupa pengujian struktur mikro dan juga hasil uji kekerasannya.

2. Tinjauan Pustaka

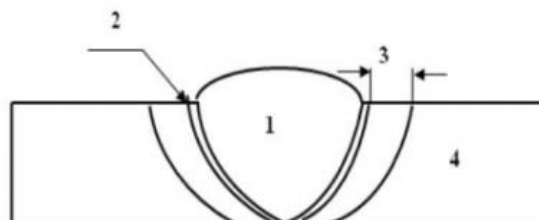
Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Pengelasan SMAW adalah pengelasan yang menggunakan busur elektroda yang terbungkus. Pada proses pengelasan ini panas diperoleh dari busur listrik yang tersusun atas covered metal elektroda yang bersentuhan dengan benda kerja. Selanjutnya gas pelindung yang ada di elektroda merupakan *flux coating* yang nantinya akan ikut meleleh ketika proses pengelasan dan hasil lelehannya akan menjadi slag. Adapun pada jenis pengelasan *shelded metal arc welding* terdapat dua jenis pengelasan berdasarkan arus yang diberikan yakni pengelasan arus DC serta pengelasan arus AC.

Metalurgi Pengelasan

Di lingkup pengelasan terdapat juga istilah metalurgi, secara sederhana metalurgi dalam pengelasan terbatas hanya bagian logam las dan daerah yang terkena pengaruh panas atau biasa dikenal dengan istilah *HAZ* (*Heat Affected Zone*). Berdasarkan konsep ini secara sederhana harus mempertimbangkan prinsip dasar metalurgi pada umumnya sebelum kita membahas sifat sifat logam las dan daerah yang terpengaruh panas atau yang disebut HAZ. Hal ini diharapkan dengan diketahuinya metalurgi las supaya memudahkan kemungkinan memprediksi sifat sifat dari logam las yang akan kita lakukan pengelasan dengan variasi variasi yang telah ditentukan. Selain itu aspek aspek yang terjadi selama proses pengelasan berlangsung dan sesudah proses berakhir juga harus dipertimbangkan secara maksimal guna menghindari hasil pengelasan yang kurang sempurna. Oleh karenanya selain factor analisis metalurgi las tersebut, alangkah lebih baiknya jika tunjang dengan keahlian dalam pengoperasian pengelasan serta mematuhi prosedur prosedur pengelasan sehingga menjamin mutu hasil pengelasan tersebut [2].

Dalam proses pengelasan, daerah yang dipengaruhi panas merupakan bagian yang sangat vital dan penting, karena pada daerah ini akan sangat mempengaruhi pada hasil kekuatan sumpungan las. Ini disebabkan karena pada daerah pengaruh panas atau HAZ ini merupakan bagian yang berubah struktur logamnya yakni transisi dari struktur logam las sampai pada struktur logam induk. Dibagian *Heat Affected Zone* yang letaknya mendekati garis lebur pertumbuhan kristalnya akan sangat cepat dan terbentuk butiran butiran kasar, bagian ini disebut batas las [3].



Gambar 1. Daerah pengaruh panas pada pengelasan [4]

Keterangan :

- 1) *Weld metal* atau logam las merupakan bagian yang terjadi peluluhan logam dengan waktu yang cepat kemudian mengeras. Sedangkan fusion line yakni garis batasan antara bagian yang mengalami peluluhan dengan bagian yang tidak luluh. Bagian ini sangat sempit sekali sehingga sering disebut dengan garis gabung antara HAZ dengan weld metal.

- 2) *Heat Affected Zone* adalah bagian yang terkena pengaruh panas serta logam induk yang berada sebelah dengan logam las selama pengelasan berlangsung yang kemudian terjadi proses termal sekaligus pendinginan yang sangat cepat, dan berakibat adanya perubahan struktur logam sesudah pemanasan.
- 3) Logam Induk/*Parent Metal* adalah bagian logam dasar atau material dasar dimana temperature panas yang ada pada proses pengelasan tidak berpengaruh pada perubahan sifat dan struktur logamnya.
- 4) Distribusi temperatur yang berlangsung ketika adanya masukan panas atau proses pendinginan tidak rata pada semua bagian material. Persebaran temperature ini terjadi tidak merata baik dilihat dari bagiannya atau dilihat dari waktu berlangsungnya. Persebaran yang tidak merata seperti ini seringkali jadi penyebab adanya deformasi pada struktur pengelasan. Oleh karena itu guna guna menyelesaikan permasalahan seperti ini perlu dipelajari benar bagaimana persebaran temperature yang terjadi ketika proses las berlangsung [3].

