

## **Proses Pengerasan Permukaan untuk Meningkatkan Nilai Kekerasan dan Ketahanan Aus pada Pisau Shaktiman Rotary Mulcher**

Sandra Malin Sutan\*, Gunomo Djoyowasito, Ary Mustofa Ahmad, Marsa Herlambang Widarto

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145

\*Penulis Korespondensi, Email: sandra.msutan@ub.ac.id

### **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan teknik peningkatan nilai kekerasan pisau Shaktiman Rotary Mulcher dengan proses *hardfacing* dengan paduan HV-90 dan teknik pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) lalu membandingkan nilai kekerasannya dengan pisau Shaktiman Rotary Mulcher tanpa proses *hardfacing* dan melakukan pengujian di lapangan untuk mengetahui pengaruh nilai kekerasan dengan ketahanan aus pisau Shaktiman Rotary Mulcher sesudah dan sebelum proses *hardfacing*. Spesimen berupa mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher. Spesimen yang lain diberikan perlakuan yaitu *hardfacing* menggunakan bahan HV-90 dan teknik pengelasan SMAW, kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan keausan. Pengujian yang sama juga dilakukan pada spesimen asli. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan spesimen yang telah di *hardfacing* mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan spesimen non *hardfacing*. Hasil pengujian keausan menunjukkan pisau *hardfacing* pengurangan berat dan luasnya lebih tinggi dibandingkan pisau non *hardfacing*. Hasil perhitungan laju keausan menunjukkan nilai laju keausan pisau *hardfacing* lebih tinggi dibandingkan pisau non *hardfacing*. Hasil perhitungan kecepatan putar pisau menunjukkan semakin banyak jumlah putaran maka semakin tinggi pula kehilangan luas dan berat pada pisau *hardfacing* dan non *hardfacing*. Mata pisau yang telah mengalami proses *hardfacing* mempunyai kehilangan bentuk yang lebih besar bila dibandingkan dengan pisau non *hardfacing* hal ini mungkin disebabkan mata pisau *hardfacing* ada penambahan partikel jadi untuk luasan yang sama maka akan memiliki berat yang lebih.

*Kata kunci* : *Hardfacing*, Laju Keausan, Shaktiman Rotary Mulcher

## ***Wear Resistance and Hardness Value Improvement of Shaktiman Rotary Mulcher Blade using Surface Hardening Process***

### **ABSTRACT**

*The purpose of this research is to get technique of increasing hardness of Shaktiman Rotary Mulcher blade with hardfacing process with HV-90 alloy and Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding technique and compare hardness value with Shaktiman Rotary Mulcher blade without hardfacing process and doing field test To determine the effect of hardness value with wear resistance of Shaktiman Rotary Mulcher blade after and before hardfacing process. In this study the specimens were Shaktiman Rotary Mulcher's blade. Other specimens were given treatment ie hardfacing using HV-90 material and welding technique Shielded Metal Arc, then tested the hardness and wear and tear. The same test was also performed on the original specimen. The results of hardness testing showed that hardfacing specimens had higher hardness values than non-hardfacing specimens. The wear test results show that the hardfacing blade is reduced in weight and the extent is higher than the non-hardfacing blade. The results of the wear rate calculation show the rate of wear rate of hardfacing blades higher than non-hardfacing blades. The calculation results of the rotation speed of the blade shows the more the number of turns the higher the loss of area and weight on the hardfacing blades and non hardfacing. The blades that have undergone a hardfacing process have a larger shape loss when compared with a non*

*hardfacing blade this may be due to hardfacing blades there is addition of particles so for the same area it will have more weight.*

*Keywords: Hardfacing, Wear rate, Shaktiman Rotary Mulcher.*

## **PENDAHULUAN**

Petani dan operator peralatan di Puslit Gula PTPN X yang terletak di Penataran Jengkol, Desa Plosokidul, Kecamatan Plosoklaten, Kabupaten Kediri sering mengeluhkan tentang tingkat keausan alat pemecah seresah dan pengeprasan tebu yang tinggi di daerah pertanian lahan kering. Alat pemecah seresah dan pengepras tebu yang mereka gunakan adalah Shaktiman Rotary Mulcher yang berasal dari India. Mereka dihadapkan pada hilangnya waktu dan biaya penggantian untuk mengganti komponen Shaktiman Rotary Mulcher.

