

## Analisa Kekerasan dan Kekuatan Tarik pada ST 60 Pasca *Hardfacing Welding* dengan Variasi Kuat Arus Las dan Elektroda RD 260 3,2 mm

Sutrisno<sup>1</sup>, Azmal<sup>2</sup>, Eko Widagdo<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak

Email: idris\_tris@yahoo.com

**Abstract:** *Welding is needed to fill holes in castings, increase the hardness of the tool layer and equipment or worn components. Damage usually occurs on the wheel shaft of the truck that rubs against the bushing. The purpose of this study was to determine the effect of the hardfacing welding method with variations in current of 90 A, 110 A and 120 A using RD 260 electrodes measuring 3.2 mm on surface hardness and tensile strength. The method used was experimental, aimed at testing and comparing ST.60 material that was not hardfacing welded and hardfacing welded. The results of the study obtained the highest average hardness value in hardfacing welding with a current of 120 A of 202.89 HV, the lowest average hardness value in specimens without hardfacing welding was 97.1 HV and hardfacing welding with a current of 90 A obtained an average hardness value of 104.80 HV and hardfacing welding with a current of 110 A obtained an average hardness value of 112.37 HV. For the average value of tensile strength ( $\sigma_{trk}$ ) without hardfacing welding is 660.67 N/mm<sup>2</sup>, the tensile strength in hardfacing welding decreases where for a current of 90 A it is 567.80 N/mm<sup>2</sup>, a current of 110 A the tensile strength ( $\sigma_{trk}$ ) is 568.88 N/mm<sup>2</sup> and 120 A the tensile strength ( $\sigma_{trk}$ ) is 574.11 N/mm<sup>2</sup>. This shows that the surface hardness increases with increasing current in hardfacing welding and the tensile strength value will decrease.*

**Keywords:** *ST.60, Hardfacing Welding, Current, Electrodes, Hardness, Tensile Strength*

**Abstrak:** Pengelasan dibutuhkan untuk pengisi lubang pada coran, menambah kekerasan pada lapisan perkakas dan peralatan atau komponen yang telah aus. Kerusakan biasanya terjadi pada *shaft* roda lori yang bergesekan pada *bushing*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh metode *hardfacing welding* dengan variasi arus 90 A, 110 A dan 120 A dengan menggunakan elektroda RD 260 ukuran 3,2 mm terhadap kekerasan permukaan dan kekuatan tarik. Metode yang digunakan adalah eksperimental, bertujuan untuk menguji dan membandingkan material ST.60 yang tidak di *hardfacing welding* dan di *hardfacing welding*. Hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada *hardfacing welding* arus 120 A sebesar 202,89 HV, hasil nilai rata-rata kekerasan terendah pada spesimen tanpa *hardfacing welding* yaitu 97,1 HV dan *hardfacing welding* arus 90 A mendapatkan hasil nilai rata-rata kekerasan 104,80 HV dan *hardfacing welding* arus 110 A mendapatkan nilai rata-rata kekerasan 112,37 HV. Untuk nilai rata-rata kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) tanpa *hardfacing welding* adalah 660,67 N/mm<sup>2</sup>, kekuatan tarik pada *hardfacing welding* terjadi penurunan dimana untuk arus 90 A sebesar 567,80 N/mm<sup>2</sup>, arus 110 A kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) 568,88 N/mm<sup>2</sup> dan 120 A kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) sebesar 574,11 N/mm<sup>2</sup>. Ini menunjukkan bahwa kekerasan permukaan meningkat dengan naiknya arus pada *hardfacing welding* dan nilai kekuatan tarik akan semakin menurun.

**Kata Kunci:** *ST.60, Hardfacing Welding, Arus, Elektroda, Kekerasan, Kekuatan Tarik*

Pada era kemajuan teknologi pengelasan merupakan aspek terpenting dalam berbagai pembuatan konstruksi, baik dari konstruksi sederhana sampai pada konstruksi yang mempunyai tingkat kesulitan dan persyaratan yang tinggi. Pengelasan ini sangatlah membantu pada pembuatan (kapal, jembatan, perumahan, konstruksi mesin dan perusahaan industri). Selain aplikasi diatas pengelasan juga dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan tertentu seperti reparasi untuk pengisi lubang pada coran, menambah kekerasan pada lapisan perkakas dan menambah lapisan pada bagian bagian peralatan atau komponen yang telah mengalami keausan. Masalah utama yang sering dihadapi diindustri adalah keausan komponen, perkakas yang secara signifikan disebabkan oleh pemakaian yang terus menerus selama bertahun-tahun dikarenakan gesekan.