Preheating (Pemanasan Awal)

Menurut *American Welding Society* pengertian dari *preheat* yakni panas yang diberikan terhadap bagian logam yang akan dilakukan pengelasan supaya memperoleh serta memelihara *preheat* temperaturnya. Adapun temperature *preheat* memiliki definisi suhu daripada base metal atau logam induk di daerah titik yang akan dilakukan pengelasan sebelum proses las dilakukan. Saat *multipass weld* pengertian dari *temperature preheat* ialah suhu sesaat ketika proses las belum dilakukan pada daerah celah atau *pass* yang kemudian dimulai proses pengelasaannya.

Preheating dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya memakai oxi gas flame, gas burner, pemanasan induksi, atau pemanasan di tungku furnace juga bisa dengan cara electric blanket. Untuk *preheating* sendiri alangkah baiknya dilakukan dengan distribusi yang merata agar hasilnya maksimal. Adapun *preheating* yang berlebihan dan distribusi yang tidak sama bisa menimbulkan efek tegangan sisa yang tinggi, distorsi, yang bisa berakibat pada perubahan metalurgi yang tidak diharapkan.

Karakteristik Baja ST 37

Baja ST37 merupakan golongan baja karbon sedang dengan spesifikasi menyerupai AISI1045, didalamnya mengandung komposisi kimia Carbon berjumlah 0,5%, silicon 0,3% , Mangan 0,8% ,dengan beberapa unsur tambahan lainnya. Baja ST37 memiliki nilai kekerasan kurang lebih 170 HB serta kekuatan tarik 650 – 800 N/mm². Penggunaan baja ST37 secara umum sangat lah mudah tanpa harus menggunakan proses perlakuan panas, namun jika diperlukan perlakuan panas untuk tujuan tertentu hal ini juga bisa saja dilakukan. [5]

Elektroda

Elektroda E7016 memiliki spesifikasi diantaranya, merupakan elektroda berjenis coating yang mengandung hydrogenalkali rendah, memberikan hasil logam las yang memiliki sifat mekanik tinggi dan ketahanan retak bagus, bisa dilakukan pengelasan AC ataupun DC, bisa diterapkan pada semua jenis posisi las, serta memiliki komposisi, C≤0.12, Mn≤1.6, Si≤0.75, S≤0.035, P≤0.040.

Uji Kekerasan Rockwell

Uji kekerasan Rockwell hampir sama dengan uji kekerasan brinell, dimana hasil yang angka yang didapat adalah fungsi derajat indentasi. Beban dan mata indenter yang digunakan bermacam macam dilihat dari jenis yang di uji. Perbedaan nya dengan uji brinell terletak pada ukuran indertornya dimana pada uji brinell indentornya lebih kecil sehingga kecil pula indentasi yang di dapat. Pengujian ini banyak diaplikasikan pada dunia industry karena cenderung sederhana dan mudah dipakai. [6]

Pengujian Mikro Struktur

Uji metalografi adalah alternatif yang dilakukan untuk mengamati struktur logam yang biasanya dilakukan dengan memanfaatkan mikroskop optik ataupun mikroskop elektron. Beberapa tahapan yang bisa dilakukan untuk membuat spesimen agar bisa dilakukan pengujian mikrostruktur diantaranya proses pemesinan, selanjutnya proses pengamplasan dari amplas kasar sampai yang paling halus dan ini dilakukan secara merata, setelah mengkilap lanjutkan dengan pemolesan menggunakan autosol dan gosok menggunakan kain hingga benar benar mengkilap. Selanjutnya masuk pada proses pengetsaan dengan menggunakan beberapa jenis cairan kimia. Pengetsaan dilakukan pada bagian yang sudah dipoles sebelumnya dengan lama pengetsaan antara 8 sampai 15 detik, selanjutnya spesimen siap diamati menggunakan mikroskop. Tahap terakhir yaitu proses mengamati foto dan menganalisis hasil pengujian metalografi tersebut [7].

