

ANALISA KERUSAKAN PADA PLAT PENGARAH (SHOVEL) MESIN PENGGIILING NATURAL CLAY

Tony Siagian

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Medan

E-mail: siagianTony@yahoo.com

ABSTRACT

Shovel is one of the important parts in the clay grinding machine component, where this component serves to direct the material that is milled in the mill between the roller and roller bearings. With the high rate of replacement of this shovel material due to wear will have an impact on the decline in engine productivity due to lost working hours. Shovel material is made from Hardox 400 material where the value of BHN material hardness: 370 - 430, the value of material hardness is very influential in determining the age of the shovel, but still calculated from the side of the collision load that occurs during grinding. From the results of testing both macro testing and micro testing it is known that the value of material hardness (Hardness test) is not in accordance with the specifications of the material which is around 37% below the specification value. And from the SEM test results it can also be observed that there has been a significant change in the grain structure of the material surface and scouring on the shovel samples that have been used.

ABSTRAK

Shovel merupakan salah satu bagian penting dalam komponen mesin penggiling clay, dimana komponen ini berfungsi untuk mengarahkan material yang digiling dalam mill antara bantalan penggiling dan roller. Dengan tingginya tingkat penggantian bahan shovel ini akibat keausan akan berdampak terhadap turunnya produktivitas mesin akibat hilang jam kerja. Material Shovel terbuat dari bahan Hardox 400 dimana nilai kekerasan material BHN : 370 – 430, nilai kekerasan material sangat berpengaruh sekali dalam menentukan umur dari pada shovel tersebut, tetapi tetap diperhitungkan dari sisi beban tumbukan yang terjadi saat penggilingan. Dari hasil pengujian baik pengujian makro dan pengujian mikro diketahui bahwa nilai kekerasan material (Hardness test) tidak sesuai dengan spesifikasi material tersebut yaitu sekitar 37% dibawah nilai spesifikasi. Dan dari hasil uji SEM juga dapat diamati telah terjadi perubahan struktur butiran dari permukaan material dan penggerusan yang cukup signifikan pada sampel shovel yang sudah dipakai.

Kata kunci : *Shovel, Hardness Test, SEM, Spesifikasi*

PENDAHULUAN

Dari bagian utama mesin mill, shovel merupakan bagian yang paling cepat harus diganti akibat keausan (abrasi) dan benturan dibanding dengan bagian mesin lainnya. Shovel ini sendiri berfungsi sebagai

pengarah material yang digiling oleh roller dan bullring dimana shovel ini berputar dalam mesin mill bersamaan dengan roller, sedangkan bullring sendiri tidak bergerak. Jumlah shovel ada 3 set yang mana penggantian normalnya bersamaan untuk ke semua shovel.

Shovel terbuat dari bahan Hardox-400 dengan panjang sekitar 30 cm dan lebar 20 cm dengan tebal sekitar 2.0 cm (Kondisi baru). Shovel ini sendiri harus diganti apabila sudah terjadi keausan di ujung shovel sekitar 60 mm dan sesuai dengan rekaman bagian perawatan, panjang keausan ini dicapai hanya setelah beroperasi sekitar 1 bulan dimana waktu penggantian keseluruhan shovel bisa berlangsung sekitar 7 jam. Harga material shovel dan juga pembuatannya termasuk sangat mahal dan bila sudah mencapai keausan maksimum yang ditentukan maka shovel ini sendiri akan dimasukkan sebagai bahan scrap (sampah).

Adapun dampak saat terjadi penggantian shovel antara lain

1. Jam kerja berhenti produksi sekitar 6-7 jam kerja.
2. Biaya penggantian material shovel yang cukup mahal dengan hanya terjadi keausan sekitar 60 mm diujung shovel.
3. Biaya maintenance dan juga perencanaan kegiatan maintenance

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dijadikan kajian studi atau penelitian ini adalah: **"Analisa kerusakan dan keausan pada plat pengarah (Shovel) milling mesin.**

Adapun Permasalahan didapat saat ini pada mesin mill khususnya yang disebabkan kerusakan material shovel (plat pengarah) adalah sebagai berikut:

1. Tingginya frekuensi pergantian komponen shovel (pisau pengarah) pada mesin mill.
2. Waktu yang digunakan untuk penggantian plat pengarah (shovel) yang menimbulkan kerugian waktu produksi.