Sebagian besar keausan dikaitkan dengan gesekan alat dengan bahan. Pada Shaktiman Rotary Mulcher keausan terutama disebabkan oleh benturan, abrasi, dan reaksi kimia. Keausan merupakan elemen utama yang menentukan umur Shaktiman Rotary Mulcher. Keausan dan perubahan bentuk pada Shaktiman Rotary Mulcher mengakibatkan hilangnya waktu dan meningkatkan biaya produksi. Kehilangan waktu karena penggantian bagian peralatan yang aus dan kerugian produksi mempengaruhi ekonomi perusahaan.

Penelitian tentang penggunaan logam yang terjadi pada abad ke-20 telah membawa pemahaman baru. Beberapa peneliti mempelajari beban dampak antara partikel tanah dan permukaan alat pertanian selama operasi kerja tanah, sementara yang lain bereksperimen dengan bahan tahan aus yang berbeda. Beberapa metode telah dikembangkan selama bertahun-tahun untuk meningkatkan ketahanan aus dari alat pertanian. Hardfacing adalah metode yang umum digunakan untuk memperbaiki sifat permukaan alat pertanian dimana paduan diendapkan secara homogen ke permukaan bahan dasar dengan teknik pengelasan dengan tujuan meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus. Berbagai macam paduan hardfacing tersedia secara komersial dan hardfacing mudah dilakukan sehingga dapat dilakukan meskipun dalam level petani.

Penelitian berasumsi bahwa kekerasan material yang lebih tinggi meningkatkan ketahanan aus, namun pengaruh karakteristik material pada keausan sangat kompleks dan sering kali bergantung pada banyak dampak.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain Shaktiman Rotary Mulcher, Traktor, Mesin Vickers, Mesin Grinding, Jangka Sorong, Amplas, Timbangan Digital, Stopwatch, Tachometer.

### **Alat**

Satu set mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher dan kawat HV-90 berfungsi sebagai bahan hardfacing.

### **Metode**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2016-Juli 2017. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh hardfacing terhadap peningkatan nilai kekerasan dan ketahanan aus pada pisau Shaktiman Rotary Mulcher dengan parameter yang dianalisa perubahan nilai kekerasan, perubahan nilai berat dan dimensi. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan dua variasi perlakuan 9 buah mata pisau Shaktiman rotary mulcher yang

diberikan hardfacing dan 9 buah mata pisau Shaktiman rotary mulcher yang tidak diberikan hardfacing. Elektroda yang digunakan dalam perlakuan hardfacing adalah HV-90. Pada sampel 9 buah mata pisau Shaktiman rotary mulcher yang diberi perlakuan hardfacing, masing-masing dilapisi dengan elektroda HV-90 sebanyak 2 lapisan.

Hardfacing atau teknik las penebalan merupakan pengelasan untuk menambah material pada permukaan material atau benda kerja las yang lain, dan biasanya digunakan untuk komponen-komponen yang aus atau keropos. Proses hardfacing dapat mulai dilaksanakan dengan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selanjutnya memberi tanda dari tempat alur, yang bertujuan agar proses hardfacing tepat pada bagian pisau yang akan di hardfacing. Kemudian dilakukan pengaturan arus las (ampere) yang sesuai dengan diameter kawat las HV-90. Berikutnya memulai proses pengelasan dengan membuat alur las yang pertama dilanjutkan dengan membuat alur las yang kedua dengan bertumpang disebelah alur yang pertama hingga tersusun bidang-bidang pengelasan dengan bertumpang, terakhir adalah membersihkan hasil pengelasan.