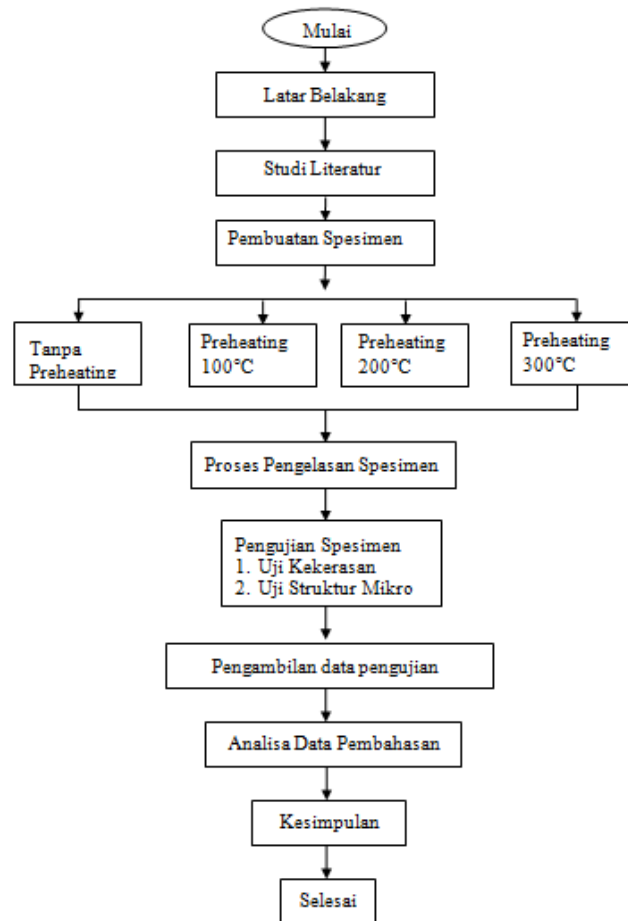
3. Metodologi

Alat dan Bahan Penelitian

Alat alat yang diperlukan pada penelitian ini antara lain: Mesin Las listrik, Elektroda ukuran 2,6 mm x 350 mm, Mesin gerinda, Las Oxi asetilen, Thermogun, Kaca mata las, Alat uji kekerasan (Hardness tester Potable), Alat uji struktur mikro, Kertas gosok (Ampelas).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pelat baja ST37

Diagram Alir



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengelasan

Hasil pengelasan yang telah dilakukan pada 12 spesimen yang telah dibuat sebelumnya dengan variasi kampuh V 60°, dan variasi ampere pengelasan 60A, 80A, dan 100A, yang pada masing masing ampere nya dilakukan proses preheating (pemanasan awal) menggunakan gas oxsi asetilen dengan variasi temperature ruang (30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C. Maka diperoleh hasil pengelasan seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil pengelasan dengan kuat arus 60A,80A dan 100A dengan variasi tanpa *preheating* (temperatur ruangan 30°C), 100°C, 200°C, dan 300° C

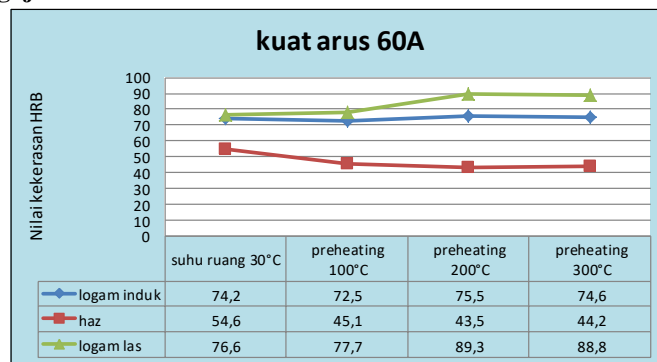
Dari hasil pengelasan pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa penggunaan besar kuat arus pengelasan pada sebuah proses pengelasan baik menggunakan variasi preheating ataupun tidak, dapat mempengaruhi bentuk dan pola pada penampakan akhir logam las, dimana semakin besar kuat arus yang diberikan maka bentuk logam las akan semakin melebar atau dengan kata lain memiliki titik luluh semakin tinggi. Dari proses pengujian kekerasan dengan memanfaatkan metode Uji kekerasan Rockwell, yang mana pengambilan data pengujian ini dilakukan pada semua spesimen dimana pada tiap tiap spesimennya dilakukan pengujian kekerasan pada tiga bagian yang berbeda yaitu bagian logam las, bagian HAZ, dan bagian logam induk. Dan masing masing bagiannya dilakukan pengujian pada dua titik guna mencari data kekerasan yang lebih akurat. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan bisa dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Kekerasan

