

## PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES PENGELASAN SMAW UNTUK MATERIAL BAJA ASTM A36 TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO

**Bramantiyo Hari Saputro**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: bramantiyo.19079@mhs.unesa.ac.id

**Novi Sukma Drastiawati**

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

### Abstrak

Untuk membuat *arm engine* sebuah sepeda motor menggunakan bahan utama berupa baja karbon rendah biasa. Namun, tahap pengelasan yang terlibat dalam pembuatan *Arm Engine* ini dapat mengakibatkan adanya perubahan pada sifat mekanik material dan tegangan sisa. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan proses pendinginan setelah proses *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Tujuan dari proses pendinginan ini adalah untuk mengetahui pengaruh media pendingin yang berbeda pada nilai struktur mikro, kekuatan tarik, dan kekerasan material Baja ASTM A36. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana dilakukan variasi media pendingin setelah dilakukan pengelasan SMAW pada material baja ASTM A36. Diperoleh hasil yang menunjukkan media pendingin gel lidah buaya dan getah pohon pisang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai struktur mikro, kuat tarik, dan kekerasan pada hasil las SMAW material baja ASTM A36. Secara spesifik, media pendingin getah pohon pisang mendapatkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 427,68 MPa. Selain itu, media pendingin nira pohon pisang menghasilkan nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 87,5 HRB pada area base metal, 91,4 HRB pada area Heat Affected Zone (HAZ), dan 90,5 HRB pada area *weld metal*. Pendinginan terbaik oleh getah pohon pisang, pada daerah HAZ dan *weld metal* struktur *perlite* dan *ferrite* lebih banyak daripada *martensite*, sehingga hasil las bersifat keras dan kuat.

**Kata Kunci:** Baja ASTM A36, Arm Engine, Media Pendingin, Uji Tarik, Uji Kekerasan, Struktur Mikro.

### Abstract

*Low carbon steel is commonly utilized as the primary material for manufacturing motorcycle engine arms. However, the welding process involved in creating these engine arms can result in residual stress and alterations in the physical characteristics of the material that relate to its mechanical behavior. To address these changes, a cooling process can be implemented after the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process. The purpose of those is to investigate the influence of different cooling media on the tensile strength, hardness, and microstructure of ASTM A36 steel material. An experimental method was employed in this research, where the cooling media was varied after the SMAW welding process on ASTM A36 steel material. The study found that the cooling media of aloe vera gel and banana tree sap had a momentous influence on the tensile strength, hardness, and microstructure values of the SMAW welding of ASTM A36 steel material. Specifically, the banana tree sap cooling media exhibited the highest tensile strength value of 427.68 MPa. Additionally, the banana tree sap cooling media resulted in the highest hardness values, with 87.5 HRB in the base metal area, 91.4 HRB in the Heat Affected Zone (HAZ) area, and 90.5 HRB in the weld metal area. The best cooling by banana tree sap, in the HAZ and weld metal area ferrite and perlite structures are more than martensite, so the weld results are hard and strong.*

**Keywords:** ASTM A36 steel, Arm Engine, Cooling Media, Tensile Test, Hardness Test, Micro Structure.

## Universitas Negeri Surabaya

### PENDAHULUAN

Sepeda motor telah menjadi moda transportasi penting bagi banyak orang. Berbicara mengenai kenyamanan berkendara, *arm engine* komponen krusial pada sepeda motor mati. *Arm engine* memiliki guna untuk mempertautkan *frame* sepeda motor dengan mesin (Rege et al., 2017). Selain itu, juga memiliki peran untuk meredam getaran, membantu mengurangi dampak getaran pada pengalaman berkendara secara keseluruhan (Gavade et al., 2022). (Wahyunanta & Drastiawati, 2023).

Dalam penelitiannya mengenai sifat fisik dan mekanik bahan lengan mesin sepeda motor, ditemukan bahwa baja

karbon rendah dianggap sebagai bahan terbaik untuk pembuatan lengan mesin sepeda motor. Kesimpulan ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Labertus yang menunjukkan bahwa baja karbon rendah mempunyai nilai kuat tarik dan regangan yang tinggi masing-masing sejumlah 43,57 kg/mm<sup>2</sup> dan 27,34%. Selain itu, material ini terkenal karena sifat ketangguhannya yang unggul dibandingkan material lainnya. (Labertus, 2007).