Percobaan dan pengamatan dilakukan setelah proses hardfacing telah selesai. Proses pengamatan dimulai dengan tahapan memberi tanda nomor pada semua mata pisau Shaktiman rotary mulcher untuk mempermudah pengamatan dan penimbangan. Selanjutnya menimbang masing-masing berat pisau Shaktiman mulcher rotary baik pisau yang telah melalui proses hardfacing maupun yang tidak melalui proses hardfacing untuk mengetahui dimensi dan berat awal masing-masing mata pisau. Kemudian semua pisau dipasang pada alat dan disambungkan pada traktor, dengan pisau yang telah melalui proses hardfacing pada nomor 1 sampai dengan 9 dan pisau tanpa melalui proses hardfacing pada nomor 10 sampai dengan 18.

Pengamatan ini akan diberikan perlakuan yakni lama waktu pengerjaan menggunakan pisau Shaktiman rotary mulcher pada lahan berpasir. Lama waktu perlakuan yang digunakan yakni 60 menit, 120 menit, 180 menit, dan 240 menit. Pada keempat jenis lama waktu pengerjaan tersebut akan dilakukan pengukuran dimensi dan berat. Nilai pengukuran dimensi dan berat ini kemudian akan digunakan dalam perhitungan untuk menentukan nilai ketahanan aus.

#### **A. Pengujian Kekerasan**

Kekerasan ini diukur dengan menggunakan alat penguji kekerasan dengan metode vickers. Kekerasan Vickers pada prinsipnya sama dengan kekerasan Brinell, yaitu beban dibagi luas tapak penekanan. Dalam pengujian ini dipakai piramid dimana dengan sudut bidang duanya 136° sebagai penekan. Langkah pengujian kekerasan dimulai dengan membersihkan material dari kotoran. Kemudian material dibersihkan permukaannya dengan menggunakan amplas gosok pada mesin grinding dan material siap untuk diuji. Kekerasan indentasi vickers (VHN) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$VHN = 2P \sin (\Theta/2) / d^2 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

P = beban indentasi (kg)

d = diagonal rata-rata bekas penekanan (mm)

Θ = sudut puncak = 136° Sehingga diperoleh :

VHN = 1.854 P/d<sup>2</sup> (kg/mm<sup>2</sup>)

#### **B. Pengujian Ketahanan Aus**

Ketahanan aus / laju keausan suatu bahan / material dapat dinyatakan dengan jumlah kehilangan / pengurangan material (berat dan dimensi) tiap satuan panjang lunturnya atau waktu. Dalam hal ini ketahanan aus akan dipakai pengurangan massa (gram), pengurangan dimensi (cm<sup>2</sup>), dan laju keausan. Untuk laju keausan digunakan rumus :

$$\text{Laju Keausan} = \Delta W / (A.T)$$

Dimana :

T = lama pengujian keausan (menit)

A = Luas spesimen uji keausan (cm<sup>2</sup>)

W = Berat spesimen

W<sub>0</sub> = Berat awal spesimen sebelum diuji

W<sub>1</sub> = Berat spesimen sesudah diuji

ΔW = Hasil rata-rata selisih berat awal dengan berat sesudah diuji

### C. Kecepatan Putar Pisau

Kecepatan sudut merupakan laju perubahan sudut. Kecepatan sudut sering dikatakan sebagai kecepatan rotasi dan besaran skalarnya adalah laju rotasi. Kecepatan sudut biasanya dinyatakan oleh simbol omega ( $\omega$ ). Vektor ini sering kali diukur dalam radian per detik (rad/s). kecepatan sudut pisau Shaktiman rotary mulcher diukur menggunakan Tachometer. Prinsip kerjanya adalah menghitung jumlah putaran yang dilakukan oleh suatu poros dalam satu satuan waktu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

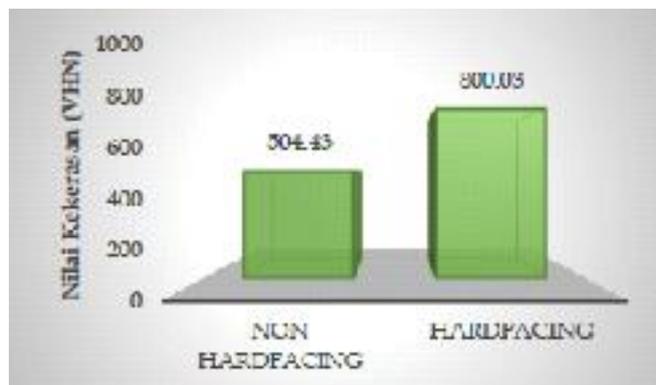
### Hasil Pengujian Kekerasan Mikro Vickers

