

PENGUNAAN MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW MATERIAL BAJA ST37 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Chabiibullah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: chabiibullah.19083@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Abstrak

Baja ST 37 adalah salah satu jenis logam yang banyak digunakan dalam bidang otomotif, salah satunya untuk *chassis* sepeda motor. Pada proses pengelasan *chassis* sepeda motor tidak menutup kemungkinan terjadi tegangan sisa dan perubahan sifat mekanik yang menyebabkan *chassis* retak, bengkok sampai juga patah. Untuk memperbaiki perubahan sifat mekanik setelah pengelasan maka dapat digunakan proses pendinginan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memvariasikan media pendingin setelah proses pengelasan. Berdasarkan hasil penelitian didapat pengaruh variasi media pendingin pengelasan SMAW baja ST 37 terhadap uji *impact*, kekerasan, dan struktur mikro. Pada uji kekerasan didapat nilai kekerasan menurun dari *weld metal*, HAZ, dan *base metal*. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada media pendingin gel lidah buaya pada *weld metal* 92,2 HRB, HAZ 86,5 HRB dan *base metal* 79,8 HRB dan nilai terendah terdapat pada tanpa media pendingin *weld metal* 83,6 HRB HAZ 81,4 HRB, dan *base metal* 79,2 HRB. Sedangkan, nilai tertinggi pengujian *impact* terdapat di spesimen tanpa media pendingin 0,303 J/mm² dan untuk hasil terendah pada spesimen media pendingin gel lidah buaya 0,066 J/mm². Pada penelitian ini didapatkan hasil terbaik pada spesimen tanpa media pendingin dari hasil uji *impact* tertinggi dan kekerasan terendah. Sementara itu untuk struktur mikro tanpa media pendingin menghasilkan struktur *ferrit* dan *perlit* yang menandakan material bersifat ulet berbeda dengan struktur mikro pada media pendingin gel lidah buaya dan nira tebu menghasilkan struktur *perlit*, *ferrit*, dan *martensite* yang menyebabkan material bersifat keras dan getas

Kata Kunci: Baja ST37, *Chassis*, Media Pendingin, Sifat Mekanik, dan Struktur Mikro

Abstract

ST 37 steel is a type of metal that is widely used in the automotive sector, one of which is for motorbike chassis. In the process of welding a motorcycle chassis, it is possible that residual stresses and changes in mechanical properties will occur which can cause the chassis to crack, bend and even break. To improve changes in mechanical properties after welding, a cooling process can be used. This research uses an experimental method by varying the cooling media after the welding process. Based on the research results, it was found that the influence of variations in ST 37 steel smaw welding cooling media on impact, hardness and microstructure tests was obtained. In the hardness test, it was found that the hardness value decreased for the weld metal, HAZ, and base metal. The highest hardness value is found in the aloe vera gel cooling media in the weld metal area 92.2 HRB, HAZ 86.5 base metal 79.8 HRB and the lowest value is found in the weld metal area without cooling media 83.6 HRB HAZ 81.4 HRB, and base metals 79.2 HRB. Meanwhile, the highest measurement impact value was found in specimens without cooling media, 0.303 J/mm² and the lowest value was in specimens with aloe vera gel cooling media, 0.066 J/mm². In this research, the best results were obtained for specimens without cooling media, with the highest impact test results and lowest hardness. Meanwhile, the microstructure without a cooling medium produces ferrite and pearlite structures which indicate a ductile material, which is different from the microstructure in the cooling media of aloe vera gel and sugarcane juice which produces pearlite, ferrite and martensite structures which cause the material to be hard and brittle.