Selama proses pengelasan mesin Arm, berbagai masalah mungkin timbul, termasuk adanya perubahan sifat mekanik dan tegangan sisa pada berbagai bagian material. Perubahan ini terjadi karena adanya pemuaihan panas akibat distribusi panas pengelasan yang tidak

merata (Wirjosumarto & Okumura, 2008). Termasuk dalam proses pembuatan *Arm engine* untuk sepeda motor matic, dimana tegangan sisa hingga deformasi sangat berpengaruh karena pada saat *Arm engine* bekerja pada motor matic maka akan ada gaya dinamis dapat menimbulkan resiko rusaknya sambungan las lengan mesin. Gaya-gaya ini, termasuk beban dan getaran yang terus bergerak, dapat berbahaya bagi integritas struktural sambungan. Pergerakan dan getaran yang terus menerus dapat semakin membahayakan sambungan las yang sudah melemah atau rusak, sehingga berpotensi menyebabkan kegagalan atau deformasi lebih lanjut. Akibat dari kerusakan ini sepeda motor menjadi tidak simetris dan tidak nyaman saat dikendarai.

Apabila dilihat dari penggunaannya maka proses penyambungan las pada *Arm engine* harus sangat diperhatikan khususnya penggunaan media pendingin. Karena media pendingin dapat meningkatkan sifat mekanik pada material pasca pengelasan (A. Prayogi, 2019). Saat ini, beberapa produsen logam menggunakan metode pendinginan dengan minyak karena dianggap memberikan laju pendinginan yang paling sesuai untuk mencapai pembentukan jumlah martensit yang diinginkan. Namun, penting untuk dicatat bahwa nilai laju pendinginan spesifik dapat bervariasi tergantung pada aplikasi spesifik dan bahan yang digunakan (Bisri & Yunus, 2022). Oli merupakan bahan yang kurang ramah lingkungan jika dipandang ekonomis, oleh karena itu penulis berupaya menggunakan cairan pendingin yang terbuat dari tumbuhan alami. Air, gel lidah buaya, dan getah pisang merupakan bahan pendingin yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan penjelasan yang diberikan, pertimbangan penulis adalah untuk mengetahui bagaimana media pendingin ramah lingkungan khususnya yang berasal dari tanaman lidah buaya, getah pohon pisang, dan air dapat mempengaruhi kekuatan sambungan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada baja ASTM A36. Menggunakan media pendingin alternatif ini, penulis bertujuan mengeksplorasi potensi pengaruhnya terhadap sifat mekanik dan kinerja sambungan las. Oleh sebab itu judul dari penelitian ini yaitu “Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Proses Pengelasan Smaw Untuk Material Baja Astm A36 Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro”.

#### Rumusan Masalah

Dirumuskan beberapa masalah penelitian yang dirancangan peneliti berikut ini:

- Bagaimana pengaruh media pendinginan gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air pada material Baja ASTM A36 pada las SMAW terhadap uji tarik.

- Bagaimana pengaruh media pendinginan gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air pada material Baja ASTM A36 pada las SMAW terhadap uji kekerasan.
- Bagaimana pengaruh media pendinginan gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air pada material Baja ASTM A36 pada las SMAW terhadap struktur mikro.

#### Tujuan Penelitian

Setelah diperoleh rumusan permasalahan, maka dirancanglah penelitian yang bertujuan:

- Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air pada las SMAW bahan Baja ASTM A36 terhadap kekuatan tarik.
- Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air pada las SMAW bahan Baja ASTM A36 terhadap kekerasan.
- Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air pada las SMAW bahan Baja ASTM A36 terhadap struktur mikro

#### METODE

##### Jenis Penelitian

Pendekatan penelitian eksperimental asli untuk menguji bagaimana berbagai media pendingin mempengaruhi karakteristik mekanik baja ASTM A36. Pengujian tarik, pengujian kekerasan, dan analisis struktur mikro material baja menjadi tujuan utama penelitian. SMAW adalah teknik yang dimanfaatkan untuk mencapai perbedaan media pendingin.

Desain Eksperimen menggunakan rancangan factorial 3x2. Faktor I merupakan pengujian yang terdiri dari tiga taraf yaitu uji tarik, 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 Untuk Eksperimen Penelitian

Perlakuan	Pengujian		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> I <sub>3</sub>
T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> I <sub>3</sub>

Keterangan:

T<sub>1</sub> I<sub>1</sub> = Tanpa media pendinginan dengan pengujian tarik.

