

Contents list available at [Sinta](https://sinta)**A R M A T U R**

: Artikel Teknik Mesin &amp; Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>**Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan Smaw Terhadap Uji Kekerasan, Uji Bending dan Uji Struktur Mikro Pada Pegas Daun Mitsubhisi Canter 125 PS****Dimas Bayu Randika<sup>1\*</sup>, Rieza Zulrian Aldio<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau, Jl. Kharuddin Nasution Km 11 No.133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru<sup>2</sup>Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Jl. Kharuddin Nasution Km 11 No.133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru**A R T I C L E**  
**I N F O**

*Keywords:*  
*SMAW Welding*  
*Leaf Spring*  
*SUP9A Steel*  
*Hardness, Bending*  
*Microstructure*

**A B S T R A C T**

Welding is the joining of two or more metals by softening some base metal and filler metal apart from strain and additional metals and producing a connection that connects each other. The purpose of this study was to obtain hardness strength, bending strength and microstructure at the SUP9A leaf spring steel welding joints with various variations of V, X and double U potency. The welding process uses an SMAW welding machine with a current of 90 A, E7018 electrode wire diameter of 2.6 mm, the material used is SUP9A leaf spring steel with a thickness of 10 mm. The results showed that hardness testing with potency V and double U got the highest average hardness value in the weld area of 28.8 HRc, while for the highest average bending strength value found in potency V of 160.1 MPa and the lowest average bending value in potency X of 115.6 MPa, then in microstructure testing potency V and double U have soft material properties because the ferrite phase is more dominant than The perlite phase while for the X phase has hard material properties because the perlite phase is more dominant than the ferrite phase.

**PENDAHULUAN**

Peningkatan mekanis dalam bidang konstruksi yang tidak dapat dipisahkan dari inovasi pengelasan karena memainkan peran penting dalam proses penyambungan

dengan bahan dasar logam. Jembatan, rangka baja, bejana tekan, transportasi, rel, saluran pipa, dan struktur serupa lainnya itu hanya beberapa contoh dari banyak aplikasi konstruksi untuk pengelasan. Pengelasan

\*Corresponding author: [Rieza@eng.uir.ac.id](mailto:Rieza@eng.uir.ac.id)

DOI: <https://10.24127/armatur.v5i1.5415>

Received 12 Februari 2024; Received in revised form 20 March 2024; Accepted 20 March 2024

Available online 1 March 2024

adalah salah satu prosedur penyambungan logam dengan cara melunakkan sebagian logam dasar dan logam pengisi terlepas dari regangan dan logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang saling menyambung [1]. Pengelasan SMAW bekerja dengan bail untuk pelat tebal dan memiliki kepekaan retak yang rendah, sehingga cocok untuk proses pengelasan. Kualitas area las SMAW lebih unggul dari las logam dasar, pengelasan SMAW banyak sekali digunakan untuk mengelas konstruksi dan plat-plat tebal contohnya: jembatan, kapal dan plat tebal lainnya seperti pegas daun [2].

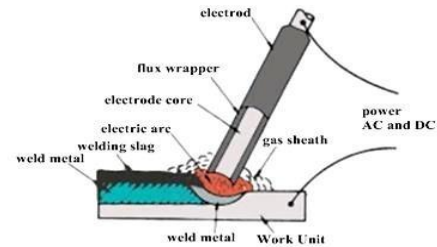
Pengelasan pegas daun yang patah dapat dilakukan pengelasan kembali pada bagian yang patah disebabkan karena faktor umur pegas daun tersebut, penyebab lain patahnya pegas daun biasanya karena kelebihan beban (*overload*) dan keadaan jalan yang rusak. Dalam penelitian ini pegas daun yang patah dilas dengan berbagai kampuh variasi kampuh dalam proses pengelasan pegas daun menghasilkan kualitas sambungan las yang beragam. Dengan menggunakan elektroda tipe RB dengan diameter 2,6 mm, penelitian ini berupaya untuk mengetahui variasi kampuh pada proses las SMAW terhadap nilai kekerasan, nilai kekuatan bending dan struktur mikro pada sambungan pegas daun baja SUP9A.