Keywords: ST37 Steel, Chassis, Cooling Media, Mechanical Properties and Microstructure

PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan alat transportasi paling banyak digunakan dibandingkan dengan transportasi lainnya. Berdasarkan data dari Kepolisian Republik Indonesia, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 152,51 83,27% (Sarnita Sadya, 2023). Maka dari itu kenyamanan dan keselamatan dalam berkendara menjadi faktor terpenting dalam berkendara. Salah satu bagian terpenting dalam motor ialah *chassis* atau rangka motor. Baja karbon rendah ST 37 adalah salah satu jenis logam yang banyak

digunakan dalam bidang otomotif salah satunya *chassis* sepeda motor. Baja ini dikenal sebagai baja ringan atau baja perkakas yang memiliki kadar karbon di bawah 0,3%. (MN Insani, 2019)

Dalam proses pembuatan *chassis* sepeda motor, pengelasan juga sangat diperlukan. Pengelasan merupakan proses penyatuan dua atau lebih benda logam dengan memanaskan kedua benda tersebut sampai mencapai titik leleh dan kemudian menghubungkan kembali benda-benda tersebut dengan menggunakan logam atau bahan tambahan (*filler*) sehingga membentuk satu

kesatuan yang utuh. Dalam proses penyambungan *chasis* yang sering digunakan las SMAW dikarenakan pemakaiannya lebih praktis, murah serta pemakaiannya dapat dilakukan diberbagai macam posisi. Pada proses pengelasan *chasis* permasalahan yang sering terjadi yaitu *chasis* retak, bengkok sampai juga patah terutama pada *heat affected zone* (HAZ).

Dalam proses pengelasan *chasis*, terdapat potensi terjadinya tegangan sisa dan perubahan sifat mekanik pada beberapa bagian akibat distribusi panas pengelasan yang tidak merata. Beberapa faktor yang memengaruhi pembentukan tegangan sisa meliputi batas transformasi, batas luluh bahan, suhu pemanasan yang tinggi, kecepatan pendinginan, tahanan luar, tebal pelat, besar arus, durasi pengelasan dan pemanasan awal, serta wilayah las dan wilayah terpengaruh panas (*heat-affected zone* / HAZ) yang cenderung memiliki tegangan sisa yang lebih tinggi (Ramang Magga, 2012)

Apabila dilihat dari penggunaannya maka proses pengelasan pada *chasis* sepeda motor perlu diperhatikan juga penggunaan media pendingin. Salah satu metode untuk meningkatkan sifat mekanis bahan setelah proses pengelasan adalah dengan melakukan proses pendinginan. Pendinginan ini dilakukan saat material masih dalam keadaan panas. Suhu dari media pendingin menjadi faktor yang menentukan tingkat kecepatan dalam proses pendinginan (Indra Priyanto, 2017).

Apabila menggunakan media pendingin dengan viskositas rendah, transfer panas terjadi dengan lambat, sementara keseimbangan panas pada spesimen dengan media pendingin berlangsung secara cepat, menghindari unsur karbon untuk melakukan difusi. Proses ini berkelanjutan, menghasilkan struktur yang terdiri dari *perlite*, *ferrite* yang mencampur dengan sejumlah kecil unsur *sementit*, sehingga menciptakan struktur yang memiliki sifat ulet. Sebaliknya, jika memanfaatkan media pendingin dengan viskositas tinggi, laju transfer panas terjadi dengan cepat, menyebabkan pembentukan struktur *martensite* yang menghasilkan material yang keras, rapuh, dan bersifat metastabil (Noor Setyo, 2016).

Penggunaan media pendingin yang memiliki tingkat kerapatan rendah menyebabkan laju pendinginan akan lambat, dikarenakan proses transfer kalor tidak dapat berjalan dengan mudah pada molekul-molekul yang memiliki jarak yang besar. Dengan proses yang lambat ini, akan membentuk struktur yang ulet (Made Angga dkk, 2017).

Dalam penelitiannya, Hasan Bisri (2017) melakukan pengelasan SMAW pada baja SS400 dan menggunakan media pendingin berupa gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan gel lidah buaya sebagai media pendingin menghasilkan efek pendinginan terbaik, menciptakan struktur yang ulet dan kokoh terhadap beban tarik. Pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan *weld metal*, penggunaan gel lidah buaya menghasilkan fasa *perlite* dan *ferrite*. *Ferrite* cenderung mendominasi daripada *perlite*, sehingga menyebabkan material memiliki sifat yang kuat dan ulet.