- T<sub>1</sub>I<sub>2</sub>** = Tanpa media pendinginan dengan pengujian kekerasan.
- T<sub>1</sub>I<sub>3</sub>** = Tanpa media pendinginan dengan pengujian foto mikro.
- T<sub>2</sub>I<sub>1</sub>** = Menggunakan media pendinginan dengan pengujian tarik.
- T<sub>2</sub>I<sub>2</sub>** = Menggunakan media pendinginan dengan pengujian kekerasan.
- T<sub>2</sub>I<sub>3</sub>** = Menggunakan media pendinginan dengan pengujian foto mikro

- Material pelat yang digunakan adalah Baja ASTM A36 dengan ketebalan 6 mm.
- Proses pengelasannya menggunakan elektroda E 7018 dengan diameter 3,2 mm.
- Kampuh las V-Groove 600 tunggal digunakan.
- Pengelasan dilakukan oleh seorang tukang las tunggal dengan menggunakan mesin las yang sama dan posisi pengelasan yang sama (1G).
- Uji tarik benda uji mengikuti standar ASTM E8.
- Standart pengujian kekerasan spesimen mengacu ASTM E18
- Pengujian perusakan/wajib putus pada daerah *Heat Affected Zone (HAZ)*
- Pengujian spesimen tanpa media pendinginan
- Pengujian spesimen menggunakan media pendinginan dengan waktu perendaman 10 menit selama pendinginan.

### Waktu dan Tempat Penelitian

- **Waktu Penelitian**

Dilakukannya proses penelitian dari tanggal 24 Juni 2023 – 2 Agustus 2023

- **Tempat Penelitian**

- Proses pengelasan material dilakukan di CV. Cepu Horizontal, terletak di Jawa Tengah.
- Proses pengujian tarik dan pengujian foto mikro dilaksanakan di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.
- Selain itu, proses pengujian kekerasan berlangsung di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

### Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**

Variabel bebasnya di penelitian ini meliputi variasi media pendingin khususnya gel lidah buaya, getah pohon pisang, dan air. Media pendingin ini sedang diselidiki untuk mengetahui dampaknya terhadap kekuatan sambungan hasil las SMAW pada baja ASTM A36.

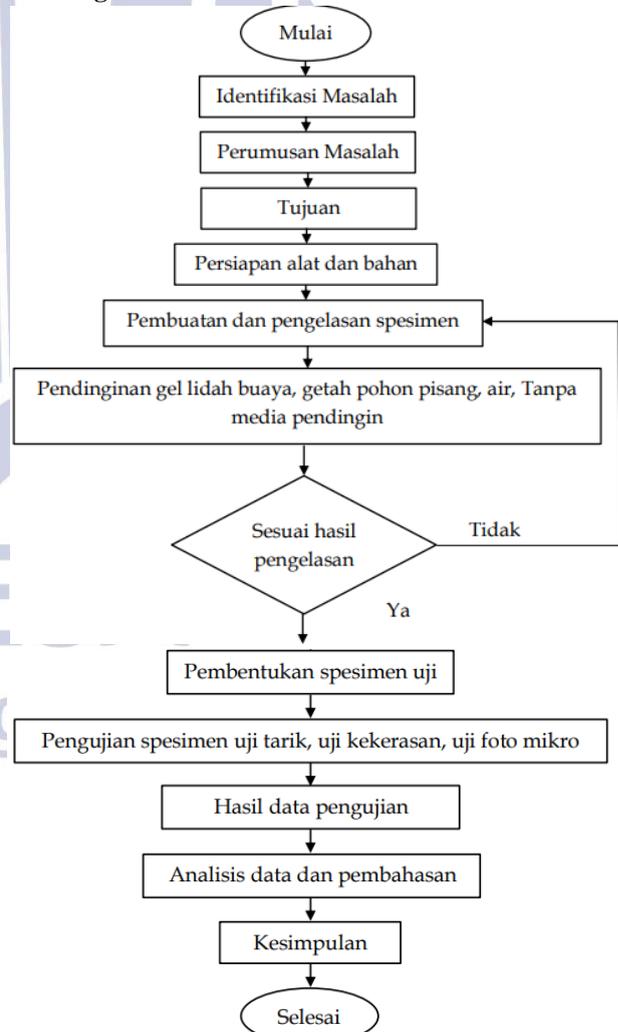
- **Variabel Terikat**

Variabel terikatnya ini meliputi nilai kuat tarik, nilai kekerasan, dan struktur mikro baja ASTM A36. Variabel-variabel ini diukur dan dianalisis untuk menilai dampak media pendingin yang berbeda pada proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*.