## STUDI LITERATUR

### Pengelasan

Pada dasarnya, pengelasan hanya digunakan untuk sambungan perbaikan dasar, tetapi dengan berbagai kemajuan yang telah dilakukan, teknologi pengelasan dan pengembangan pengelasan menjadi penting di berbagai belahan dunia. Normalisasi las yang sudah standar akan bekerja sesuai dengan tujuan pengelasan dan mampu membuat jenis konstruksi bangunan lebih

besar. Inovasi pengelasan berperan penting dalam dunia modern saat ini karena pergantian peristiwa yang terus menerus dan kemajuan yang dibuat dalam menciptakan inovasi pengelasan [3].



Gambar 1. Prinsip Kerja Las SMAW

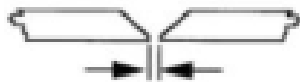
Secara garis besar las dapat diartikan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam komposit yang selesai pada saat logam dalam keadaan cair [4]. Pengelasan tidak hanya sekedar memanaskan dua potong benda hingga meleleh dan membiarkannya membeku kembali, tetapi melakukan pengelasan secara menyeluruh dengan menambahkan bahan tambahan atau elektroda saat dipanaskan sehingga memiliki kekuatan yang optimal. Kekuatan sambungan las dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain: sistem pengelasan, material, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan. Faktor pengelasan merupakan jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, susunan pelaksanaan, persiapan pengelasan meliputi pemilihan mesin las, juru las, pemilihan elektroda yang digunakan, penggunaan kampuh dan lain-lain.

### Kampuh Pengelasan

Deposit las atau weld metal nantinya akan digunakan untuk mengisi kampuh yang merupakan komponen dari logam induk. Kampuh las adalah alur yang dibuat pada kedua sisi logam yang akan dilas yang kemudian diisi dengan logam las [5]. Berikut ada beberapa bentuk kampuh yang

digunakan pada penelitian ini yaitu kampuh V, X dan double U.

Kampuh V ini lebih kuat daripada kampuh persegi dan dapat digunakan untuk mengakui kekuatan tekan yang sangat besar, serta lebih tahan terhadap kondisi beban statis.



Gambar 2. Kampuh V

Kampuh ini lebih kuat daripada kampuh V tunggal, bagus untuk kondisi beban statis dan dinamis dan dapat menjaga deformasi bentuk sesedikit mungkin.



Gambar 3. Kampuh X

Sambungan ganda U juga dapat dibuat tertutup dan terbuka. Sambungan ini dapat menangani beban statis dan dinamis dengan lebih baik.



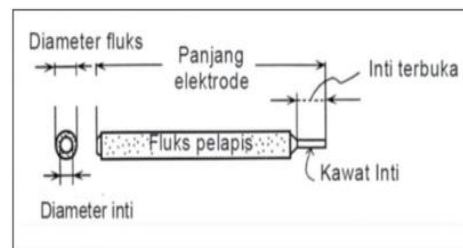
Gambar 4. Kampuh Double U

### Elektroda Las

Pengelasan yang baik hanya mungkin dilakukan dengan desain yang tepat, bahan yang tepat, dan metode yang tepat. Dengan asumsi salah satu elemen ini hilang, hasil yang dapat diterima tidak dapat dicapai. Untuk menyelesaikan pengelasan dengan kualitas yang diharapkan, penting untuk memahami sifat dari setiap bahan las (katoda las, kawat, transisi). Penentuan logam pengisi melalui anoda las, katoda logam pengisi sebagai logam pengisi dalam sistem pengelasan sangat penting dalam menentukan sifat hasil pengelasan, serta transisi dan gas sebagai pengaman. Sehubungan dengan sifat mekanik yang

diinginkan dari logam las, pemilihan logam yang salah akan mengakibatkan kegagalan pengelasan [6].

Dalam penelitian ini menggunakan elektroda E 7018 adalah lapisan serbuk besi yang berguna untuk meningkatkan produktivitas pengelasan, serta rendah hidrogen sehingga mempengaruhi sistem pendinginan logam las, sehingga pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las menjadi lebih kuat dalam [7].