Menurut hasil penelitian Ahmad Johan (2022), quenching dengan air tebu menghasilkan nilai kekerasan

sebesar 64,4 HRB, sedangkan quenching dengan air kelapa menghasilkan nilai sebesar 65,06 HRB. Dari pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa spesimen yang mengalami perlakuan panas dan quenching dengan air kelapa memiliki tingkat kekerasan tertinggi dibandingkan dengan spesimen yang mendapat perlakuan serupa namun dengan menggunakan air tebu. Selain itu, spesimen quenching dengan air kelapa memiliki nilai diameter butiran (d) sebesar 10,4 μm , sedangkan spesimen quenching dengan air tebu memiliki nilai d sebesar 8,6 μm . Pada bagian kiri butiran, spesimen quenching air kelapa memiliki nilai d sebesar 10,3 μm , sementara spesimen quenching air tebu memiliki nilai d sebesar 8,5 μm

Berdasarkan konteks di atas, menjadi dasar pertimbangan penulis untuk mengetahui dampak penggunaan media pendingin berbahan ramah lingkungan, seperti gel lidah buaya dan nira tebu, terhadap kekuatan sambungan las SMAW pada baja ST 37. Oleh karena itu, judul dari penelitian ini adalah "Penggunaan Media Pendingin Pada Pengelasan SMAW Material Baja ST37 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro."

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen, yang dapat didefinisikan sebagai pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari suatu perlakuan terhadap variabel lain dalam suatu lingkungan yang dapat dikendalikan (Sugiyono, 2016:72). Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimental sesungguhnya (*true experimental research*) dengan tujuan untuk menghasilkan data yang valid sesuai dengan karakteristik variabel dan objektif penelitian, karena informasi yang diperlukan hanya dapat diperoleh melalui serangkaian percobaan

Salah satu bentuk desain dalam penelitian eksperimental adalah desain faktorial. Desain ini mempertimbangkan kemungkinan adanya variabel moderator yang dapat memengaruhi hubungan antara variabel independen dan variabel terikat dalam suatu eksperimen. Desain *faktorial* digunakan untuk mengevaluasi efek gabungan dari dua atau lebih perlakuan terhadap variabel terikat. Selain itu, tujuan dari desain eksperimen adalah untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan seefektif mungkin, dengan menjaga kesederhanaan desain sejauh mungkin

Desain Eksperimen menggunakan rancangan faktorial 3x2. Faktor I merupakan pengujian yang terdiri dari tiga taraf yaitu uji *impact*, uji kekerasan, uji foto mikro dan faktor T merupakan perlakuan dengan dua taraf yaitu tanpa media pendingin dan menggunakan media pendingin. Kedua faktor I dan T menghasilkan tiga kombinasi yang dapat ditinjau pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Eksperimen

Perlakuan	Pengujian		
	I ₁	I ₂	I ₃
T ₁	T ₁ I ₁	T ₁ I ₂	T ₁ I ₃
T ₂	T ₂ I ₁	T ₂ I ₂	T ₂ I ₃

Keterangan :

T₁ I₁= Tanpa media pendinginan dengan pengujian *impact*.

T₁ I₂= Tanpa media pendinginan dengan pengujian foto struktur mikro.

T₁ I₃= Tanpa media pendinginan dengan pengujian kekerasan

T₂ I₁= Menggunakan media pendinginan dengan pengujian *impact*.