Proses pengelasan merupakan penyambungan dua bahan material atau lebih .biasa dilakukan pada bahan Karbon rendah maupun karbon tinggi. Pengelasan bisa juga dilakukan untuk penambahan lapisan pada perkakas ataupun komponen mesin agar menjaga dari keausan maupun penambahan lapisan akibat keausan komponen. (Jumadin dkk, 2023).

Elektroda merupakan bagian ujung dari rangkaian penghantar arus listrik yang berhubungan dengan benda kerja dan berfungsi sebagai sumber panas dalam proses pengelasan. Elektroda biasanya dijepit menggunakan tang las. Ketika elektroda bersentuhan dengan benda kerja dapat terjadi aliran arus listrik melalui benda kerja, untuk menghasilkan panas yang diperlukan untuk melakukan proses pengelasan atau peleburan logam. (Istiqlalayah, Mufarrih, & Gundara, 2018).

Masalah pengelasan juga bisa berjalan dengan baik apabila arus yang digunakan

tidak rendah maupun tidak tinggi, arus pengelasan yang dibutuhkan tergantung pada bahan dan ukuran lapisan las, geometri lapisan, posisi pengelasan, berbagai elektroda dan diameter inti batang. pengaruh arus las terhadap pengelasan sangat mempengaruhi hasil pengelasan, arus las yang tinggi memungkinkan tingginya takikan, banyak percikan, elektroda yang terlalu panas, cakupan terak yang memadai, pembentukan lubang cacing dan retakan parah karena panas yang berlebihan. Sedangkan arus las terlalu rendah memungkinkan terjadi penumpukan tinggi dan terak las yang tinggi karena kurangnya pemanasan (Jumadin dkk, 2023:98).

Menurut ASTM (*American Society For Testing And Material*) Baja ST 60 merupakan suatu material yang memiliki kadar karbon sedang (*medium carbon steel*) mempunyai kandungan karbon antara 0,3 % sampai dengan 0,6 % dan biasanya banyak digunakan pada shaft roda, poros baling-baling dan lain-lain (Furqon dkk, 2016).

Kekuatan bahan baja dapat diukur melalui besar kekerasan permukaan dan tegangan tarik maksimum terhadap gaya tarik yang diberikan dan merupakan kemampuan dari baja tersebut untuk menahan gesekan dan beban tarik pada luas permukaan. Pengujian kekerasan dan kekuatan tarik ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan baja terhadap kekerasan permukaan dan gaya tarik setelah perlakuan panas *strain* dan *stress*. Adanya beberapa alasan dilakukannya uji kekerasan dan tarik untuk pemilihan material pada aplikasi teknik. Sifat kekerasan permukaan dan kekuatan tarik ini sering kali diikutsertakan dalam spesifikasi material untuk menjamin kualitas selama pengembangan material dan proses baru, sehingga material dapat dibandingkan. Kekuatan suatu material seringkali menjadi



perhatian dan dapat diukur berdasarkan tegangan yang diperlukan untuk menyebabkan deformasi plastis atau tidak dapat kembali ke bentuk semula (Davis, 2004:2).

Cara mengatasi masalah untuk meningkatkan ketahanan bahan yang ada yaitu melalui metode *Hardfacing Welding*. *Hardfacing* biasa dikenal sebagai “*Hard Surfacing*” merupakan pelapisan atau build up dimana lapisan paduan khusus di posisikan pada permukaan logam untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan terhadap abrasi, korosi dan keausan. Proses ini biasanya melibatkan pengelasan untuk memperpanjang umur operasional komponen mesin dan struktur yang mengalami keausan. masalah Pemilihan material elektroda penting untuk melakukan proses pengelasan yang sesuai dengan jenis logam yang akan di *Hardfacing* (Pradeep, 2012).

## METODE

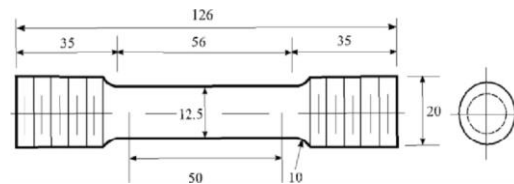
Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan judul penelitian “Analisa Kekerasan dan Kekuatan Tarik pada ST 60 Paska *Hardfacing Welding* dengan Variasi Kuat Arus Las dan Elektroda RD 260 3,2 MM”

Tahapan pertama yaitu metode pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Proses ini merupakan tahapan pembuatan spesimen benda uji dengan dilakukannya pemotongan *Round AS ST 60* sebanyak 24 (Dua puluh Empat) sampel dengan menggunakan mesin gergaji besi dengan ukuran panjang pemotongan 126 mm (gambar 1).