Pada Gambar 1 terlihat nilai kekerasan pisau non hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher yang untuk pengulangan titik 2 lebih besar dari pada pengulangan titik 1 dan 3 hal ini mungkin disebabkan karena perbedaan lokasi titik pengulangan, dimana untuk titik 1 berlokasi pada sisi kiri pisau, titik 2 berlokasi pada tengah pisau, dan titik 3 berlokasi pada sisi kanan pisau. Setiap lokasi pada pisau non hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher memiliki ketebalan yang berbeda, pada titik 1 berlokasi pada sisi kiri pisau memiliki ketebalan sebesar 3.79 mm, titik 2 berlokasi pada tengah pisau memiliki ketebalan sebesar 5.60 mm, dan titik 3 berlokasi pada sisi kanan pisau memiliki ketebalan sebesar 3.82 mm. Hal serupa juga terjadi pada pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher, nilai kekerasan pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher untuk pengulangan titik 2 lebih besar dari pada pengulangan titik 1 dan 3 hal ini mungkin juga disebabkan karena perbedaan lokasi titik pengulangan, dimana untuk titik 1 berlokasi pada sisi kiri pisau, titik 2 berlokasi pada tengah pisau, dan titik 3 berlokasi pada sisi kanan pisau. Setiap lokasi pada pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher memiliki ketebalan yang berbeda, pada titik 1 berlokasi pada sisi kiri pisau memiliki ketebalan sebesar 6.67 mm, titik 2 berlokasi pada tengah pisau memiliki ketebalan sebesar 8.43 mm, dan titik 3 berlokasi pada sisi kanan pisau memiliki ketebalan sebesar 6.92 mm.



Gambar 1. Hasil Pengujian Kekerasan Mata Pisau

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa ketebalan mempengaruhi nilai kekerasan, semakin tebal spesimen maka semakin tinggi nilai kekerasannya. Hasil penelitian ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Robbina (2017) mengungkapkan bahwa semakin tebal lapisan carburizing maka semakin tinggi nilai kekerasan pada baja 545C. Lebih lanjut, berdasarkan Waluyo (2013) dalam penelitiannya diperoleh hasil bahwa ketebalan mempengaruhi kekerasan dan kekuatan tarik, semakin tebal bahan maka nilai kekerasan dan kekuatan tariknya meningkat.



**Gambar 2.** Rata-rata Hasil Pengujian Kekerasan Mata Pisau

Pada **Gambar 2.** terlihat bahwa pisau Shaktiman Rotary Mulcher yang diberi perlakuan hardfacing mempunyai kekerasan yang lebih keras dibandingkan dengan pisau Shaktiman Rotary Mulcher tanpa diberi perlakuan hardfacing, hal ini mungkin disebabkan karena perbedaan kandungan komposisi unsur serta jumlah setiap unsur yang terkandung dalam pisau asli Shaktiman Rotary Mulcher maupun pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher.

Pada pisau hardfacing terdapat 0.9 C %wt, 1.3 Mn %wt, 0.9 Si %wt, 0.02 S %wt, 0.02 P %wt, 5 Cr %wt, 6 Mo %wt, 7.5 W %wt, 1.8 V %wt, dan Fe Balance. Dilihat dari jumlah kandungan C (karbon) sebesar 0.9 %wt. Menurut Kwok et al., 2001 kandungan C (karbon) antara 0.30 sampai 1.00 % termasuk dalam High Carbon Steels. Menurut Smith (2001), Paduan karbon tinggi atau High Carbon Steels biasanya juga mengandung kromium (Cr), vanadium (V), tungsten (W), dan molibdenum (Mo).