3. Besarnya biaya yang dibutuhkan dengan harga material yang relative cukup mahal

Tujuan Penelitian

1. Menganalisa kekuatan material shovel yang saat ini digunakan pada mesin mill dan juga membandingkan kekuatan aktual material sesuai dengan spesifikasi material.
2. Memberikan rekomendasi yang dibutuhkan untuk peningkatan umur shovel

Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kinerja mesin dengan hal sebagai berikut :

1. Memberikan masukan untuk meningkatkan umur dari material shovel yang digunakan
2. Memberikan informasi yang diperlukan buat departemen Maintenance dalam menentukan perencanaan kegiatan maintenance

TINJAUAN PUSTAKA

Metalurgi mekanik adalah bidang metalurgi yang membahas reaksi logam terhadap gaya dan beban. Gaya itu dapat timbul akibat pemakaian logam sebagai suatu bagian atau elemen dalam konstruksi atau mesin, dimana perlu diketahui harga batas yang dapat ditahan tanpa mengalami kerusakan (failure). Dilain pihak tujuannya adalah dapat mengubah batang logam cor menjadi suatu bentuk yang lebih bermanfaat seperti misalnya pelat, dan disini perlu mengetahui kondisi temperatur serta pembebanan yang memperkecil gaya yang diperlukan untuk perubahan bentuk.

Sifat Mekanik Logam

Sifat mekanik adalah sifat yang menyatakan kemampuan suatu material/komponen untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material/komponen tersebut.

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik suatu material disebut pengujian mekanik, misalnya : uji tarik (Tensile test), uji puntir (Torsion test), uji impak (Impact test), uji kekerasan (hardness test).

Beberapa sifat mekanik yang penting antara lain :

1. Kekuatan (strength).
Merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi dalam beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi dan kekuatan lengkung.
2. Kekakuan (stiffness)
Adalah kemampuan suatu material untuk menerima tegangan/beban tanpa terjadinya deformasi atau defleksi.
3. Kekenyalan (elasticity)
Didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan atau dengan kata lain kemampuan material untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah mengalami deformasi (perubahan bentuk).
4. Plastisitas (plasticity)
Adalah kemampuan material untuk mengalami deformasi plastik (perubahan bentuk secara permanen) tanpa mengalami kerusakan. Material yang mempunyai plastisitas tinggi dikatakan sebagai material yang ulet (ductile), sedangkan material yang

mempunyai plastisitas rendah dikatakan sebagai material getas (brittle).

5. Keuletan (ductility)
Adalah suatu sifat material yang digambarkan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Material ductile ini harus kuat dan lentur. Keuletan biasanya diukur dengan suatu perioda tertentu, persentase keregangan. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang perteknikan dan bahan yang memiliki sifat antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, nikel dll.

Tegangan dan Regangan

Load didefinisikan sebagai kekuatan eksternal yang mendukung bagian dari suatu mesin. Beban terdiri dari 3 tipe, yaitu :

1. Beban tetap (steady load), dikatakan beban tetap apabila beban dalam keadaan diam dimana benda tersebut tidak dapat berubah arah.
2. Beban gerak (varying load), apabila beban dapat dipindahkan secara kontinu
3. Beban kejutan (shock load), apabila beban digunakan dan dipindahkan secara tiba-tiba.

Pembenanan

Beban yang diterima oleh suatu konstruksi/struktur dan/komponen harus diperhitungkan sedemikian rupa yang meliputi :

- A. Tegangan
Saat gaya atau beban dari system eksternal terjadi pada benda kerja , gaya internal akan muncul dari dalam benda kerja baik searah ataupun berlawanan arah sebagai reaksi atas gaya eksternal tersebut. Stress adalah besarnya gaya internal

yang timbul per satuan luas area pada benda kerja.

B. Regangan

Adalah gaya yang diberikan pada suatu benda dengan memberikan tegangan tarik sehingga benda tersebut juga mengalami perubahan bentuk.