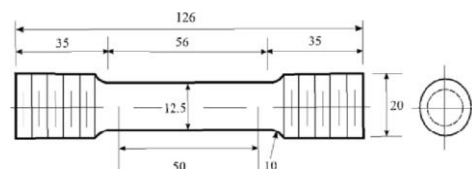
Gambar 1. Sampel Standar ASTM E8

- b. Melakukan pembubutan spesimen ukuran yang telah ditentukan oleh standar ASTM (*American Society Testing For Material*) yaitu diameter tengahnya 12,5 mm, lihat gambar 1.
- c. Untuk 18 sampel yang telah dibubut dengan standar ASTM E8, dilakukan pembubutan lagi dengan pengurangan diameter sebesar 4 mm menjadi 8,5 mm, dilihat gambar 2.



Gambar 2. Pengurangan diameter 4 mm

- d. Pengelasan *hardfacing* (penambahan lapisan) dengan polaritas DC+ mevariasikan tiga arus 90 A, 110 A dan 120 A. Masing-masing sebanyak 5 sampel dengan ketebalan pengelasan 5 mm. Dengan menambah 4 atau 5 mm lapisan pengelasan pada spesimen (gambar 3).



Gambar 3. Proses *Hardfacing*

- e. Penambahan lapisan pada sembilan spesimen kemudian akan dibubut kembali sesuai standar ASTM E 8 (gambar 3).
- f. Specimen yang telah dibuat sesuai standar ASTM E 8 dilakukan pengujian tarik di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak sehingga akan didapatkan hasil data pengujian dan grafik hubungan kekuatan tegangan tarik dan arus polaritas DC+.
- g. Pengambilan data pengujian, dimana didapatkan data hasil pengujian kekerasan dan data pengujian Tarik.

Tahapan kedua yaitu metode analisis data sebagai berikut:

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan dengan menguji material yang dilakukan pengelasan *hardfacing* dengan variasi arus 90 A, 110 A dan 120 A, kemudian dilakukan pengujian Kekerasan dan pengujian Kekuatan tarik. Berdasarkan data Kekerasan dan data Kekuatan Tarik serta grafik hubungan Kekerasan dan Kuat Arus Pengelasan serta grafik hubungan Kekuatan Tarik dan Kuat Arus Pengelasan, maka dapat dianalisa sifat dan kekuatan mekanik material dan kemudian dilakukan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian.

Tahapan ketiga yaitu metode penelitian. Adapun penjelasan tahapan metode penelitian dilakukan adalah sebagai berikut.

Studi literatur. Tahapan mengumpulkan informasi tentang penelitian ini dengan mencari dan mengumpulkan informasi, pengetahuan dan referensi dari jurnal dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu mengenai kekerasan, kekuatan tarik, jenis baja, pengaruh kuat arus las tinggi maupun rendah, dan tentang pengelasan *hardfacing welding* maupun elektrodanya serta mencari tahu tentang metode eksperimental dalam menyelesaikan masalah dalam menguji material dengan cara pengujian Kekerasan dan Kekuatan Tarik.

Persiapan bahan dan alat. Pada tahap ini diperlukan untuk mempersiapkan material poros ST 60 dan peralatan serta permesinan yang digunakan dalam penelitian ini.

Proses pembuatan spesimen. Proses ini menggunakan material poros ST 60 dengan proses pemotong dengan menggunakan mesin gergaji besi kemudian dibubut sesuai standar ASTM E8.

Proses *hardfacing*. Setelah selesai dilakukan pembubutan kemudian spesimen akan dilakukan *hardfacing welding* didaerah bagian *gauge length* (daerah bagian tengah) bahan uji dengan Polaritas DC+, variasi arus (90 A, 120 A, 130 A) dan Elektroda RD 260 3,2 MM. Pada tahap ini pengelasan dilakukan di oleh *welder* yang bersertifikasi untuk mendapatkan hasil yang sempurna.

Pengujian. Pada tahap ini benda uji yang sudah dilakukan *hardfacing* akan dilakukan pengujian Kekerasan dan Kekuatan Tarik di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak. Jika terjadi kegagalan pengujian akan dilakukan proses *hardfacing* kembali dan jika berhasil dilanjutkan pengolahan data dan grafik.