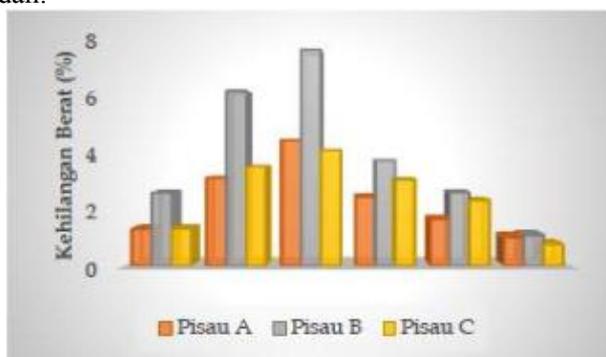
HV-90 terdapat dalam kategori high carbon steel karena memiliki kadar Karbon (C) sebesar 0.9 %wt, dalam HV-90 juga terdapat unsur seperti mengandung kromium (Cr), vanadium (V), tungsten (W), dan molibdenum (Mo). Kadar Karbon tinggi, disertai dengan adanya unsur-unsur berikut dapat meningkatkan jumlah carbide dalam pisau Shaktiman Rotary Mulcher hardfacing. Senyawa carbide ini sangat keras dan dengan sendirinya meningkatkan kekerasan pisau Shaktiman Rotary Mulcher hardfacing. Selain unsur-unsur tersebut masih terdapat unsur lainnya seperti Mn (Mangan), Si (Silikon), S (Belerang), dan P (Fosfor) yang dapat meningkatkan kekuatan pisau Shaktiman Rotary Mulcher hardfacing.

Pada pisau Shaktiman Rotary Mulcher asli buatan pabrik (non hardfacing) kandungan komposisi kimia terdapat 25.90 C %wt, 26.49 O %wt, 00.80 Al %wt, 29.06 Si %wt, 00.24 Mn %wt, dan 17.51 Fe %wt. Memiliki kadar Karbon (C) tinggi sebesar 25.90 %wt tidak membuat pisau Shaktiman Rotary Mulcher asli buatan pabrik (non hardfacing) keras tetapi malah sebaliknya. Menurut Galindo (2015), nilai tertinggi kekerasan ketika kandungan Karbon (C) %wt sebesar 1.0 %wt dan nilai kekerasannya akan semakin menurun ketika nilai kandungan Karbon (C) semakin meningkat. Pada pisau Shaktiman Rotary Mulcher asli buatan pabrik (non hardfacing) memiliki kadar Karbon (C) sebesar 25.90 %wt jauh diatas 1.00 %wt sedangkan pada HV-90 memiliki kadar Karbon sebesar 0.9 %wt, inilah yang menyebabkan pisau Shaktiman Rotary Mulcher hardfacing memiliki nilai kekerasan yang tinggi sedangkan pisau Shaktiman Rotary Mulcher asli buatan pabrik (non hardfacing) memiliki nilai kekerasan yang rendah.