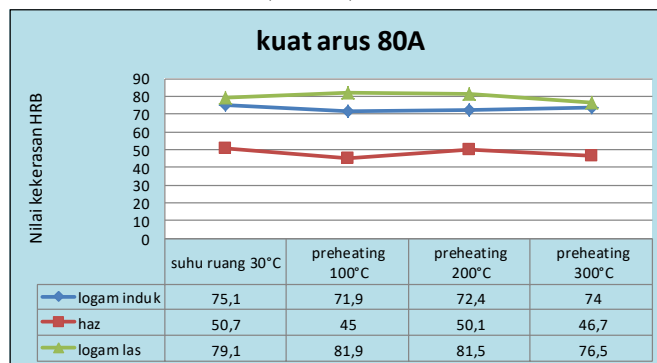
Kuat arus	Spesimen	Logam Las			HAZ			LOGAM INDUK			
		preaheat	Titik 1	Titik 2	Rata-rata	Titik 1	Titik 2	Rata-rata	Titik 1	Titik 2	Rata-rata
60 A	0°		71,2	82,1	76,6	54,0	55,2	54,6	73,6	74,8	74,2
	100°		77,2	78,3	77,7	44,7	45,5	45,1	72,2	72,8	72,5
	200°		88,6	90,1	89,3	40,0	47,0	43,5	74,4	76,6	75,5
	300°		88,7	89,0	88,8	42,9	45,6	44,2	73,3	76,0	74,6
80A	0°		76,6	81,6	79,1	47,4	54,1	50,7	74,8	75,5	75,1
	100°		77,0	86,8	81,9	44,6	45,4	45,0	71,6	72,2	71,9
	200°		81,7	81,4	81,5	44,4	55,8	50,1	73,2	71,7	72,4
	300°		77,9	75,1	76,5	44,5	49,0	46,7	73,3	74,7	74
100 A	0°		74,6	77,5	76,0	44,4	50,7	47,5	73,8	75,6	74,7
	100°		78,1	83,7	80,9	46,0	38,4	42,2	72,8	74,5	73,6
	200°		80,7	82,1	81,4	39,7	43,5	41,6	74,3	74,4	74,3
	300°		79,9	82,7	81,3	49,0	32,3	40,6	74,7	73,3	74,0

Dari data Tabel 1, dapat disederhanakan dan diolah menjadi beberapa bagian agar mudah dipahami dan dianalisis lebih lanjut, pengilahan datanya berupa pembuatan grafik hasil pengujian kekerasan pada titik titik yang telah diuji kekerasannya, data grafik akan dibuat per besar nya kuat arus untuk memudahkan pembacaan hasil grafiknya yang akan dijabarkan pada bagian pembagasan.

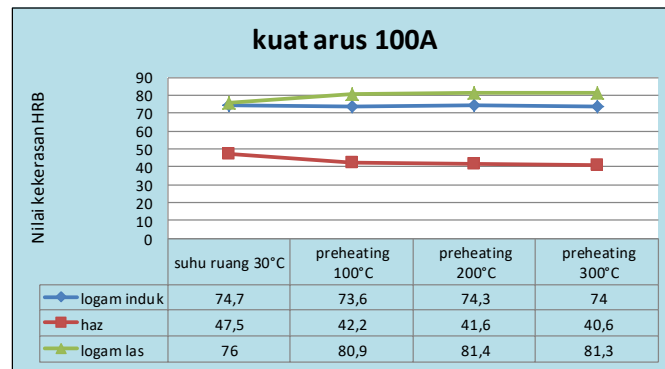
Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan



Gambar 4. Grafik kuat arus 60A dengan variasi tanpa preheating (temperature ruangan 30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C



Gambar 5. Grafik kuat arus 80A dengan variasi tanpa preheating (temperature ruangan 30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C