Analisa dan simpulan. Pada tahap ini (tahap akhir penelitian) berdasarkan data pengujian dan grafik yang dihasilkan, maka dapat dianalisa sifat dan kekuatan mekanik dari proses penelitian, kemudian dilakukan kesimpulan sesuai tujuan penelitian.

Pengujian yang akan dilakukan terhadap sampel uji, antara lain uji tarik dan uji kekerasan *vickers* dengan tempat pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Polnep.

## HASIL

Pada penelitian ini hasil yang telah dicapai yaitu telah melakukan proses pembuatan sampel dan melakukan pengujian kekerasan dan kekuatan uji tarik pada ST 60 *pasca hardfacing welding* dengan arus 90 A, 110 A dan 120 A dan menggunakan elektroda rd 260 3,2 mm. Pengujian dilakukan di laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin (Politeknik Negeri Pontianak). Berikut hasil pengujian yang didapat.

Hasil Pengujian Kekerasan. Pada pengujian kekerasan digunakan metode

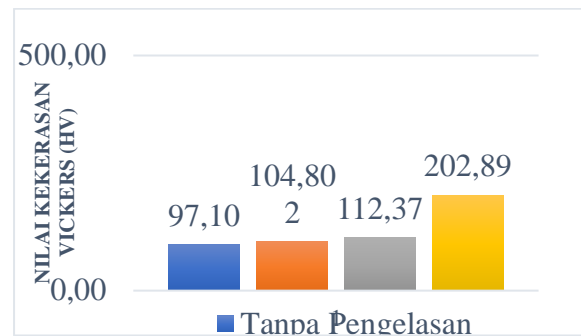
*Vickers (Hard Vickers)* dengan 4 jenis arus *hardfacing welding* dan setiap *hardfacing welding* menggunakan 5 sampel. Kemudian diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai kepastian kekerasan. Adapun gambar sampel dan data hasil pengujian kekerasan dilihat pada gambar 4 dan tabel 1.



Gambar 4. Titik pengujian kekerasan *vickers*  
Titik pengujian kekerasan

Tabel 1. Data hasil pengujian kekerasan *vickers*.

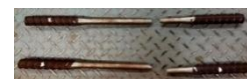
Kuat Arus (A)	Sampel Percobaan	Nilai Kekerasan Vickers (HV)
Tanpa Pengelasan	1	99,70
Tanpa Pengelasan	2	96,00
Tanpa Pengelasan	3	95,60
Tanpa Pengelasan	4	97,45
Tanpa Pengelasan	5	96,73
<b>Rata-rata</b>		<b>97,10</b>
90 A	1	105,60
90 A	2	103,80
90 A	3	104,80
90 A	4	104,53
90 A	5	105,28
<b>Rata-rata</b>		<b>104,802</b>
110 A	1	115,30
110 A	2	107,10
110 A	3	112,80
110 A	4	113,46
110 A	5	113,19
<b>Rata-rata</b>		<b>112,37</b>
120 A	1	201,00
120 A	2	208,90
120 A	3	198,50
120 A	4	205,69
120 A	5	200,38
<b>Rata-rata</b>		<b>202,89</b>



Gambar 5. Grafik hubungan kekerasan *vickers* dengan arus *hardfacing welding*. Berdasarkan tabel 1 dan gambar 5 di atas menunjukkan hasil nilai rata-rata kekerasan *vickers* (HV), dimana nilai tertinggi terdapat pada *hardfacing welding* arus 120 A dengan hasil 202,89 HV. Sedangkan hasil nilai rata-rata kekerasan terendah terdapat pada spesimen tanpa *hardfacing welding* yaitu 97,1 HV dan *hardfacing welding* arus 90 A mendapatkan hasil nilai rata-rata kekerasan 104,80 HV dan *hardfacing welding* arus 110 A mendapatkan nilai rata-rata kekerasan 112,37 HV.

### Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.

Pengujian kekuatan tarik menggunakan standar pengujian ISO 6892 dengan jumlah sampel 20 buah baja ST.60 yang terdiri dari 4 jenis arus *hardfacing welding* dan setiap *hardfacing welding* dibuat 5 sampel. Kemudian diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai kepastian kekuatan tarik. Adapun gambar sampel dan data hasil pengujian kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 6, 7, 8, 9 dan tabel 2.