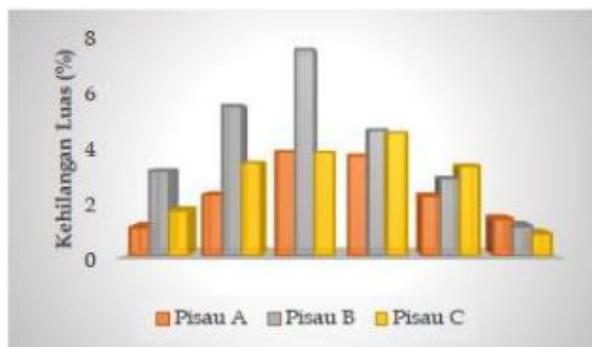
Kandungan Besi (Fe) memiliki pengaruh terhadap kekerasan suatu bahan. Semakin banyak memiliki kandungan Besi (Fe) maka akan memiliki nilai kekerasan yang tinggi. Pada pisau Shaktiman Rotary Mulcher asli buatan pabrik (non hardfacing) memiliki kadar Besi (Fe) sebesar 17.51 %wt sedangkan pada pisau Shaktiman Rotary Mulcher hardfacing memiliki kadar Besi (Fe) sebesar 76.60 %wt, inilah yang menyebabkan pisau Shaktiman Rotary Mulcher hardfacing memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan pisau Shaktiman Rotary Mulcher asli buatan pabrik (non hardfacing). Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa kandungan komposisi unsur serta jumlah setiap unsur yang terkandung dalam pisau asli mempengaruhi nilai kekerasan. Hasil penelitian ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Kwok et al. (2001), mengungkapkan bahwa kandungan C (karbon) antara 0.30 sampai 1.00 % termasuk dalam High Carbon Steels. Pada HV-90 terdapat kandungan karbon (C) sebesar 0.9 %wt maka termasuk dalam High Carbon Steels dan memiliki kekerasan yang tinggi. Lebih lanjut, berdasarkan penelitian Smith (2001), dalam penelitiannya diperoleh bahwa paduan karbon tinggi atau High Carbon Steels biasanya juga mengandung kromium (Cr), vanadium (V), tungsten (W), dan molibdenum (Mo). Unsurunsur paduan ini menggabungkan karbon dengan bentuk yang sangat keras dan tahan aus, selain itu unsur-unsur ini berperan dalam pembentukan carbide, senyawa carbide ini sangat keras dan dengan sendirinya kekerasan baja akan naik. Pada HV-90 terkandung semua unsur ini maka pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher memiliki nilai kekerasan yang tinggi. Sedangkan pada pisau non hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah disebabkan karena kandungan Karbon (C) yang terlalu tinggi hal ini yang menyebabkan nilai kekerasan lebih rendah. Hasil ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Galindo, 2015 mengungkapkan bahwa nilai tertinggi kekerasan ketika kandungan Karbon (C) %wt sebesar 1.0 %wt dan nilai kekerasannya akan semakin menurun ketika nilai kandungan Karbon (C) semakin meningkat.

### Hasil Pengujian Keausan

Pada **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6** terlihat pengurangan berat dan luas pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher lebih tinggi dibandingkan pengurangan berat pisau non hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher, hal ini mungkin disebabkan oleh kekerasan pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher sendiri dimana semakin keras baja maka akan mengurangi keuletan dan meningkatkan kegetasan dari dari baja tersebut sehingga ketika baja dipergunakan baja kan lebih mudah mengalami keausan dengan ditandai pengurangan berat dan luas. Menurut pendefinisian ASM handbook vol 1:148 (1993), mengungkapkan bahwa baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi getas. Pisau hardfacing Shaktiman Rotary Mulcher termasuk kedalam baja karbon tinggi karena kandungan karbonnya mencapai 0.9% wt. Hal ini senada menurut Wiryosumarto (2004), mengungkapkan bahwa baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon yang lain yakni 0.6%-1.7% dan memiliki tahan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, namun keuletannya lebih rendah.



Gambar 3. Hasil Pengujian Keausan Seluruh Spesimen (Berat)