- **Variabel Kontrol**

Variabel kontrolnya penelitian ini sebagai berikut:

### Rancangan Penelitian

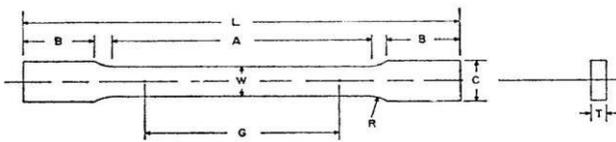


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

**Pembuatan dan Pengelasan Spesimen**

- Mempersiapkan plat baja ASTM A36 tebal 6mm.
- Mempersiapkan mesin las SMAW dan kawat las E7018.
- Pembuatan kampuh pengelasan.
- Ratakan permukaan potongan dengan gerinda agar lebih halus dan mengurangi resiko cacat pengelasan.
- Mengatur amper yang digunakan.
- Melakukan proses pengelasan dan potong spesimen sesuai standar pengujian.
- Melakukan pendinginan diruang terbuka selama 60 menit dan melakukan pendinginan dengan media pendingin berupa gel lidah buaya, batang pohon pisang, dan air selama 10 menit .

• **Spesimen yang Diuji Tarik**

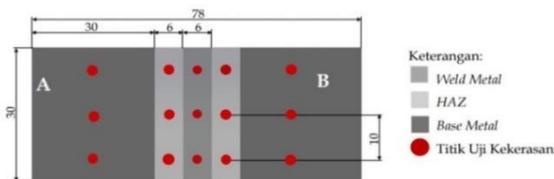


**Gambar 2.** ASTM E8 Tensile Test Specimen

Keterangan (ASTM E8, 2016)

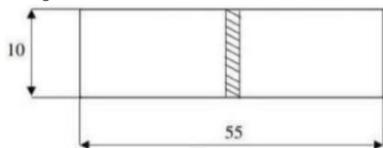
- G – Panjang Pengukur : 50 mm ± 0.1 mm
- W – Lebar : 12.5 ± 0.2 mm
- T – Tebal : 6 mm
- R – Fillet Radius : 12.5 mm
- L – Panjang Keseluruhan : 200 mm
- A – Panjang Paralel : 57 mm
- B – Panjang Pegangan : 50 mm
- C – Lebar Bagian Pegangan : 20 mm

• **Spesimen Uji Kekerasan**



**Gambar 3.** Spesimen Uji Kekerasan ASTM E18

• **Spesimen Uji Foto Mikro**



**Gambar 4.** Spesimen Uji Foto Mikro

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

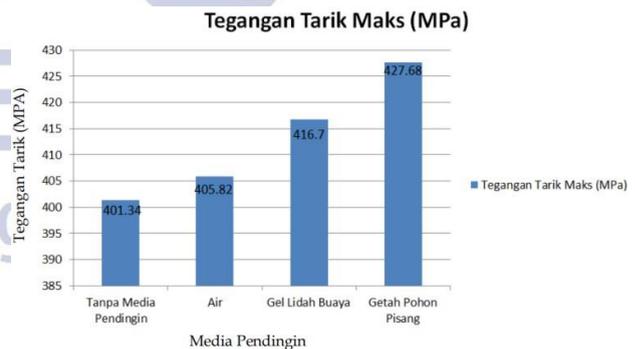
**Hasil Pengujian Tarik**

Dilakukan uji tarik di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Pengujian dilakukan mengikuti standar ASTM E8, yang dirancang khusus untuk menentukan sifat mekanik material Baja ASTM A36. Hasil uji tarik memberikan hasil berupa data untuk mengevaluasi kekuatan benda uji. Data spesifik hasil uji tarik disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Tarik