Gambar 5. Elektroda Las SMAW

Untuk komposisi kimia yang terkandung di dalam elektroda yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Kimia Elektroda E7018

Elektroda	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	S %	P %
E7018	0,12	0,075	1,06	0,02	0,03	0,03	0,035	0,035

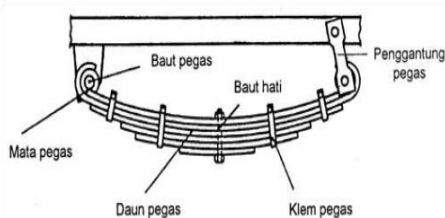
Bahan elektroda las yang digunakan untuk jenis E7018 adalah serbuk besi dan hidrogen rendah. Jenis ini kadang disebut kapur. Jenis ini menghasilkan sambungan dengan kadar hidrogen rendah sehingga kepekaan sambungan terhadap retak sangat rendah, ketangguhannya sangat memuaskan.

### Pegas Daun

Pegas daun adalah bagian utama yang digunakan untuk meredam getaran atau guncangan yang ditimbulkan oleh eksitasi gaya luar saat kendaraan bergerak. Oleh karena itu, dampak negatif komponen terhadap kenyamanan penumpang harus

diperhatikan dengan baik. Bahan pegas daun sebenarnya memiliki kekerasan tinggi dan merupakan bagian dari kelompok baja pegas [8].

Contoh gambar baja pegas daun pada suspensi kendaraan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pegas Daun

Material pegas daun yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja pegas SUP9A. Komposisi kimia baja SUP9A dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Kimia Baja SUP9A

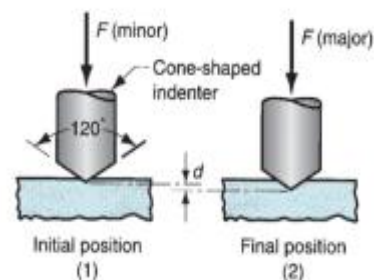
Grade	C	Si	Mn	Cr	Compositio n
%	%	%	%	%	System
SUP9	0,6	0,2	0,8	0,8	Mn-Cr
A	0	5	5	5	Steel

## METODE PENELITIAN

Proses pengelasan yang digunakan adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Pengelasan ini menggunakan arus 90 ampere dengan elektroda E7018. Pengujian ini menggunakan variasi kampuh V, X dan double U. Dalam penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan, bending dan struktur mikro untuk pengujian bending dan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Material Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau sedangkan pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Riau.

Pembuatan spesimen sesuai dengan bentuk standar pengujian menggunakan mesin gerinda untuk membuat spesimen setiap pengujian dengan standar uji spesimen yang berbeda.

Uji kekerasan adalah suatu siklus yang merencanakan untuk menentukan hambatan suatu material terhadap deformasi di sekitar permukaan material, khususnya untuk logam yang deformasi yang dimaksud adalah deformasi plastis. pengujian kekerasan menggunakan model mesin *Universal Hardness Testing* dengan menggunakan metode pengujian *Rockwell* skala C. Pengujian kekerasan *Rockwell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material terhadap indenter seperti bola baja atau kerucut batu berharga yang digaris bawah pada lapisan luar bahan uji [9].



Gambar 7. Pengujian Kekerasan Metode *Rockwell*

Kerucut intan ditekan ke permukaan uji dengan beban awal 10 kg untuk meratakan ketidakrataan yang disebabkan oleh permukaan yang kotor. Setelah itu beban dinaikkan menjadi 150 kg untuk mendapatkan kedalaman pembebanan yang paling besar. Selisih antara penetrator bola baja dengan diameter 1,588 mm (1/16 in).

$$HR = E - e \quad (1)$$

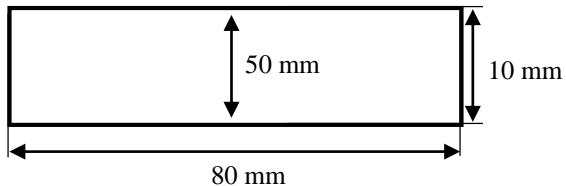
Dimana:

HR = Nilai kekerasan *rockwell*

E = Konstanta tergantung pada bentuk

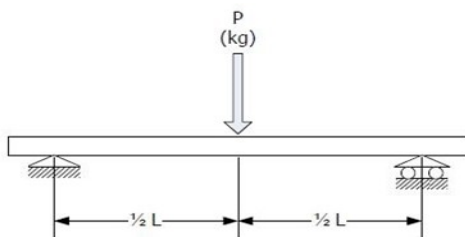
e = Perbedaan antara dalamnya penembusan

Pembuatan spesimen uji kekerasan mengikuti standar ASTM E18 pada pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Standar ASTM E18

Pengujian bending dilakukan menggunakan mesin dengan merk *Gotech* dengan kode mesin GT-C110190804 di Universitas Islam Riau. Pengujian bending bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu material terhadap kekuatan lenturnya. Besar kekuatan bending tergantung pada jenis spesimen dan pembebanan. Akibat dari pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan dan bagian bawah akan mengalami tegangan Tarik.



Gambar 9. Pengujian Bending Metode Three-Point

Pengujian ini menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{3 F L}{2 W d^2} \quad (2)$$

Dimana:

$\sigma$  =Kekuatan Bending (kN/mm<sup>2</sup>)

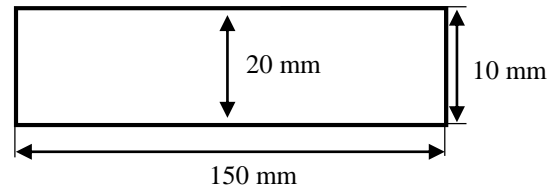
F =beban maksimal (kN)

L =panjang specimen (mm)

W =lebar specimen (mm)

D =tinggi specimen (mm)

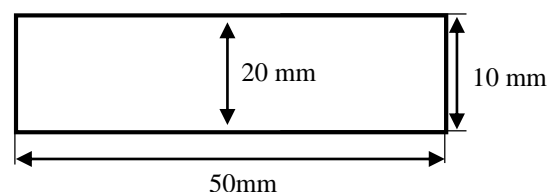
Pembuatan spesimen uji bending mengikuti standar ASTM E23-02 pada pengujian bending dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Standar ASTM E23-02

Untuk mengetahui sifat dari suatu logam, kita dapat melihat struktur mikronya. Setiap logam dengan jenis berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda. pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop *optic OLYMPUS* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin universitas Islam Riau [10]. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur dan fasa bahan *tie rod* pada tiga bagian yaitu: daerah las, daerah *HAZ* dan logam induk. Pengamatan struktur mikro ini tidak dapat dilihat oleh mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat mikroskop optik dan mikroskop elektron yang dilakukan pada suatu [11].

Pembuatan spesimen uji struktur mikro pada pengujian struktur mikro dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Spesimen Uji Struktur Mikro

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Kekerasan

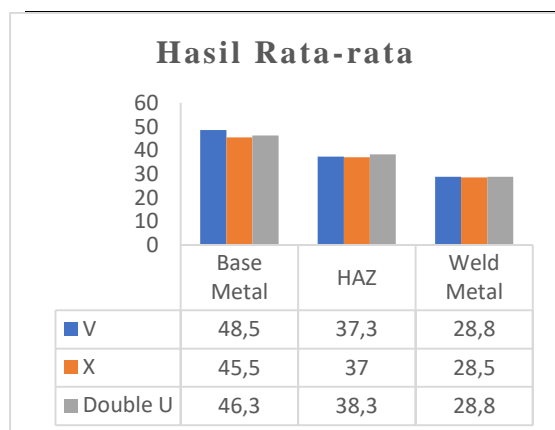
Dalam pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan baja pegas daun SUP9A dengan ketebalan 10 mm sebanyak 9 spesimen, yaitu 3 spesimen dengan kampuh V, 3 spesimen dengan kampuh X dan 3

spesimen dengan kampuh double U, akan tetapi dalam penelitian ini hanya nilai rata-rata pengujian kekerasan yang dijadikan sebagai analisa penelitian [12].