C. Tensile Stress/Tegangan Tarik

Adalah suatu sifat bahan hubungan tegangan-regangan pada tarikan memberikan nilai yang cukup berubah tergantung pada laju tegangan temperatur dll, Umumnya kekuatan tarik lebih rendah daripada umpannya seperti baja, aluminium dll.

D. Compressive Stress/ Tegangan tekan

Compressive in terjadi bila suatu benda kerja yang menjadi sasaran aksial yang sama atau berlawanan, dimana tekanan ini disebabkan pada setiap sisi dari benda kerja dan inilah yang disebut dengan compressive stress. Pertimbangan lain akan menunjukkan bahwa dengan adanya tegangan beban, akan ada penurunan panjang benda kerja dimana perbandingan pengurangan panjang asli suatu benda kerja dikenal sebagai tegangan regangan.

E. Shear Stress/Tegangan Geser

Ketika benda kerja menjadi sasaran dua kekuatan yang sama atau berlawanan, bergerak secara tangensial dengan sisi yang berlawanan, dimana ini disebabkan pada setiap sisi dari benda kerja dan inilah yang disebut shear stress. Dan yang berhubungan dengan regangan dikenal shear strain, yang diukur dengan sudut deformasi yang berdekatan dengan shear stress.

F. Modulus Young

Hukum Hook menyatakan bahwa ketika benda kerja pada satu bahan yang elastis maka tegangan akan seimbang dengan regangan. Dimana E adalah konstanta maka dapat dikatakan modulus young dan satuan yang digunakan adalah kg/cm² atau N/mm².

Bahan Logam

Ilmu logam adalah suatu yang mencakup seluruh pengetahuan yang mempelajari bahan – bahan logam pada umumnya: tentang komposisi, susunan struktur kristal dan sifat – sifat fisis dan mekanis. Hal yang lebih luas lagi tercakup dalam ilmu logam adalah mempelajari cara – cara pemisahan logam dari bijihnya terhadap ikatan – ikatan cat pengotornya (impurities elements) kemudian diikuti dengan cara – cara pengolahan secara teknis sehingga diperoleh suatu jenis logam tau logam campur yang dapat memenuhi kebutuhan–kebutuhan tertentu.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada pabrik penghasil bahan pemucat minyak CPO, yaitu pada bagian proses penggilingan (*milling*).

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan dan pengambilan data dilakukan dengan melalui beberapa metode :

1. Observasi langsung dilapangan dengan melakukan pengamatan terhadap kondisi bahan shovel setelah beberapa lama dipergunakan.
2. Melakukan pengujian laboratorium untuk tingkat kekerasan dan juga pengujian metalografy dari bahan kerja.

Objek Penelitian

Objek penelitian adalah shovel (plat pengarah) yang digunakan untuk mengarahkan bahan baku yang digiling pada mesin mill agar masuk kecelah antara bantalan dinding mill dengan roda penggiling (Pendulum) pada mesin penggiling (Mill).



Gambar 1. Plat Pengarah (Shovel)

Alat ukur

Adapun alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Mistar – Alat mengukur dimensi plat
2. Hardness Tester Matsuzawa Seiki – Alat yang dipergunakan untuk Uji kekerasan material



Gambar 2. Alat Ukur Kekerasan (Hardness Tester)