Gambar 6. Hasil pengujian kekuatan tarik tanpa *hardfacing*



Gambar 7. Hasil pengujian kekuatan tarik *hardfacing welding* arus 90 A

Kuat arus (A) (Ampere)	Sampel Percobaan	Kekuatan Tarik ( $\sigma_{trk}$ ) (N/mm <sup>2</sup> )	Regangan ( $\epsilon$ ) (%)	Modulus Elastisitas (E) (N/mm <sup>2</sup> )
Tanpa Perlakuan	1	659,84	22,00	2999,27
	2	660,64	21,21	3114,76
	3	661,17	20,00	3305,85
	4	660,04	21,45	3077,11
	5	661,67	20,39	3245,07
	<b>Rata-rata</b>	<b>660,67</b>	<b>21,01</b>	<b>3148,41</b>
90 A	1	565,51	6,67	8478,41
	2	570,08	6,27	9092,19
	3	567,65	6,53	8692,96
	4	568,39	6,40	8881,09
	5	567,38	6,59	8609,71
	<b>Rata-rata</b>	<b>567,80</b>	<b>6,49</b>	<b>8750,87</b>
110 A	1	570,79	6,20	9206,29
	2	567,92	6,50	8737,23
	3	569,43	6,38	8925,24
	4	568,46	6,42	8854,52
	5	567,78	6,57	8642,01
	<b>Rata-rata</b>	<b>568,88</b>	<b>6,41</b>	<b>8873,06</b>
120 A	1	573,44	6,00	9557,33
	2	570,54	6,12	9322,55
	3	576,58	5,87	9822,49
	4	574,72	5,95	9659,16
	5	575,29	5,90	9750,68
	<b>Rata-rata</b>	<b>574,11</b>	<b>5,97</b>	<b>9622,44</b>

Tabel 2. Data hasil pengujian kekuatan tarik *hardfacing welding*..



Gambar 8. Hasil pengujian kekuatan tarik *hardfacing welding* arus 110 A.



Gambar 9. Hasil pengujian kekuatan tarik *hardfacing welding* arus 120 A.



Gambar 10. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan arus *hardfacing welding*.

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan tarik pada tabel 2 dan gambar 10 diatas, dapat dilihat nilai rata-rata hasil pengujian kekuatan tarik. Adapun nilai rata-rata yaitu kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) pada sampel tanpa *hardfacing welding* adalah 660,67 Kg/mm<sup>2</sup>, regangan sebesar 21,01 %, dan modulus elastisitas 3148,41 Kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan metode *hardfacing welding* pada arus 90 A mendapatkan nilai rata-rata yaitu kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) sebesar 567,80 Kg/mm<sup>2</sup>, regangan 6,49 % dan modulus elastisitas

8750,87 Kg/mm<sup>2</sup>. Metode *hardfacing* arus 110 mendapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) yaitu sebesar 568,88 Kg/mm<sup>2</sup>, rata-rata nilai regangan 6,41 % dan nilai rata-rata modulus elastisitas yaitu 8873,06 Kg/mm<sup>2</sup>. Untuk *hardfacing welding* pada arus 120 A mendapatkan hasil nilai rata-rata kekuatan tarik ( $\sigma_{trk}$ ) 574,11 Kg/mm<sup>2</sup>, nilai rata-rata regangan 5,97 % dan nilai rata-rata modulus elastisitas 9622,44 Kg/mm<sup>2</sup>.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan *vickers* yang dilakukan, material ST.60 tanpa perlakuan mendapatkan nilai rata-rata kekerasan terendah yaitu 97,10 HV. Pada metode *hardfacing welding* dengan arus 120 A menggunakan elektroda RD 260 3,2 mm mendapatkan nilai rata-rata kekerasan tertinggi yaitu sebesar 202,89 HV. Diikuti nilai rata-rata kekerasan kedua metode *hardfacing welding* arus 110 A menggunakan elektroda RD 260 3,2 mm sebesar 112,37 HV. Nilai rata-rata kekerasan pengelasan terendah terdapat pada metode *hardfacing welding* arus 90 A menggunakan elektroda RD 260 3,2 mm yaitu 104,802 HV.

Dari hasil penelitian yang dilakukan arus pengelasan menjadi penentu nilai kekerasan material. apabila penggunaan arus pengelasan terlalu tinggi, akan mengakibatkan terjadinya panas yang berlebihan pada elektroda. menyebabkan lelehan logam yang lebih cepat, mengakibatkan timbulnya retak pada hasil lasan, Sedangkan arus las yang lebih rendah menyebabkan lambatnya lelehan logam dapat mengakibatkan penumpukan lelehan logam yang lebih tinggi. Pada penggunaan elektroda RD 260 ukuran 3,2 mm, arus 120 A menunjukkan arus pengelasan yang baik untuk metode *hardfacing welding* terhadap nilai kekerasan material ST 60.