Gambar 6. Grafik kuat arus 100A dengan variasi tanpa preheating (temperature ruangan 30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C

Dari beberapa Gambar 4, 5 dan 6, dapat kita lihat bahwa pada hasil pengujian kekerasan memanfaatkan metode uji kekerasan Rockwell dimana metode pengelasan SMAW pada material baja ST37 dengan melakukan variasi preheating dan variasi kuat arus pengelasan tidak memberikan dampak yang signifikan jika di tinjau dari nilai nilai yang sudah di dapat dari hasil pengujian kekerasan tersebut. Nilai kekerasan yang di capai menunjukkan hasil yang fluktuatif dengan perbedaan yang sangat kecil dari semua variasi variasi preheating maupun kuat arus yang telah ditentukan.

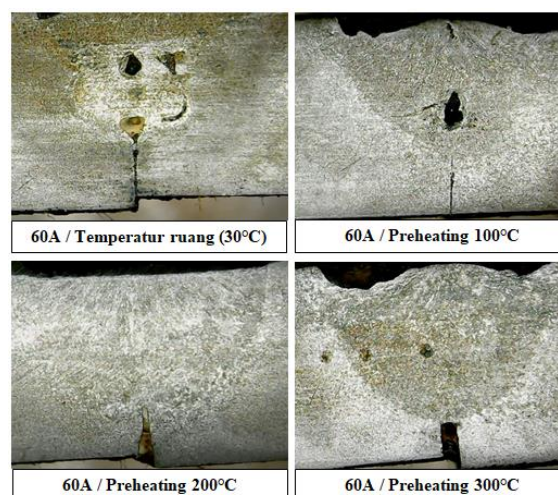
Untuk di bagian HAZ cenderung mengalami penurunan nilai kekerasan jika dibandingkan dengan kekerasan bada logam induk, ini dikarenakan bagian HAZ merupakan bagian yang paling besar mengalami dampak perubahan panas ketika proses pengelasan, sehingga berakibat pada menurunnya nilai kekerasan tersebut, hal ini sesuai dengan beberapa teori mengenai proses aneling pada logam yakni ketika logam terkena perubahan suhu yang semakin tinggi dan tanpa ada proses perlakuan lagi sampai pendinginan maka sifat fisik logam akan cenderung lebih lunak.

Hasil *preheating* yang baik pada bagian *Heat Affected Zone* yakni dengan temperature 150° C dengan kandungan cementit 39.91% yang terdistribusi merata pada ferit (membentuk perlit) dan batas butir ferit. Kondisi ini mengakibatkan kenaikan kekuatan mekaniknya. Sedangkan pada bagian logam las temperature preheat terbaik di peroleh pada angka 200 °C yang mana butiran ferit lebih besar dibanding hasil preheat temperature dibawahnya, dan hasil cementite nya sebesar 32.04% yang terdistribusi pada butir ferit [8].

Ini seiring dengan penelitian yang telah dilakukan diatas dimana pada variasi preheat 200°C didapat nilai kekerasan yang paling baik pada daerah weld metal atau bagian logam las, dan nilai kekerasannya ini berhubungan dengan kekuatan mekaniknya, yang mana juga terpengaruh dari struktur butir yang menyusun material tersebut.

Hasil Pengujian Struktur Mikro

Dari hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan dengan dua jenis pembesaran yaitu pembesaran 100x zoom dan 800x zoom dapat dilihat bahwa, ada pengaruh yang cukup signifikan diantara beberapa spesimen yang di uji.

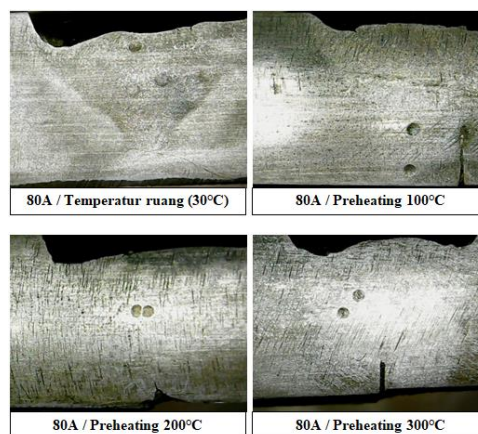


Gambar 7. Struktur mikro hasil pengelasan variasi kuat arus 60A dengan variasi tanpa preheating (temperature ruangan 30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C