T₂ I₂= Menggunakan media pendinginan dengan pengujian foto struktur mikro

T₂ I₃= Menggunakan media pendinginan dengan pengujian kekerasan

Waktu dan Tempat Penelitian

• **Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 29 Agustus 2023 – 15 September 2023

• **Tempat Penelitian**

Pengelasan dilakukan di Bengkel Brother Workshop di Malang, Jawa Timur. Proses pengujian *impact* dan struktur mikro dilakukan di Lab. Uji Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Untuk pengujian kekerasan dilakukan di Lab. Pengujian Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Variabel Penelitian

• **Variabel Bebas**

Variabel bebas merujuk kepada variabel yang memiliki pengaruh atau menjadi penyebab perubahan atau munculnya variabel terikat. Dalam konteks penelitian ini, variabel bebas mencakup penggunaan media pendingin berupa gel lidah buaya dan nira tebu..

• **Variabel Terikat**

Variabel terikat merujuk kepada variabel yang terpengaruh atau menjadi hasil dari adanya variabel bebas, seperti dijelaskan oleh Sugiyono (2016:39). Dalam penelitian ini, variabel terikat mencakup pengujian *impact*, pengujian kekerasan, dan struktur mikro pada baja ST 37 yang mengalami variasi dalam penggunaan media pendingin..

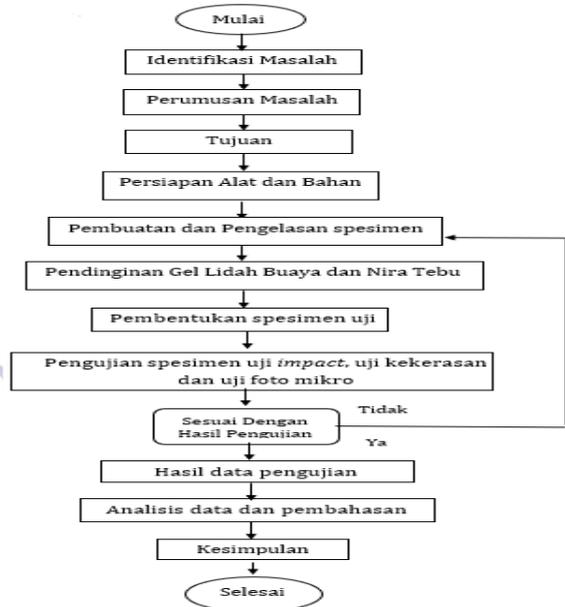
• **Variabel Kontrol**

Variabel kontrol merujuk pada variabel yang diatur atau dijaga tetap agar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak diperhatikan (Sugiyono, 2016:41). Variabel kontrol dalam penelitian ini mencakup:

- a) Material plat baja ST 37 ketebalan 10mm
- b) Menggunakan elektroda E 6013 Ø 4 mm
- c) Kampuh las *single V- Groove* 60°
- d) Pengelasan dikerjakan oleh satu tukang las yang sama dengan mesin las yang sama
- e) Posisi pengelasan yang sama (1G)
- f) Standart spesimen uji *impact* ASTM E23 dan uji kekerasan ASTM E18
- g) Pengujian *impact* harus patah/rusak bagian HAZ
- h) Pengujian spesimen tanpa media pendinginan

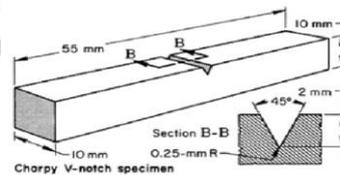
- i) Pengujian spesimen menggunakan media pendinginan dengan waktu perendaman 10 menit selama pendinginan

Rancangan Penelitian

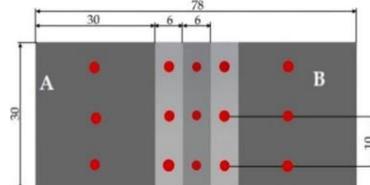


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Proses Pengelasan dan Pembuatan Spesimen