Data hasil pengujian kekerasan dengan variasi kampuh dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kekerasan

Kampuh	Arus (A)	Nilai Kekerasan ( BHN) Kg/mm <sup>2</sup>		
		BM	HA Z	WM
V		49	39	31
V	90 A	48.5	37	28.5
V		48	36	29
Rata-rata		48.5	37.3	28.8
X		45	38.5	30
X	90 A	45.5	37	27.5
X		46	35.5	28
Rata-rata		45,5	37	28.5
Double U		47	39.5	30
Double U	90 A	46	38	28
Double U		46	37.5	28.5
Rata-rata		46.3	38.3	28.8



Gambar 12. Grafik Nilai Rata-rata Kekerasan

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa spesimen baja SUP9A di titik 1 atau logam induk kampuh V memiliki nilai rata-rata kekerasan lebih tinggi dari pada spesimen kampuh X dan double U. Spesimen baja

SUP9A kampuh X dan Double U memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 45,5 HRc dan 46,3 HRc lebih rendah dari kampuh V. Hal ini terjadi karena pembuatan pada spesimen ini menggunakan bahan yang sudah pernah dipakai. Maka dari itu perbedaan nilai yang tidak signifikan.

Lalu pada grafik spesimen baja SUP9A di titik 2 (HAZ) dapat dilihat nilai rata-rata kampuh double U lebih dominan tinggi yaitu sebesar 38,3 HRc dari kampuh V dan X. Sedangkan spesimen baja SUP9A dengan kampuh V dan X memiliki nilai rata-rata sebesar 37,3 HRc dan 37 HRc. Hal ini terjadi karena pada pengujian struktur mikro terlihat pada daerah HAZ butir ferrit lebih dominan banyak dibandingkan butir perlit mengakibatkan turunnya nilai kekerasan pada daerah HAZ spesimen uji kekerasan.

Sedangkan pada grafik spesimen baja SUP9A di titik 3 atau daerah las kampuh V, X dan double U memiliki nilai rata-rata yang hampir sama, untuk nilai kampuh V dan U sama persis yaitu sebesar 28,8 HRc dan untuk nilai rata-rata kampuh X sangat berbeda tipis yaitu sebesar 28,5 HRc. Hal ini terjadi karena kekerasan yang diperoleh pada logam las itu juga dapat dipengaruhi oleh elektroda yang digunakan karena pada hasil kekerasan daerah las kekerasannya berbeda dipengaruhi oleh komposisi dari logam induk serta elektroda yang digunakan [13].

Kondisi spesimen setelah dilakukan pengujian bending dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 13. Spesimen Uji Kekerasan Setelah Pengujian

Jika dilihat dari pengujian struktur mikro ketiga kampuh ini lebih dominan banyak butir ferrit dibandingkan butir perlit mengakibatkan turunnya nilai kekerasan, maka dari itu nilai rata-rata kekerasan yang dihasilkan dari setiap kampuh itu tidak jauh beda atau hampir sama.

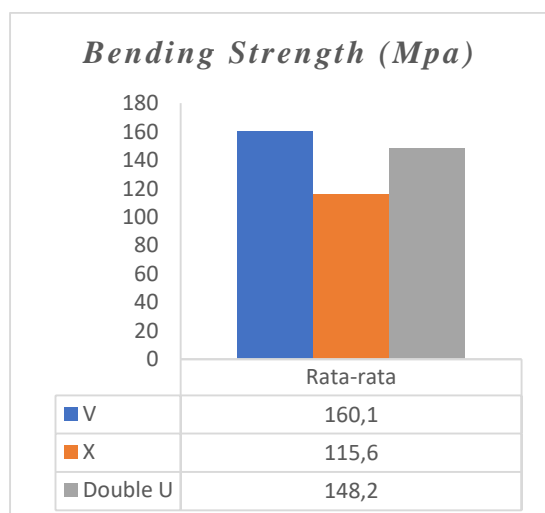
### Hasil Pengujian Bending

Dalam pengujian bending pada penelitian ini menggunakan baja pegas daun SUP9A dengan ketebalan 10 mm sebanyak 9 spesimen, yaitu 3 spesimen dengan kampuh V, 3 spesimen dengan kampuh X dan 3 spesimen dengan kampuh double U, akan tetapi dalam penelitian ini hanya nilai rata-rata pengujian bending yang dijadikan sebagai analisa penelitian [14].