Arus berperan penting dalam peningkatan kekerasan yang dihasilkan ketika proses *hardfacing*. Semakin rendah arus semakin rendah pula nilai kekerasan (Sopiyan, 2018) Mengingat panas yang dihasilkan menjadi rendah sehingga membuat elektroda sulit untuk meleleh. Penggunaan arus yang tinggi akan menghasilkan kekerasan yang tinggi. Tapi juga harus melihat spesifikasi elektroda (Susetyo, 2021).

Berdasarkan (gambar 10) nilai rata-rata pengujian kekuatan tarik, terdapat masing-masing nilai perbedaan kekuatan tarik. Pada spesimen tanpa perlakuan dan spesimen metode *hardfacing welding* arus 90 A, 110 A dan 120 A menggunakan elektroda RD 260 ukuran 3,2 mm. Spesimen tanpa perlakuan pengelasan mendapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 660,67 Kg/mm<sup>2</sup>.sedangkan metode *hardfacing welding* arus 90 A, 110 A dan 120 A Terjadi penurunan nilai kekuatan tarik secara signifikan. pada proses *hardfacing welding* arus 90 A hanya mendapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik yaitu 567,80 Kg/mm<sup>2</sup>., nilai rata-rata kekuatan tarik terendah *hardfacing welding* arus 110 A yaitu 568,88 Kg/mm<sup>2</sup>.. Dan nilai rata-rata kekuatan tarik *hardfacing welding* dengan arus 120 A yaitu 574,11 Kg/mm<sup>2</sup>. Penurunan nilai kekuatan tarik bisa terjadi dikarenakan ada hubungan antara nilai regangan menurun dan modulus elastisitas meningkat.

Pada tabel 2 terjadi penurunan nilai rata-rata regangan *hardfacing welding* arus 90 A, 110 A dan 120 A terhadap spesimen tanpa perlakuan pengelasan. rata-rata nilai regangan tertinggi terdapat pada spesimen tanpa perlakuan pengelasan yaitu 21,01%. sedangkan arus 90 A mendapatkan rata-rata nilai regangan terendah yaitu 6,49%, dan arus 110 A mendapatkan rata-rata nilai regangan 6,41% dan 120 A mendapatkan rata-rata nilai regangan 5,97%. Hubungan

antara nilai regangan menurun dari kekuatan tarik membuat sifat mekanis material kurang mampu meregang atau bertambah panjang dan bisa dikatakan menjadi getas (*brittle*).

Pada tabel 2 juga nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi terdapat pada pengelasan *hardfacing* arus 120 A sebesar 9622,44 N/mm<sup>2</sup>, rata-rata modulus elastisitas *hardfacing* arus 90 A mendapatkan 8750,87 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan pengelasan *hardfacing* arus 110 A nilai rata-rata modulus elastisitas 8873,06 N/mm<sup>2</sup>. dan rata-rata modulus elastisitas terendah terdapat pada spesimen tanpa perlakuan 3148,41 N/mm<sup>2</sup>. sehingga bisa dikatakan spesimen *hardfacing* arus 90 A, 110 A dan 120 memiliki sifat kaku (*rigid*) dilihat nilai rata-rata modulus elastisitas terjadi peningkatan. Sedangkan spesimen tanpa pengelasan memiliki sifat material ulet (*ductile*) dilihat dari nilai rata-rata modulus elastisitas yang rendah.

Hubungan antara ketiga sifat mekanik material pada nilai kekuatan tarik tinggi, nilai regangan tinggi dan nilai modulus elastisitas rendah terdapat pada spesimen tanpa *hardfacing welding* tersebut memiliki sifat ulet (*ductile*) dan tidak kaku. sehingga material tersebut dapat menahan beban tarik yang tinggi sebelum terjadinya deformasi plastis (patah). Kekuatan tarik tinggi memastikan bahwa material tersebut mampu menahan beban besar. kemudian nilai regangan tinggi menjadikan material mampu menahan deformasi tinggi sebelum terjadinya kerusakan permanen.