Variasi	spesimen	Luas penampang (mm)	Panjang awal (mm)	Panjang akhir (mm)	Beban (Kg)	Beban (N)	Tegangan tarik maks (Mpa)	Regangan (%)
Gel lidah buaya	1	75	50	65,5	3221,40	31591,3	421,21	36,02
	2	75	50	66,62	3211,60	31495,3	419,93	33,24
	3	75	50	65,8	3127,80	30673,23	408,97	31,6
RATA-RATA							416,70	33,62
Getah pohon pisang	1	75	50	70,1	3346,00	32813,5	437,51	40,2
	2	75	50	65,37	3200,60	31387	418,49	32,5
	3	75	50	68,27	3266,00	32028,51	427,04	36,54
RATA-RATA							427,68	36,4
Air	1	75	50	65,5	3033,50	29748,47	396,64	31
	2	75	50	66,03	3136,20	30755,61	410,07	32,06
	3	75	50	68,02	3141,40	30806,76	410,75	31
RATA-RATA							405,82	31,3
Tanpa Media Pendingin	1	75	50	70,2	3044,40	29855,51	398,07	24,6
	2	75	50	66,68	3104,20	30441,8	405,89	33,36
	3	75	50	65,01	3059,20	30000,50	400,06	30,02
RATA-RATA							401,34	29,33

Berdasarkan hasil uji kuat tarik yang telah disebutkan sebelumnya, dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengolah data dan memperoleh nilai *average*. Nilai *average* ini kemudian digunakan untuk membuat grafik perbandingan. Grafik tersebut memungkinkan representasi visual perbedaan kekuatan tarik berdasarkan variasi media pendingin yang digunakan selama proses *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW).



**Gambar 5.** Grafik Rata-rata Uji Tarik

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa penggunaan media pendingin yang berbeda pada tahap SMAW berdampak pada kekuatan tarik benda uji. Media pendingin gel lidah buaya : Kuat tarik rata-rata sebesar 416,70 MPa dan regangan sebesar 33,62%. Media pendingin getah pohon pisang : Kuat tarik rata-rata 427,68 MPa dan regangan 36,4%. Media pendingin air : Kuat tarik *average* 405,82 MPa dan regangan 31,3%.

Variasi tanpa media pendingin : Kuat tarik rata-rata sebesar 401,34 MPa dan regangan sebesar 29,33%.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan media pendingin memang mempengaruhi hasil kekuatan tarik.

Kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada media pendingin getah pohon pisang, karena menurut penelitian (Roymons et al., 2014) getah pohon pisang mengandung air 86%, sehingga dapat menyerap panas dengan baik dan membantu menjaga suhu logam selama proses pengelasan. Meskipun mengandung air, getah pohon pisang juga memiliki kandungan air yang rendah dibandingkan dengan air murni. Ini membuatnya lebih efektif dalam mengurangi risiko terjadinya retakan logam saat terkena panas tinggi. Berdasarkan penelitian Budianto, nilai kuat tarik benda uji yang didinginkan dengan gel lidah buaya lebih tinggi dibandingkan benda uji yang didinginkan dengan air, namun lebih rendah dibandingkan benda uji yang didinginkan dengan getah pohon pisang (Budianto et al., 2016). Gel lidah buaya memiliki kandungan air sebesar 95%, kandungan air yang tinggi dalam media pendingin dapat mengakibatkan pendinginan yang terlalu cepat dan tiba-tiba pada logam yang baru saja dilas. Ketidakeimbangan pendinginan ini dapat mengurangi kekuatan dan ketangguhan sambungan las. Nilai kekuatan tarik media pendingin air mempunyai nilai yang paling rendah karena kandungan mineral air dapat menyebabkan korosi pada benda kerja hasil pengelasan akibatnya hasil pengelasan menjadi getas dan mudah patah (Supriyantini & Endrawati, 2015)(Laudany et al., 2023).

Hal ini didukung dengan penelitian (Jordi et al., 2017) dengan judul “Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW” dihasilkan kesimpulan bahwa hasil uji kekuatan tarik tertinggi menggunakan media pendinginan cepat air garam sebesar 472,75 Mpa dan terendah pada media pendingin udara sebesar 341,79 Mpa. Ini membuktikan jika media pendingin dapat memperbaiki kekuatan tarik pada hasil pengelasan baja (Maulana, 2016)(Zulfikli & Dahlan, 2019).