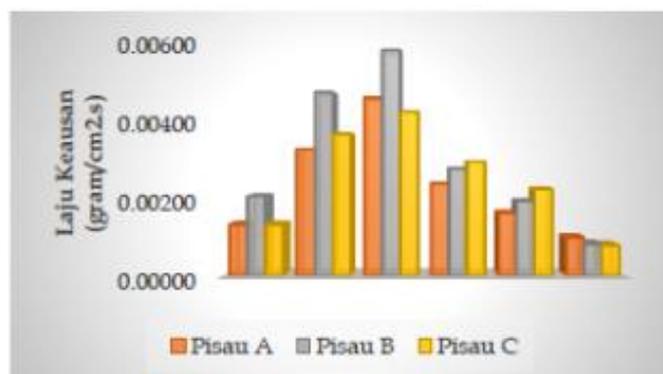


**Gambar 4.** Hasil Pengujian Keausan Seluruh Spesimen (Luas)

Menurut Citrakara, dkk (2016), dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa logam akan mengalami pengaruh pemanasan akibat pengelasan dan mengalami perubahan struktur mikro disekitar daerah lasan. Pada saat proses pemanasan benda kerja akan mengembang dan akan mengkerut pada proses pendinginan. Keseimbangan kecepatan pengembangan dan pengkerutan dapat mempengaruhi sifat bahan dan meninggalkan beban dalam benda kerja. Disamping terjadinya perubahan bentuk struktur mikro dengan sendirinya terjadi regangan maka terjadi juga tegangan yang sifatnya tetap yang disebut dengan tegangan sisa. Tegangan sisa dapat menurunkan nilai keuletan benda, meningkatkan kegetasan benda, dan dapat menurunkan sifat fatik benda. Pada saat proses hardfacing dilakukan pengelasan dengan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) yang ternyata juga dapat menurunkan nilai keuletan benda dan meningkatkan kegetasan. Faktor kekerasan dan pengaruh pengelasan lah yang menyebabkan spesimen hardfacing tidak lebih baik dari spesimen non hardfacing, apabila seharusnya ketahanan terhadap keausan sebanding dengan peningkatan kekerasan permukaannya pada penelitian ini hal tersebut tidak terjadi.

#### Hasil Pengujian Laju Pengurangan Berat

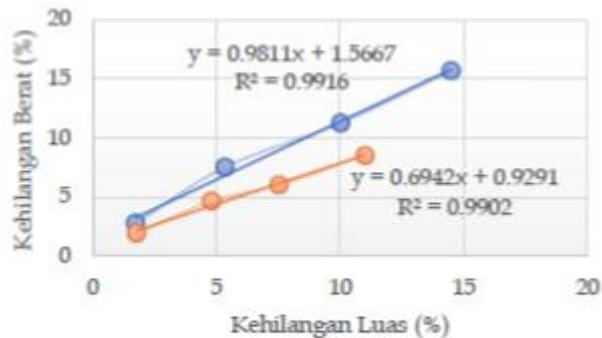
Pada Gambar 1.5 terlihat bahwa pisau yang diberi perlakuan hardfacing mempunyai laju keausan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pisau tanpa perlakuan hardfacing, hal ini disebabkan oleh tingginya pengurangan berat pisau perlakuan hardfacing dibandingkan pengurangan berat pisau tanpa perlakuan hardfacing. Laju keausan didapatkan dari hasil bagi pengurangan berat dengan luas penampang dan waktu, laju keausan berbanding lurus dengan pengurangan berat, jadi semakin besar pengurangan berat maka laju keausan akan semakin tinggi. Pada penelitian ini, pisau yang diberi perlakuan hardfacing mempunyai keausan yang lebih tinggi, menandakan semakin tinggi nilai laju keausan semakin buruk.



**Gambar 5.** Hasil Pengujian Laju Keausan Pisau Shaktiman Rotary Mulcher

### Hasil Pengujian Kecepatan Putar Pisau

Pada Gambar 6 terlihat bahwa mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher yang telah mengalami proses hardfacing mempunyai kehilangan bentuk yang lebih besar bila dibandingkan dengan pisau non hardfacing hal ini mungkin disebabkan mata pisau hardfacing ada penambahan artikel jadi untuk luasan yang sama maka akan memiliki berat yang lebih. Hubungan kehilangan luas dan berat mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher adalah semakin tinggi kehilangan luas maka kehilangan berat juga semakin tinggi. Gambar 6 menunjukkan hubungan linear yang kuat antara kehilangan luas terhadap kehilangan berat dengan koefisien korelasi ( $r$ ) diatas 0.9.



Gambar 6. Hubungan Kehilangan Luas dan berat Mata Pisau Shaktiman Rotary Mulcher

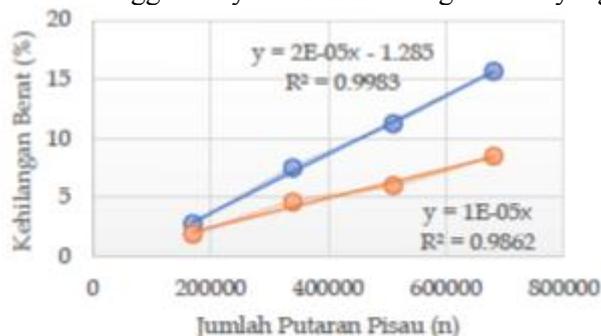
Pada Gambar 7 terlihat bahwa mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher yang telah mengalami proses hardfacing mempunyai kehilangan bentuk yang lebih luas bila dibandingkan dengan pisau non hardfacing hal ini mungkin disebabkan mata pisau hardfacing lebih banyak mengenai batu, sisa hasil pemanenan tebu dan seresah yang lebih tebal dalam jumlah putaran yang sama dengan mata pisau non hardfacing. Hubungan kehilangan luas dan jumlah putaran mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher adalah semakin tinggi jumlah putaran maka kehilangan luas mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher juga semakin besar. Gambar 7 menunjukkan hubungan linear yang kuat antara kehilangan luas terhadap jumlah putaran dengan koefisien korelasi ( $r$ ) diatas 0.9. Hubungan antara kehilangan luas dengan jumlah putaran ini dapat ditarik simpulan bahwa semakin banyak putaran menyebabkan mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher mengalami banyak gesekan sehingga menyebabkan kehilangan luas yang cukup tinggi.