Pengaruh penggunaan *hardfacing welding* dengan arus 90 A, 110 A dan 120 A membuat sifat mekanik material pada nilai kekuatan tarik menurun, nilai regangan menurun dan nilai modulus elastisitas meningkat, menyebabkan material tidak dapat menahan beban besar. Sehingga

cenderung akan mengalami deformasi plastis lebih cepat. Kegagalan sifat mekanik ini bisa di sebabkan karena pengaruh suhu yang tinggi saat proses *hardfacing* berlangsung. Sehingga menyebabkan kelelahan material, menjadikan material menjadi getas (*brittle*). Seperti halnya dikatakan (Utomo, 2022) penggetasan dan penurunan kekuatan mekanik bisa terjadi karena panas berlebih pada proses pengelasan, sifat getas dan ulet suatu material terdapat pada penyusutan luas area pada penampang, semakin besar penyusutan areanya maka material akan semakin ulet dan sebaliknya. Semakin besar nilai regangan semakin ulet materialnya begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai regangan semakin getas materialnya (Sudarno, 2010).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan metode *hardfacing welding* ini sangat berguna untuk meningkatkan kekerasan permukaan komponen dan menambah umur pemakaian suatu perkakas. Metode *hardfacing* dapat dilakukan dengan baik jika *operator/welder* mempunyai sertifikasi dibidang pengelasan. PT. Bumi Pratama Khatulistiwa bisa menggunakan metode *hardfacing* sebagai alternatif untuk menambah umur pemakaian *shaft* roda lori. Keausan pada *shaft* roda lori terjadi dikarenakan bergesekan dengan *bushing* roda. Gesekan tersebut yang mengakibatkan *shaft* roda mengalami keausan. Metode ini sangat cocok dilakukan karena biaya yang murah, jika dibandingkan dengan membeli *shaft* roda lori yang baru.

## SIMPULAN

Berdasarkan analisa data hasil pengujian kekerasan *vickers* dan kekuatan tarik spesimen tanpa *hardfacing welding* dan spesimen *hardfacing welding* dengan arus 90 A, 110 A dan 120 A dan elektroda RD 260



3,2 mm pada penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan arus 120 A dengan *hardfacing* mendapatkan nilai rata-rata kekerasan tertinggi yaitu 202,89 HV. Diikuti Nilai rata-rata terbesar kedua pada arus 110 A sebesar 112,37 HV, dan nilai rata-rata kekerasan terendah yaitu arus 90 A sebesar 104,80 HV. Hal ini menunjukkan kenaikan nilai kekerasan yang signifikan, sehingga dengan peningkatan arus las dapat menyebabkan pencairan kawat elektroda RD 260 ukuran 3,2 mm menjadi lebih baik. Metode *hardfacing* sangat berguna bagi perusahaan atau industri di bidang permesinan jika ingin meningkatkan kekerasan permukaan komponen dan menghemat cost pengeluaran perusahaan.
2. Penggunaan elektroda RD 260 ukuran 3,2 mm dengan arus 90 A, 110 A dan 120 A dapat mempengaruhi penurunan kekuatan tarik yang signifikan jika dibandingkan dengan material ST.60 tanpa *hardfacing welding*. Dimana nilai tertinggi rata-rata kekuatan tarik tanpa *hardfacing welding* yaitu 660,67 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai rata-rata kekuatan tarik arus 90 A hanya mendapatkan nilai sebesar 567,80 N/mm<sup>2</sup> dan arus 110 A nilai rata-rata kekuatan sebesar 568,88 N/mm<sup>2</sup> serta untuk arus 120 A nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 574,11 N/mm<sup>2</sup>. Pada pengelasan *hardfacing* arus 90 A, 110 A dan 120 A terjadi perubahan sifat mekanik terhadap material ST.60 terjadi penurunan kekuatan tariknya, sehingga bias dikatakan material berubah sifat mekaniknya dari ulet menjadi getas.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pimpinan Politeknik Negeri Pontianak dan Struktural Jurusan Teknik Mesin yang telah membantu dalam pendanaan dan proses penelitian yang dilakukan hingga penulisan dalam Jurnal