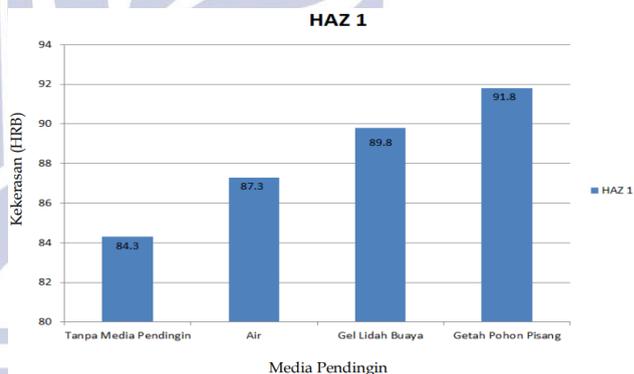
### Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Mesin kekerasan Rockwell menggunakan skala HRB digunakan untuk menentukan nilai kekerasan bahan yang diuji. Data spesifik hasil uji kekerasan dapat dilihat pada Tabel 3.

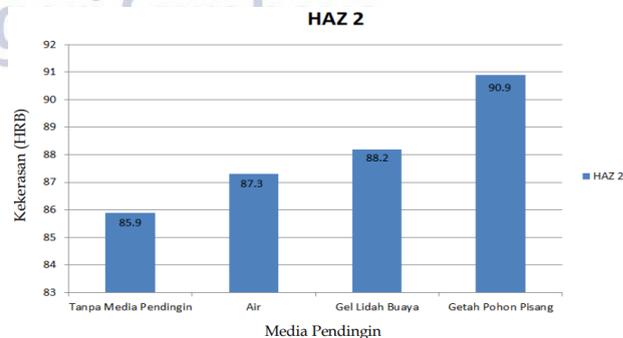
Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan

Variasi	Spesimen	Nilai Kekerasan Rockwell (HRB)				
		Base Metal 1	HAZ 1	Weld Metal	HAZ 2	Base Metal 2
Gel Lidah Buaya	1	88,4	90,1	90,1	88,1	86,2
	2	86,5	90,3	90,3	90,2	87,1
	3	86,4	89,2	91,2	86,1	88,1
Rata-rata		87,1	89,8	90,5	88,2	87,2
Getah Pohon Pisang	1	88,2	88,6	92,4	90,2	87,1
	2	88,9	94,9	101,5	89,6	88,6
	3	85,9	91,8	91,8	93,1	86,1
Rata-rata		87,7	91,8	95,3	90,9	87,3
Air	1	81,2	89,2	85,3	87,7	82,3
	2	86,2	88,5	89,7	88,0	86,2
	3	87,8	84,2	87,2	86,2	88,3
Rata-rata		85,1	87,3	87,4	87,3	85,6
Tanpa Media Pendingin	1	87,6	82,7	88,2	84,1	86,7
	2	86,7	83,9	88,6	85,6	85,3
	3	84,6	86,2	89,4	88,0	86,7
Rata-rata		86,3	84,3	88,7	85,9	86,2

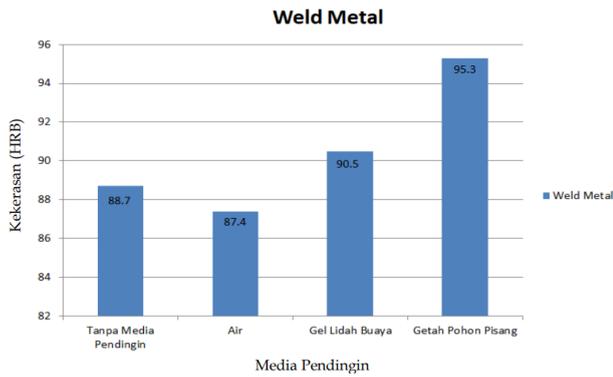
Berdasarkan hasil uji kekerasan yang telah disebutkan sebelumnya, dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengolah data dan memperoleh *average* kekerasan. Nilai tersebut lalu digunakan untuk membuat grafik perbandingan.