Data hasil pengujian bending dengan variasi kampuh dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Data Hasil Pengujian Bending

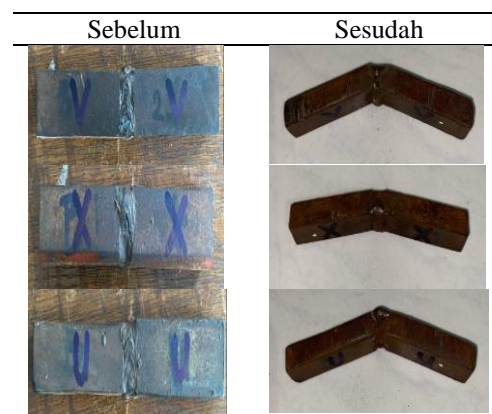
Kampuh	Beban Maks. (N)	Kekuatan Bendin g (MPa)	Elongation (%)
V	32967.5	160.1	10.8
X	20806.2	115.6	7.2
Double U	30344.9	148.2	12.3



Gambar 14. Grafik Nilai Rata-rata *Bending Strength*

Jika nilai dari setiap kampuh dirata-ratakan maka nilai tertinggi *bending strength* ditunjukkan oleh spesimen yang dilas pada kampuh V yaitu sebesar 160,1 MPa dan nilai rata-rata *bending strength* terendah ditunjukkan oleh spesimen yang dilas pada kampuh X yaitu sebesar 115,6 MPa. Maka berdasarkan grafik dari nilai rata-rata bending strength maka kampuh V memiliki nilai *bending strength* lebih tinggi dibanding kampuh X dan double U. Maka dari itu perbedaan kekuatan bending menandakan bahwa penentuan jenis media pendingin dan penentuan jenis kampuh dapat menentukan kekuatan bending yang [15].

Tabel 5. Spesimen Sebelum dan Sesudah Uji Bending



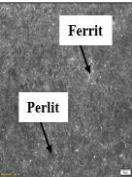
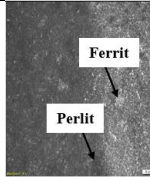
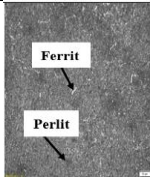
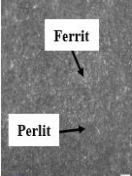
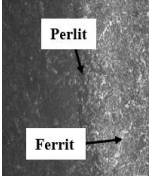
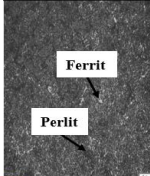
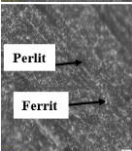
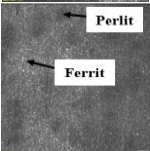
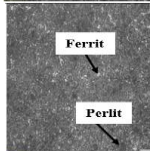
Hasil pengujian bending pada dasarnya tidak menyebabkan patah pada spesimen baja karbon rendah akan tetapi pada baja karbon tinggi seperti pada spesimen penelitian ini yaitu baja pegas daun SUP9A terjadi patah pada spesimen dikarenakan sifat baja karbon tinggi yang cenderung lebih getas dibandingkan dengan baja karbon rendah yang memiliki sifat ulet.

### Hasil Pengujian Struktur Mikro

Dalam pengujian struktur mikro pada penelitian ini menggunakan baja pegas daun SUP9A dengan ketebalan 10 mm sebanyak 9 spesimen, yaitu 3 spesimen dengan kampuh V, 3 spesimen dengan kampuh X

dan 3 spesimen dengan kampuh double U, akan tetapi dalam penelitian ini hanya nilai rata-rata pengujian struktur mikro yang dijadikan sebagai analisa penelitian[16].