Pada penggunaan kuat arus 60A bisa kita lihat bahwa pemberian variasi preheating sangat berpengaruh pada struktur mikro hasil pengelasannya, berupa kondisi sambungan pengelasan antara logam las dan juga bagian HAZ yang terlihat jelas bahwa jika tanpa proses preheating, selain itu juga tampak beberapa retakan dibagian sambungan dan dibagian logam lasnya. Untuk spesimen yang diberikan preheating 100°C, retakan retakan yang ada cenderung berkurang, dan preheating 200°C dan 300°C, cenderung sudah tidak ada lagi retakan yang terlihat diantara bagian sambungannya. Oleh karena itu proses preheating pada pengelasan baja ST 37 dengan kuat arus 60A cukup ampuh untuk memperoleh hasil pengelasan yang optimal.

Pada pengujian struktur mikro ini dari beberapa foto mikro spesimen yang di ambil, bagian HAZ cenderung memiliki atau didominasi oleh struktur logam yang berwarna terang, hal ini berarti pada bagian HAZ lebih di dominasi oleh kandungan ferit yang mana kandungan ini memiliki sifat yang relative lunak, berbeda dari bagian logam las ataupun logam induk yang lebih banyak di dominasi oleh sementit sehingga warnanya cenderung lebih gelap dan memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi. Dan bagian yang samar samar antara ferit maupun sementit, itu merupakan struktur logam perlit yang mana merupakan kombinasi komposisi dari keduanya.

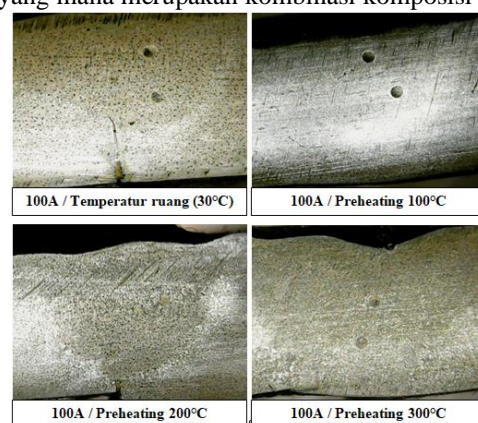
Ini sesuai dengan hasil penelitian diatas bahwa spesimen yang telah melali proses preheating hasilnya cenderung lebih baik daripada hasil pengelasan dengan spesimen yang tanpa preheating, semakin tinggi preheatingnya hasil pengelasannya semakin bagus dimana kecacatan kecacatan seperti keretakan mulai tidak ditemukan lagi.



Gambar 8. Struktur mikro hasil pengelasan variasi kuat arus 80A dengan variasi tanpa preheating (temperature ruangan 30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C

Sedangkan pada penggunaan kuat arus 80A proses *preheating* juga cukup berpengaruh pada hasil pengelasan yang didapat, dimana jika dilihat dari hasil pengujian struktur mikroanya, pada pengelasan ini tanpa menggunakan preheating masih terlihat sedikit sekat antara logam las dan juga bagian HAZ nya, kemudian pada spesimen yang dilakukan *preheat* mulai 100°C, 200°C, dan 300° C, sekat tersebut mulai hilang dan bahkan tidak terlihat hal ini menyatakan bahwa antara logam baja yang di las dengan logam lasnya telah menyatu dengan bagus.

Pada pengujian struktur mikro ini dari beberapa foto mikro spesimen yang di ambil, bagian HAZ cenderung memiliki atau didominasi oleh struktur logam yang berwarna terang, hal ini berarti pada bagian HAZ lebih di dominasi oleh kandungan ferit yang mana kandungan ini memiliki sifat yang relatif lunak, berbeda dari bagian logam las ataupun logam induk yang lebih banyak di dominasi oleh sementit sehingga warnanya cenderung lebih gelap dan memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi. Dan bagian yang buram antara ferit maupun sementit, itu merupakan struktur logam perlit yang mana merupakan kombinasi komposisi dari keduanya.