Gambar 6. Hasil Uji Kekerasan HAZ 1



Gambar 7. Hasil Uji Kekerasan HAZ 2



**Gambar 8.** Hasil Uji Kekerasan *Weld Metal*

Uji kekerasan ini di dapatkan hasil rata-rata untuk media pendingin gel lidah buaya sebesar 87.2 HRB di daerah *base metal*, 89 HRB di daerah HAZ, 95.3 HRB di daerah *weld metal*. Rata-rata nilai kekerasan dari variasi media pendingin getah pohon pisang sebesar 87.5 HRB di daerah *base metal*, 91.4 HRB di daerah HAZ, 90.5 HRB di daerah *weld metal*. Rata-rata nilai kekerasan dari variasi media pendingin air sebesar 85.4 HRB di daerah *base metal*, 87.3 HRB di daerah HAZ, 87.4 HRB di daerah *weld metal*. Rata-rata nilai kekerasan dari variasi tanpa media pendingin sebesar 86.3 HRB di daerah *base metal*, 85.1 HRB di daerah HAZ, 88.7 HRB di daerah *weld metal*.

Diperoleh adanya pengaruh proses pendinginan terhadap hasil terhadap nilai kekerasan. Nilai kekerasan tertinggi di dapatkan pada media pendingin getah pohon pisang, karena pendinginan dengan getah pohon pisang memiliki laju pendinginan sebesar 36,956 °C/s lebih cepat dibandingkan variasi media pendingin gel lidah buaya, air, dan udara (Antonius et al., 2019), pada pendinginan yang cepat akan terjadi transformasi fasa *austenite* menjadi *martensite* (Zhou et al., 2017). Struktur *martensite* ini menyebabkan nilai kekerasan pada media pendingin getah pohon pisang meningkat (Salman et al., 2023). Berdasarkan dukungan dari penelitian terdahulu (Roymons et al., 2014) dengan judul “Optimasi Hardening Baja Karbon Sedang dengan Fluida Getah Pohon Pisang Menggunakan Metode Taguchi” dihasilkan kesimpulan hasil uji kekerasan tertinggi yaitu 63,03 HRC, dengan kombinasi media pendingin getah pohon pisang.

### Hasil Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro hasil pengelasan SMAW pada bahan ASTM A36 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*. Data yang diperoleh dari hasil pengujian struktur mikro

berupa gambar struktur pada daerah HAZ, *weld metal*, dan *base metal* Material dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Gambar Hasil Uji Struktur Mikro

Media Pendingin	Base Metal	HAZ	Weld Metal
Gel Lidah Buaya	Ferrite, Perlite	Ferrite, Martensit, Perlite	Ferrite, Martensit, Perlite
Getah Pohon Pisang	Ferrite, Perlite	Ferrite, Martensit, Perlite	Ferrite, Martensit, Perlite
Air	Ferrite, Perlite	Ferrite, Martensit, Perlite	Ferrite, Martensit, Perlite
Tanpa Media Pendingin	Ferrite, Perlite	Ferrite, Perlite	Ferrite, Perlite

Berdasarkan mikrograf hasil pengelasan SMAW baja ASTM A36 di atas diperoleh fasa ferit, perlit dan martensit. Perubahan fasa terjadi pada daerah Haz dan logam las, namun pada daerah logam dasar tidak terjadi perubahan fasa karena material tidak terpengaruh oleh pendinginan. Pendinginan Terbaik oleh getah pohon pisang, pada daerah HAZ dan *Weld Metal* struktur *ferrite* dan *perlite* lebih banyak daripada *martensite*, sehingga hasil las bersifat keras dan kuat. Media pendingin gel lidah buaya pada daerah HAZ struktur *perlite* dan *martensite* lebih banyak daripada *ferrite* dan pada daerah *weld metal* struktur *ferrite* dan *perlite* lebih banyak daripada *martensite*, sehingga hasil las bersifat keras dan kuat. Media pendingin air pada daerah *weld metal* dan HAZ struktur *perlite* dan *martensite* lebih banyak daripada *ferrite*, sehingga hasil las bersifat keras dan getas.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Variasi media pendingin khususnya gel lidah buaya dan getah pohon pisang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik material baja ASTM A36 pada pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Namun, tidak ada pengaruh signifikan yang terlihat pada kasus media pendingin air. Di antara variasi media pendingin, getah pohon

pisang mempunyai nilai kuat tarik paling tinggi yaitu 427,68 MPa.