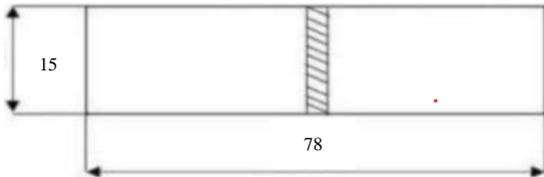
- a. Mempersiapkan baja ST 37 dengan tebal 10 mm.
- b. Mempersiapkan mesin las SMAW dan kawat las E6013 ukuran 4 mm.
- c. Pembuatan kampuh pengelasan.
- d. Ratakan permukaan potongan dengan gerinda agar lebih halus dan mengurangi resiko cacat pengelasan.
- e. Mengatur amper yang digunakan.
- f. Melakukan proses pengelasan dan potong spesimen sesuai standar pengujian *impact* ASTM E23, uji kekerasan ASTM E18 dan uji struktur mikro
- g. Melakukan pendinginan dengan media pendingin dengan berupa gel lidah buaya dan nira tebu dengan wadah baskon (volume 1200 ml) selama 10 menit dan tanpa media pendingin didinginkan dengan udara



Gambar 2. Spesimen Uji *Impact* ASTM E23



Gambar 3. Spesimen Uji Kekerasan ASTM E18



Gambar 4. Spesimen Uji Mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

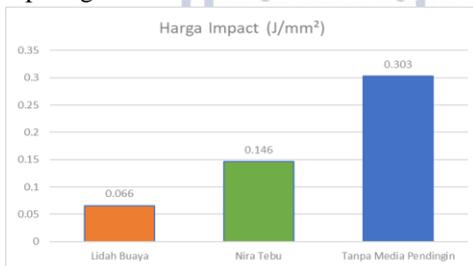
Pada penelitian ini dilakukan uji *impact* dengan standart ASTM E23 dan uji mikro di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin POLINEMA. Untuk uji kekerasan menggunakan standart ASTM E18. Untuk pengujian kekerasan dan mikro dilakukan pada 3 titik pengujian yaitu *base metal*, *weld metal*, dan HAZ.

Uji *impact* digunakan untuk mengetahui ketangguhan material pada beban kejut. Pengujian dilakukan dengan mesin uji *impact charpy* dengan berat pendulum 8,3 kg untuk mengetahui nilai *impact*. Data yang didapat pada uji *impact charpy* berupa sudut awal dan sudut akhir dari pendulum. Sebelum dilakukan pengujian material harus dibentuk sesuai dengan standar ASTM E23 dengan panjang 55 mm, lebar 10mm, tebal 10mm dan V-notch 45° kedalaman 2 mm. Setelah pembuatan material setelah itu dilakukan uji *impact* dengan berat pendulum 8,3 kg. Untuk sudut awal yang digunakan 120° dan keluar hasil sudut awal dan akhir seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian *Impact*

SPESIMEN		α	β	F (Joule)	\bar{X} (Joule)	HI (J/mm ²)	\bar{X} (J/mm ²)
Lidah buaya	1	120°	111°	6,91	5,34	0,086	0,066
	2	120°	113°	5,33		0,066	
	3	120°	115°	3,78		0,047	
Nira Tebu	1	120°	108°	9,33	11,7	0,116	0,146
	2	120°	102°	14,2		0,177	
	3	120°	105°	11,7		0,146	
Tanpa Media Pendingin	1	120°	90°	24,2	24,3	0,302	0,303
	2	120°	87°	26,9		0,336	
	3	120°	93°	21,8		0,273	

Berdasarkan data hasil pengujian *impact* yang diperoleh seperti tabel diatas, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data dan menyajikan data dalam bentuk grafik seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5. Grafik Uji *Impact*