Tabel 6. Hasil Struktur Mikro Baja Pegas Daun SUP9A

	Logam Induk (100x)	HAZ (20x)	Daerah Las (20x)
V			
X			
U			

### Logam Induk

- Pada logam induk Baja SUP9A struktur mikro pada kampuh V dapat dilihat bahwa butir ferrit (warna terang) lebih dominan banyak dibandingkan perlit (warna gelap). Butir ferrit memiliki sifat lunak dan ulet, sedangkan butir perlit memiliki sifat keras karena mengandung karbon dan kurang ulet. Pada daerah logam induk ini tidak ada perubahan struktur mikro pada variasi kampuh karna logam induk tidak terpengaruh apapun dari proses pengelasan berbeda dengan daerah HAZ dan daerah las yang terkena panasnya pengelasan yang tentunya akan merubah struktur mikro.
- Pada logam induk struktur mikro pada kampuh X terlihat bahwa butir ferrit lebih dominan banyak dibandingkan butir perlit dan terlihat butir ferrit tersusun rapi.

- Pada logam induk struktur mikro pada kampuh double U terlihat butir ferrit dan perlit yang lebih mendominasi yaitu butir ferrit terlihat butir yang tidak tersusun rapi.

### HAZ

- Pada daerah HAZ struktur mikro pada kampuh V terlihat butiran ferrit dan perlit, pada kampuh V ini menunjukkan butir ferrit yang tersusun rapi dan terlihat butir perlit yang tidak merata dan ada butir ferrit yang memanjang yang artinya bersifat lunak dan ulet.
- Pada daerah HAZ struktur mikro pada kampuh X terlihat butir ferrit tidak merata ada pula yang memanjang dan butir Perlit lebih banyak dibandingkan butir ferrit yang artinya pada kampuh ini bersifat keras dan kurang ulet.
- Pada daerah HAZ struktur mikro pada kampuh Double U terlihat butir ferrit dan perlit, pada daerah HAZ kampuh double U menunjukkan butir ferrit yang tersusun rapi dan butir perlit disini terlihat dimana butirnya yang tidak terarah maka dari itu kampuh bersifat lunak dan ulet [17].

### Daerah Las

- Pada daerah las struktur mikro pada kampuh V butir ferrit terlihat lebih banyak dibandingkan dengan logam induk dan daerah HAZ. Butir ferrit pada kampuh ini lebih banyak dan merata, dibandingkan butir perlit yang artinya pada kampuh ini mempunyai daerah las yang kuat dan ulet.
- Pada daerah Las struktur mikro pada kampuh X terlihat bahwa butir perlit lebih dominan banyak dari pada butir ferrit, untuk butir perlit terlihat tersusun rapi. Yang artinya pada kampuh ini memiliki daerah las yang keras dan kurang ulet.

c) Pada daerah las struktur mikro pada kampuh double U terlihat butir ferrit pada kampuh double U ini lebih dominan banyak dibandingkan butir perlit dan terlihat butir ferrit tersusun dengan rapi. Yang artinya pada kampuh ini memiliki daerah las yang ulet dan kekuatan yang bagus.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

Variasi kampuh yang berbeda pada pengelasan SMAW berpengaruh pada kekuatan bending, kekuatan kekerasan dan struktur mikro pada baja SUP9A.

Dari pengujian kekerasan nilai rata rata daerah las tertinggi diperoleh pada kampuh V dan U yaitu sebesar 28,8 HRc, artinya setaip kampuh memiliki nilai kekerasan masing-masing pada pengelasan baja SUP9A.

Dari pengujian bending nilai kekuatan bending tertinggi diperoleh pada kampuh V yaitu sebesar 174,2 MPa, maka semakin tinggi beban maksimum yang dihasilkan, maka semakin besar nilai dari kekuatan bending tersebut. Nilai elongation tertinggi ditunjukkan pada kampuh double U dengan nilai sebesar 16,7%.

Dari pengujian struktur mikro pada kampuh V dan double U memiliki sifat lunak dan ulet karna fasa ferrit lebih dominan banyak dibandingkan fasa perlit sedangkan untuk kampuh X memiliki sifat keras dan kurang ulet karna fasa perlit lebih dominan banyak dibandingkan dengan fasa ferrit.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Jalil, S. A., Zulkifli, Z., & Rahayu, T. (2017). Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan. *Jurnal Polimesin*, 15(2), 58-63.