Gambar 7. Hubungan Kehilangan Luas dan Jumlah Putaran Mata Pisau Shaktiman Rotary Mulcher

Pada Gambar 8, terlihat bahwa mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher yang telah mengalami proses hardfacing mempunyai kehilangan berat yang lebih besar bila dibandingkan dengan pisau non hardfacing hal ini mungkin disebabkan mata pisau hardfacing lebih banyak mengenai batu, sisa hasil pemanenan tebu dan seresah yang lebih tebal dalam jumlah putaran yang sama dengan mata pisau non hardfacing. Hubungan kehilangan berat dan jumlah putaran mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher adalah semakin banyak jumlah putaran maka semakin tinggi

kehilangan berat mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher. Gambar 1.8 menunjukkan hubungan linear yang kuat antara kehilangan berat terhadap jumlah putaran dengan koefisien korelasi ( $r$ ) diatas 0.9. Hubungan antara kehilangan berat dengan jumlah putaran ini dapat ditarik simpulan bahwa semakin banyak putaran menyebabkan mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher mengalami banyak gesekan sehingga menyebabkan kehilangan berat yang cukup tinggi.



**Gambar 8.** Hubungan Kehilangan Berat dan Jumlah Putaran Mata Pisau Shaktiman Rotary Mulcher

### KESIMPULAN

Berdasarkan pada data-data hasil pengukuran kekerasan dan keausan mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Teknik peningkatan nilai kekerasan pisau Shaktiman Rotary Mulcher dengan proses hardfacing meningkatkan nilai kekerasan mata pisau sebesar 58.65 %.
2. Pengujian ketahanan aus di lahan berpasir bekas tanaman tebu pisau Shaktiman Rotary Mulcher yang mengalami proses hardfacing memiliki nilai keausan lebih tinggi dibandingkan nilai keausan pisau Shaktiman Rotary Mulcher tanpa proses hardfacing disebabkan oleh faktor kekerasan tinggi dan pengaruh pengelasan.
3. Semakin banyak putaran menyebabkan mata pisau Shaktiman Rotary Mulcher mengalami banyak gesekan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Citrakara Upendra S., Yoto, dan Widiyanti. 2016. *Perbedaan kekuatan Tarik Dan Jenis Patahan Sambungan Las GMAW Baja Karbon Rendah (ST 37) Akibat Proses Normalizing*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.
- Galindo, N., Rivera D. C. 2015. *Understanding the Factors Controlling the Hardness in Martensitic Steels*. Departement of Material Science and Metallurgy, University of Cambridge.
- Kwok, C. T., Man, H. C., dan Cheng, F. T. 2001. *Cavitation erosion-corrosion behaviour of laser surface alloyed AISI 1050 steel using NiCrSiB*. *Material Science and Engineering*. Vol. 303, Issues 1-2, pp. 250-261.
- Robbina, M. A. 2012. *Perbandingan Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis Pada Proses Carburizing Baja S45C*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Smith, W. F., dan Hashemi, J. 2001. *Foundations of Material Science and Engineering (4th ed.)*. McGraw-Hill.
- Waluyo, J. 2013. *Pengaruh Tebal Pelat Aluminium Dan Lama Penekanan Pada Pengelasan Titik Terhadap Sifat Fisis, Mekanis Dan Efisiensi Panas*. *Jurnal Teknologi* vol. 6 No. 1 pp: 5664.