Dilihat dari grafik perbandingan rata-rata pada material pengujian *impact* diatas didapat variasi media pendingin lidah buaya, nira tebu dan tanpa media pendingin memiliki pengaruh terhadap nilai *impact*. Rata-rata nilai *impact* media pendingin gel lidah buaya 0,066 j/mm². Rata-rata nilai *impact* media pendingin nira tebu 0,146 j/mm². Rata-

rata nilai *impact* tanpa media pendingin 0,303 j/mm². Dilihat dari tabel dan grafik diatas terdapat nilai naik dan turun yang disebabkan material pada spesimen dikarenakan laju pendinginan pada setiap spesimen berbeda. Jika pada spesimen tanpa media pendingin memiliki nilai *impact* yang tinggi dikarenakan laju pendinginanya lambat sehingga ketangguhan material terhadap beban kejut tinggi. Diikuti dengan hasil mikro dimana struktur yang dihasilkan *perlit* dan *ferrit* bersifat ulet.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan mesin *hardnees rockwell* dengan skala HRB untuk mengetahui nilai kekerasan dari material yang diuji Pada penelitian ini peneliti menguji pada 3 titik pengelasan yaitu *base metal*, HAZ dan *weld metal*. Data yang didapat dari pengujian berupa angka skala HRB. Setelah bahan dihaluskan dan diberi tanda pada titik pengujian spesimen uji kekerasan diuji dengan indenter bola baja 1/16 dengan beban mayor 100 kg/f. Data hasil pengujian kekerasan *rockwell* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan

Variasi	Spesimen	Nilai Kekerasan Rockwell (HRB)				
		Weld Metal	HAZ (A)	HAZ (B)	Base Metal (A)	Base Metal (B)
Gel Lidah Buaya	1	90,8	85,2	87,7	79,6	79,4
	2	93,3	87,4	88,1	81,3	78,8
	3	92,6	85,3	85,8	79,3	80,8
Rata-rata		92,2	85,9	87,2	80	79,6
Nira Tebu	1	87,6	84,5	83,7	80,3	79,1
	2	88,6	84,7	84,9	80,4	79,9
	3	86,8	82,3	84,3	78,9	78,7
Rata-rata		87,6	83,8	84,3	79,8	79,2
Tanpa Media Pendingin	1	83,2	81,4	81,1	76,7	77,9
	2	83,6	81,8	81	79,6	78,5
	3	84,2	82,1	81,6	78,6	78,2
Rata-rata		83,6	81,7	81,2	78,3	78,2

Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan yang diperoleh seperti tabel diatas, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data dan menyajikan data dalam bentuk grafik seperti gambar dibawah ini :



Gambar 6. Grafik Uji Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan didapat nilai rata-rata pada 3 daerah pengelasan material pengujian kekerasan diatas didapat variasi media pendingin lidah buaya, nira tebu dan tanpa media pendingin memiliki pengaruh terhadap nilai hasil kekerasan. Rata-rata nilai kekerasan media pendingin gel lidah buaya pada *weld metal* 92,2 HRB, HAZ 86,5 HRB dan *base metal* 79,8 HRB. Nilai rata-rata kekerasan media pendingin nira tebu pada *weld metal*

87,6 HRB, HAZ 84 dan *base metal* 79,5 HRB. Rata-rata nilai kekerasan tanpa media pendingin pada *weld metal* 83,6 HRB, HAZ 81,4 HRB, *base metal* 79,2 HRB. Nilai kekerasan yang di capai tergantung laju pendinginan (Akhmad Lutfhul Hakim, 2020). Kandungan air pada nira tebu 65%-75% (Soerjadi,1979) dan gel lidah buaya memiliki kandungan air 95,51% (Eko dkk, 2016), Media pendingin air mempunyai kekentalan rendah dan lebih cepat menyerap panas (Yahya Abdul Matien, 2016). Kandungan air yang tinggi pada media pendingin lidah buaya lebih banyak pada nira tebu menyebabkan pendinginan yang cepat pada logam yang setelah dilas. Dilihat dari hasil nilai kekerasan didapat nilai tertinggi pada spesimen gel lidah buaya yang berarti menandakan laju pendinginan gel lidah buaya lebih cepat daripada nira tebu dan tanpa media pendingin memiliki laju pendinginan yang lambat.