Vokasi ini. Dan tak lupa juga ucapan terima kasih kepada rekan sejawat dan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin serta pengurus Jurnal Vokasi yang telah membantu dalam proses penulisan hingga diterbitkan penulisan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Awali, 2024. Analisis Pengaruh Variasi Arah Pengelasan Hardfacing Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Baja ASTM A36. *Rekayasa Mesin*, vol 15. NO. 1(2477-6041), pp. 339-346.
- Fatihuddin, 2017. Pengaruh Media Quenching Air Dan Oli Terhadap Nilai Kekerasan Dan Permukaan Baja Karbon Rendah Pasca Hardfacing Menggunakan Las SMAW Dengan Polaritas DC- dan DC+. Jakarta: s.n.
- Insight, 2019. *Membuat Tirus Dengan Eretan Atas*. [Online]. Available at: <https://guruinsight.wordpress.com/2019/08/01/membubut-tirus/>
- Iriandoko, 2020. Pengaruh Heat treatment Terhadap ST60 Terhadap Nilai Kekerasan Dengan Media Pendingin Asam Cuka. Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri, p. 200.
- Istiqlalayah, H., Mufarrih, A. & Gundara, G., 2018. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. Analisa Kekuatan Tarik Baja ST 37 Dengan Variasi Kuat Arus, Media, 24 februari, Issue 1, p. 33.
- LdppBlog, 2016. Teori Rumus Perhitungan Mesin Bubut. [Online].
- Maulana, 2016. Analisis Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan SMAW. Teknik Mesin UNISKA, 02(ISSN 2502-4922), p. 2.
- Nurdin, 2019. Metalurgi Logam. Padang: UNP Press.
- Panggaben, D., 2021. Pengaruh Variasi Arus Dan Polaritas Terhadap Kekuatan  
**Vokasi**, Juni 2024, Vol. XIX, No. 1

- Tarik, Tekuk dan Kekerasan Hasil las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Pada Baja SS 400. Teknik Perkapalan, p. 352.
- Pradeep, 2012. *Comparative Study of Hardfacing of AISI 1020 Steel by Gas Welding and Tig welding Process* dalam Jurnal Ilmiah IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN).
- Purnomo, 2019. Standar Prosedur Pengelasan Dalam Upaya Meningkatkan Keselamatan Dan Keamanan Pekerja Di CV. Kujiro Jaya Teknik Surabaya. Politeknik Bumi Akpelni, pp. 192-199.
- Rahdiyanto, R., 2022. E-Modul Teknik Pengelasan SMAW. Serang: SMK Negeri 1 Cikande.
- Rasyid, 2018. Pengaruh Jenis Elektroda Dan Arus Las Pada Pengelasan Hardfacing Baja JIS 3101 SS 400. Sinergi, Volume No 01, pp. 27-29.
- Rasyid, 2018. Pengaruh Jenis Elektroda Dan Arus Las pada Pengelasan Hardfacing Baja JIS 3101 SS 400. Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Padang, pp. 27-29.
- Saputra, 2004. Elektroda Untuk Pengelasan Baja Lunak. Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang, pp. 33-34.
- Sopiyan, 2018. Pengaruh Arus terhadap Kenyamanan Welder, Cacat Las dan Kekerasan Hasil Hardfacing Baja Karbon. Jurnal Kajian Teknik Mesin.
- Sudarno, 2010. Hubungan Antara Kekerasan dengan Kekuatan Tarik pada Logam Ulet dan Getas. Teknik Universitas Merdeka Madiun, Volume 11, p. 10.
- Surdia, S., 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Susetyo, 2021. Pengaruh Direct Dan IN-Direct Quenching Dengan Media Air Terhadap Kekerasan Hasil Hardfacing Baja Karbon. Jurnal Ilmiah Rekaya dan Inovasi, Volume 3, pp. 27-29.
- Susetyo, 2021. Perlakuan Panas Lapisan Hasil Multilapis Hardfacing Dengan Elektroda AWS A5.13 EFe2/A5.1 E7018. Jurnal Ilmiah GIGA, 24(ISSN 1410-8682), pp. 72-78.
- Tarkono, 2010. Studi Kekuatan Sambungan Las Baja AISI 1045 dengan Berbagai Metode Posisi Pengelasan. Jurnal Mechanical, Volume 1, Nomor 1, pp. 44-45.
- Tony, 2016. Harisson M300 dan T300. [Online]. Available at: <https://www.lathes.co.uk/harrison-m/page2.html>
- Tria, 2024. *Teknik Jaya, Kecepatan Putaran Mesin Bubut*. [Online]. Available at: <https://teknikjaya.co.id/kecepatan-putaran-mesin-bubut/>
- Utomo, 2022. Analisa Kegagalan Pelat Roller Coal Crusher Pada Circulating Fluidized Bed Boiler di PLTU Batu Bara. *Journal of Mechanical Design and Testing*.
- Wiryo Sumarto, 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.