- [2] S. Suharno And Y. Estriyanto, 2018. “ Pengaruh Variasi Besar Sudut Kampuh V Tunggal Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Kekuatan Tarik Material Baja Ss400 Dengan Metode Pengelasan Smaw,” *Nozel Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, Vol. 1, No. 4, Pp. 3001–31,
- [3] A. Sebayang, E. Tarigan, And S. Siahaan, 2021. “Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Plat Baja St 37 Dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Dan Metal Inert Gas (Mig) Menggunakan Arus 140 A Dan 120 A,” *Jurnal Ilmiah Core It*, Vol. 9, No. 6, Pp. 1–8,
- [4] Y. Gunawan, N. Endriatno, And B. H. Anggara, 2017. “Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Dan Baja Karbon Tinggi,” *Enthalpy-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, Vol. 2, No. 1,
- [5] Z. Purba, S. Bahri, And J. Syarif, 2022. “Pengaruh Variasi Kampuh Las Terhadap Ketangguhan Sambungan Hasil Pengelasan Material Baja Aisi 1050,” *Journal Of Welding Technology*, Vol. 4, No. 1, Pp. 27–33,
- [6] Bakhori, A. (2017). Perbaikan Metode Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) Pada Industri Kecil di Kota Medan. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 14-20.
- [7] R. M. Veranika, M. A. Fauzie, H. Ali, And M. Solihin, 2019. “Studi Pengaruh Variasi Elektroda E 6013 Dan E 7018 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Bahan Baja Karbon Rendah,” *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Vol. 7, No. 2,
- [8] Pranata, S., Asmadi, A., Husni, T., & Afriany, R. (2020). Pengaruh Variasi Suhu Tempering 200oC 400oC 600oC Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Baja Jis G4801 Sup

9. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 7(2), 216-224.
- [9] M. Sulaeman, H. Budiman, And E. Koswara, 2019 “Proses Uji Dimensi, Uji Kekerasan Dengan Metode Rockwell Dan Uji Komposisi Kimia Pada Cangkul Di Balai Besar Logam Dan Mesin (Bblm) Bandung,” Pp. 539–543,.
- [10] A. Prayogi And Suhardiman, 2019. “Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah,” *Jurnal Polimesin*, Vol. 17, No. 2, Pp. 83–90,
- [11] FIRDHAUS, F. (2018). *HEAT TREATMENT MATERIAL TIE ROD PADA TEMPERATURE 1000 0C TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEAUSAN* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada)..
- [12] Erizal, E. (2017). Uji Kekerasan Pada Pegas Daun Mobil Pick-up. Suhu Pemanasan 8000c Di Quenching Air Laut. *Majalah Teknik Simes*, 11(1), 16-22.
- [13] Jaya, M. A., Mulyo, R. B. S., & Helmy, P. (2018). Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Mikrostruktur Pada Sambungan Las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Baja Pegas Daun. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 14(1).
- [14] Permana, A. B., & Sakti, A. M. (2020). Studi Eksperimen Kekuatan Impact dan Bending Baja Karbon Pegas Daun AISI 1095 Pada Mobil Kijang Kapsul 7K-EFI Tahun 2000 Dengan Perlakuan Panas Tempering. *JPTM Univ. Negeri Surabaya*, 9(03), 67-75.
- [15] Prabowo, A. A., & Sunyoto, S. (2020). Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan, Struktur Mikro, Dan Kekuatan Bending Baja AISI 1010. *JMEL: Journal of Mechanical Engineering Learning*, 9(1).
- [16] Saputra, R., & Tyastomo, E. (2016). Perbandingan kekerasan dan struktur mikro pegas daun yang mengalami proses heat treatment. *Bina Teknika*, 12(2), 185-193.
- [17] Nugroho, F. (2017). Studi Komparasi Pengaruh Variasi Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Impak, Kekerasan, dan Struktur Mikro Sambungan Las Pegas Daun Baja Sup 9 pada Proses Las Smaw. *Angkasa*, 9(2), 57-66.