Pengujian struktur mikro hasil pengelasan SMAW pada baja ST 37 dilakukan laboratorium pengujian bahan teknik mesin di Politeknik Negeri Malang. Pada penelitian ini peneliti melakukan pengujian pada daerah yang sudah ditentukan seperti pada daerah *weld metal*, *Heat Affected Zone* (HAZ) dan *base metal*. Sebelum pengujian dilakukan, spesimen dihaluskan permukaannya dengan amplas sampai halus dengan grit 240, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500, dan 2000 Setelah proses amplas pada material, material tersebut diuji dengan menggunakan larutan nital sebanyak 2% yang terdiri dari sekitar 5 ml asam nitrat (HNO3) dan 95 ml etanol, yang kemudian ditetaskan pada permukaan yang diuji. Pada pengujian foto mikro dilakukan pada daerah pengelasan *weld metal*, HAZ, dan *base metal*. Pada pengujian ini pengambilan foto struktur mikro dilakukan dengan perbesaran 1500x dan resolusi 20 µm. Hasil dari pengujian struktur mikro dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Media Pendingin	Weld Metal	HAZ	Base Metal
Gel Lidah Buaya			
Nira Tebu			
Tanpa Media Pendingin			

Gambar 7. Hasil Uji Struktur Mikro

Berdasarkan pengujian foto mikro hasil pengelasan diatas diperoleh fasa *ferrite*, *perlite*, dan *martensite*. Struktur yang terbentuk *ferrit* yang berwarna terang bersifat ulet, *perlite* yang berwarna gelap bersifat keras (Andripta Sawaldi dkk, 2019) dan *martensite* yang berbentuk seperti jarum-jarum pendek bersifat keras dan getas Perubahan fasa terjadi pada daerah *weld metal* dan HAZ namun pada daerah *base metal* tidak terjadi perubahan fasa karena material tidak terpengaruhi oleh panas.

Pada spesimen gel lidah buaya *weld metal* dan HAZ terdapat struktur *ferrit*, *perlite* dan *martensite*. Pada HAZ *ferrit* dan *perlite* terlihat lebih banyak daripada *martensite*. Perubahan ukuran butir pada daerah HAZ terjadi karena faktor pemasukan panas yang mulai merambat dari *weld metal*. Pada daerah *weld metal* terlihat butir *perlite* lebih banyak daripada *ferrit* dan *martensite* yang menandakan material bersifat keras dan getas. Perubahan ukuran butir pada daerah *weld metal* disebabkan oleh panas yang dihasilkan dari las.

Pada media pendingin nira tebu daerah *weld metal* dan HAZ terlihat struktur mikro *ferrit*, *perlite* dan *martensite*. Pada HAZ *ferrit* dan *perlite* terlihat lebih banyak daripada *martensite*. Perubahan ukuran butir pada daerah HAZ terjadi karena faktor pemasukan panas yang mulai merambat dari *weld metal*. Pada daerah *weld metal* terlihat butir *ferrit* dan *perlite* lebih banyak daripada *martensite*. Perubahan ukuran butir pada daerah *weld metal* disebabkan oleh panas yang dihasilkan dari las.

Pada spesimen tanpa perlakuan daerah *weld metal* dan HAZ terlihat butir truktur *ferrit* dan *perlite*. Butir struktur *ferrit* dan *perlite* terlihat merata pada daerah *base metal*, *weld metal*, dan HAZ dikarenakan laju pendinginannya lambat. Diikuti dengan hasil uji kekerasan *rockwell* dengan nilai terendah dan uji *impact* tertinggi yang menandakan material bersifat ulet. Untuk *base metal* pada setiap spesimen terdapat struktur *ferrit* dan *perlite* yang lebih merata dikarenakan daerah tersebut tidak dipengaruhi panas.