Gambar 9. Struktur mikro hasil pengelasan variasi kuat arus 100A dengan variasi tanpa preheating (temperature ruangan 30°C), preheating 100°C, 200°C, dan 300° C

Sedangkan pada pengelasan menggunakan kuat arus 100A hasil dari pengujian struktur mikronya menunjukkan bahwa antara spesimen yang tanpa *preheating* dan yang menggunakan variasi *preheating* cenderung sama sama sudah samar dan bahkan tidak terlihat lagi adanya sambungan antara logam las dan logam material yang di las nya. Jadi pada penggunaan kuat arus 100A pada pengelasan baja ST37 antara spesimen yang tanpa *preheating* dan spesimen yang di *preheating* cenderung hasilnya kurang lebih (sudah sama sama baik). Ini dibuktikan bahwa, dari spesimen tersebut sudah tidak ditemukan keretakan keretakan dari logam lasnya dan juga sekat sambungan antara logam las dan logam yang dilas sudah cenderung tidak terlihat.

Pada pengujian struktur mikro ini dari beberapa foto mikro spesimen yang di ambil, bagian HAZ cenderung memiliki atau didominasi oleh struktur logam yang berwarna terang, hal ini berarti pada bagian HAZ lebih di dominasi oleh kandungan ferit yang mana kandungan ini memiliki sifat yang relatif lunak, berbeda dari bagian logam las ataupun logam induk yang lebih banyak di dominasi oleh sementit sehingga warnanya cenderung lebih gelap dan memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi. Dan bagian yang buram antara ferit maupun sementit, itu merupakan struktur logam perlit yang mana merupakan kombinasi komposisi dari keduanya.

5. Kesimpulan

Adapun hasil uji kekerasan dari spesimen yang telah didapat, cenderung memiliki angka yang relative tidak berbeda jauh antar semua spesimen ditiap tiap bagiannya. tetapi pada bagian HAZ nilai kekerasannya turun drastis jika dibandingkan dengan logam induknya dimana nilainya berkisar 40,6 HRB sampai 54,6 HRB dan nilai kekerasan terendahnya adalah 40,6 HRB didapat dari spesimen dengan variasi kuat arus 100A dan *preheating* 300°C. Sedangkan dari pengujian struktur mikro dapat dilihat bahwa proses *preheating* sangat berpengaruh pada hasil sambungan las pada proses pengelasan SMAW baja ST37, ini terlihat jelas pada hasil pengujian spesimen dengan variasi kuat arus 60A dimana semakin besar variasi *preheat* diberikan maka sambungan las akan semakin baik, dengan variasi *preheating* paling optimal pada suhu 200°C. Begitu pula pada penggunaan kuat arus 80A dan 100A.

Daftar Pustaka

- [1] Fransiscus josep tulung. Modul praktek pengelasan smaw. *Politeknik Negeri Manado*, 1-74. <http://mesin.polimdo.ac.id/wp-content/uploads/2019/02/Modul-Pengelasan-SMAW.pdf>. 2019.
- [2] Siswanto, R. Teknologi pengelasan (HMKB791). *Jurnal Teknik*, 39-71. 2018.
- [3] Akbar, D. Y., Hartana, D. R., Studi, P., Mesin, T., & Industri, F. T. *PENGARUH TEMPERATUR PREHEAT*. 01(01), 47-56. 2020.
- [4] Adi Nugroho, E. S. Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekutan Tarik dan Kekerasan Samubungan Las Plate Carbon Steel ASTM 36. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 134-142. 2018.
- [5] Kirono, S., & Amri, A. PENGARUH TEMPERING PADA BAJA St 37 YANG MENGALAMI KARBURASIDENGAN BAHAN PADAT TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO. *Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta*, C,1-10. 2013.
- [6] Kekerasan, B. A. B. P. *Bab 1. pengujian kekerasan*. 1, 4-17. 1987.
- [7] Ismail, & Wijaya, A. S. Analisa Struktur Mikro Terhadap Paduan Al-Cu. *Mekanika*, 2(1). 2016.
- [8] Hadi, W. B. *Analisis Pengaruh Variasi Suhu Preheat terhadap Distorsi Lebar HAZ, dan Struktur Mikro pada Sambungan Butt Joint Single V dengan Metode Pengelasan FCAW dan SMAW*.99. 2015.