- Begitu pula dengan variasi media pendingin khususnya gel lidah buaya dan getah pohon pisang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan material baja ASTM A36 pada pengelasan SMAW. Namun, tidak ada pengaruh signifikan yang terlihat pada kasus media pendingin air. Getah pohon pisang memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 87,5 HRB pada area logam dasar, 91,4 HRB pada area *Heat-Affected Zone* (HAZ), dan 90,5 HRB pada area logam las.
- Adanya pengaruh pada variasi media pendingin gel lidah buaya dan getah pohon pisang, serta tidak ada pengaruh yang signifikan pada variasi media pendingin air terhadap pengamatan struktur mikro pengelasan SMAW material baja ASTM A36. Pendinginan terbaik oleh getah pohon pisang, pada daerah HAZ dan *weld metal* struktur *ferrite* dan *perlite* lebih banyak daripada *martensite*, sehingga hasil las bersifat keras dan kuat.

#### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka terdapat saran sebagai berikut:

- Pada penelitian lebih lanjut sarannya temperatur pada media pendingin harus sama.
- Diharapkan pada penelitian lebih lanjut media pendingin pada proses pengelasan tidak boleh dipakai 2 kali.
- Pada penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan media pendingin getah pohon pisang setelah proses pengelasan.
- Diharapkan pada penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan proses PWHT untuk dapat mengetahui perbedaan jika dilakukan proses PWHT dan tidak dilakukan proses PWHT.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Antonius, P., & Roymons, J., Dimu, D., (2019) Pengaruh Hardening Dengan Media Quenching Fluida Getah Pohon Pisang Terhadap Struktur Mikro Dan Komposisi Kimia Baja Karbon Sedang. *Rekayasa Mesin*, v. 10, n. 2, pp. 131 – 138, 2019.
- ASTM E8. (2016). ASTM E8-E8M-16a. *ASTM International*, 4.
- Bisri, H., & Yunus, Y. (2022). Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Pengelasan SMAW Material Baja SS400 Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Yunus Abstrak. *Jurnal Teknik Mesin Unesa*, 10(03), 55–60.
- Budianto, E., Agus Choiron, M., & B. Darmadi, D. (2016). Hardening Baja AISI 1045 Menggunakan Gel Aloe Vera Sebagai Media Pendingin. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 55–64. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.02.3>
- Gavade, S. V., Gangurde, P., Bhargava, A., Walhekar, V., Mishra, A., Sawant, Y., & Kumar, A. (2022). Engine Vibration-Dampening (Reduction) through Split Engine Mounting Arm for Passenger Vehicle. *SAE Technical Paper*, 5. <https://doi.org/10.4271/2022-01-0213>
- Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4), 785.
- Laudany, M. R. M., Zaki, A. F., & Yudo, H. (2023). Analisis Pengaruh Salinitas Dan Temperatur Air Laut Pada Hasil Pengelasan Underwater Welding Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, Dan Mikrografi Baja A36. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 11(3).
- Maulana, Y. (2016). ANALISIS KEKUATAN TARIK BAJA ST37 PASCA PENGELASAN DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN MENGGUNAKAN SMAW. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v1i2.545>
- Mikro, S., Komposisi, D. A. N., Baja, K., Sedang, K., & Pangalinan, A. (2019). *Media Quenching Fluida Getah*. *August*, 131–138.
- Rege, S., Khatri, C., & Nandedkar, M. (2017). Design and Analysis of Frame for Electric Motorcycle. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(10). <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2017.0610039>
- Roymons, J., Dimu, D., & Widhiyanuriyawan, S. (2014). Optimasi Hardening Baja Karbon Sedang dengan Fluida Getah Pohon Pisang Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(2), 135–140.
- Salman, Krishna, A., Setyowati, E. D., & Catur, A. D. (2023). Pengaruh Media Pendingin pada Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Plat Strip Stainless Steel AISI 304. *Journal of Engineering and Emerging Technology*, 01(01).
- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2015). Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1). <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i1.512>
- Wahyunanta, C., & Drastiawati, N. S. (2023). PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DALAM PROSES PWHT PENGELASAN SMAW UNTUK MATERIAL BAJA SS400 TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(01), 13-18.

Zhou, X., Liu, Y., Qiao, Z., Guo, Q., Liu, C., Yu, L., & Li, H. (2017). Effects of cooling rates on  $\delta$ -ferrite/ $\gamma$ -austenite formation and martensitic transformation in modified ferritic heat resistant steel. *Fusion Engineering and Design*, 125, 354–360.

<https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2017.05.095>

Zulfikli, & Dahlan, B. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Mekanik Pada Hasil Pengelasan Metode Smaw Material Baja St 52. *Journal of Welding Technology*, 1(2).  
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.30811/jowt.v1i2.1592>