Dari hasil penelitian didapat bahwa media pendingin tidak dapat memperbaiki sambungan las terutama pada daerah *heat affected zone* (HAZ) pada *chasis* sepeda motor. Didapat dari hasil pengujian kekerasan, *impact*, dan struktur mikro dimana hasil terbaik pada spesimen tanpa media pendingin yang menandakan material bersifat ulet.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin dan tanpa media pendingin didapat kesimpulan :

- 1) Nilai tertinggi pengujian *impact* terdapat di spesimen tanpa media pendingin 0,303 j/mm² dan untuk nilai terendah pada spesimen media pendingin gel lidah buaya 0,066 j/mm²
- 2) Dimana nilai kekerasan menurun dari *weld metal*, HAZ, dan *base metal*. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada media pendingin gel lidah buaya pada daerah *weld metal* 92,2 HRB, HAZ 86,5 HRB dan *base metal* 79,8 HRB dan nilai terendah terdapat pada tanpa media pendingin daerah *weld*

metal 83,6 HRB, HAZ 81,4 HRB dan base metal 79,2 HRB.

- 3) Pada penelitian ini hasil terbaik pada uji foto mikro didapat pada spesimen tanpa media pendingin. Dimana, terlihat butir struktur *ferrit* dan *perlit* merata pada daerah *base metal*, HAZ, dan *weld metal* yang menandakan material bersifat ulet.

Saran

Disarankan pada penelitian berikutnya agar hasil maksimal disarankan agar melakukan proses PWHT dan *pre-heating* agar memperbaiki hasil sambungan las terutama pada daerah HAZ.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadin dan Erizal, "Pengujian Struktur Mikro dan Kekerasan Plat Baja Karbon Rendah Dengan Suhu 900°C Di Quenching Dengan Air Kelapa dan Air Tebi" Jurnal Teknik Simes Vol 16 No 1 Januari 2022
- Andripta Sawaldi, Al-Fathier, Akhyar Ibrahim "Pengaruh PWHT terhadap struktur mikro pada lasan pipa baja ASTM A106 grade B" Journal of Welding Technology. Volume 1, No. 2, December 2019
- Anggun Mersilia 2016 "Pengaruh *heat treatment* dengan variasi media *quenching* air garam dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun AISI 6135". Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Azwinur, A. Jannifar, M.Yudi, dan Zulkifli, "Pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan hasil pengelasan material AISI 1050 pada proses las MAG." Jurnal Polimesin. Volume 18, Nomor 2, Agustus 2020.
- Eko Budiyanto, Moch. Agus Choiron, dan Djarot B. Darmadi "Hardening Baja Aisi 1045 Menggunakan Gel Aloe Vera Sebagai Media Pendingin" Jurnal Rekayasa Mesin Vol 7, No.2 Tahun 2016
- Fransiscus Josep Tulung "Modul Pengelasan SMAW' Progam Studi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado 2018
- Hasan Bisri dan Yunus, "Pengaruh Media Pendinginan Pada Proses Pengelasan Smaw Material Baja Ss400 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro." JTM. Volume 10 Nomor 03 Tahun 2022.
- Made Angga Priadi, I Nyoman Pasek Nugraha, dan Gede Widayana "Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Oxy Acetylyne Pada Material Baja ST37". JJPTM Vol:8 No: 2 Tahun:2017
- Mochammad Khoirul Huda dan Galih Setia Aji "Rancangan Bangun Alat Uji *Impact Charpy*" Mechonversio, Vol. 1, No.1, Desember 2018, 7-11
- Nanda Julian, Untung Budiarto, dan Berlian Arswendo "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Baja SS400 Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal," Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 7, No. 4 Oktober 2019.
- Noor Setyo "Pengaruh Viskositas Oli Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja 60" Jurnal Teknik Mesin Universitas Tidar 2016
- Rizky Cahya Kusuma, Sarjito Jokosisworo, dan Ari Wibawa Budi S "Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Tekuk dan Mikrografi Aluminium 5083 Pasca Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dengan Media Pendingin Air Laut dan Oli" Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 5, No. 4 Oktober 2017
- Wiryo Sumarto, Harsono dan Okumura, Toshie. 2000. Teknik Pengelasan Logam. Jakarta : PT. Pradnya Paramita