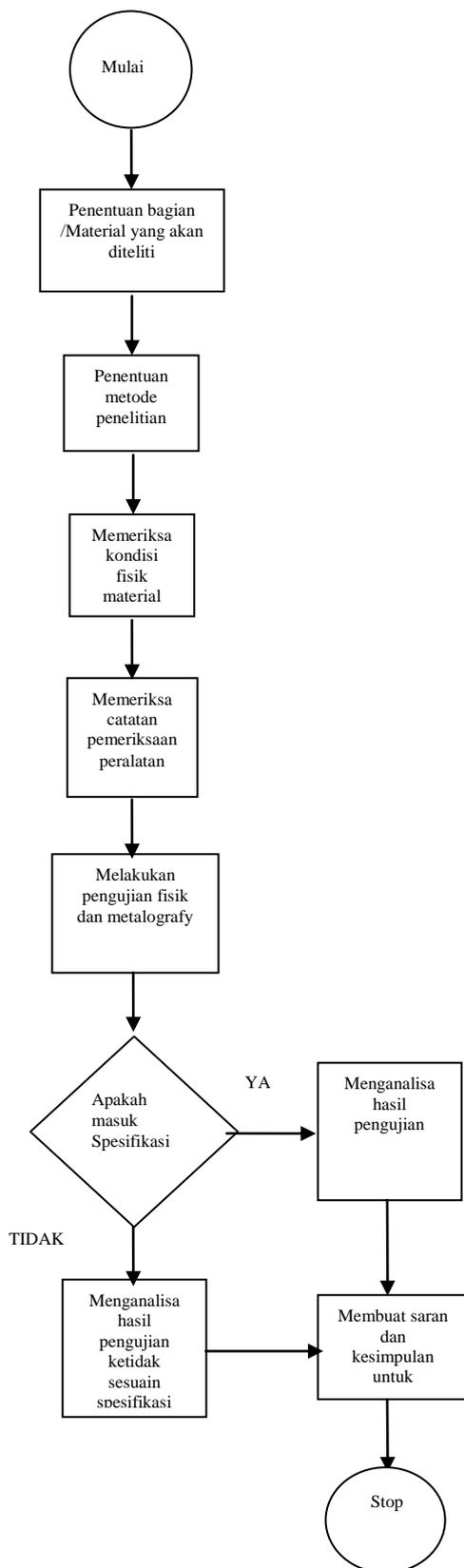
3. Alat Uji Metalografi – *Scanning Electron Microscope (SEM)*

SEM adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3000000x, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm.



Gambar 3. Scanning Electronic Microscope

Alur Penelitian



Keterangan Alur Penelitian

Step 1 Penentuan bagian mesin yang akan diteliti

Dalam tahap ini penulis mengobservasi dan menentukan bagian mana yang perlu difokuskan untuk diteliti terjadinya kerusakan/keausan yang terjadi melalui pengumpulan informasi dari bagian keteknikan, catatan perbaikan dan penggunaan mesin, tingkat pengaruh cepatnya terjadi kerusakan/keausan tersebut terhadap pencapaian hasil produksi dan sebagainya. Dan melalui informasi tersebut maka penulis memutuskan untuk melakukan penelitian pada kekuatan shovel mesin mill.

Step 2 Penentuan metode Penelitian

Dalam tahap ini penulis menentukan metode penelitian yang akan digunakan baik cara pengumpulan data, alat yang digunakan dan juga penentuan parameter pengukuran seperti dijelaskan detail pada Bab-III.

Step 3 Memeriksa kondisi fisik bagian mesin (Shovel) yang akan diteliti tersebut

Dalam tahap ini dilakukan pemeriksaan awal kondisi fisik peralatan secara visual untuk memeriksa apakah ada terjadi kerusakan dibagian komponen permesinan, kesalahan pemasangan, korosi dan juga cacat-cacat lainnya.

Step 4 Memeriksa catatan rekaman pemeriksaan Mesin

Memantau catatan perbaikan yang dilakukan terhadap mesin tersebut melalui rekaman di “*Historical card*” yang berisi mengenai masalah yang pernah timbul, frekuensi penggantian dan penanganan, catatan pengukuran dimensi komponen, spesifikasi bahan sebagai bahan masukan untuk analisa selanjutnya.

Step 5 Melakukan pengukuran dan pengujian

Dalam tahap ini dilakukan pengujian kekerasan material dan juga pengujian metalografi untuk mengamati struktur mikro dari materi baik komponen yang baru maupun komponen yang sudah dipakai (Rusak).

Step 6 Menganalisa dan menentukan Penyebab

Dalam tahap ini dilakukan analisa dari hasil pengujian baik pengujian kekerasan dan juga pengujian metalografi dan membandingkan hasil pengujian antara komponen yang masih baru dan yang sudah terpakai, begitu juga akan dibandingkan dengan spesifikasi material, kemudian akan dicari penyebab tingginya frekuensi pergantian shovel pada mesin tersebut.

Step 7 Membuat Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini merupakan tahap pembuatan kesimpulan dari hasil analisa yang dilakukan dan memberikan masukan-masukan untuk langkah perbaikan.

Analisa Kerusakan dan Usaha Memperpanjang Umur Shovel

Pengujian Visual/ Makro

Pengujian visual/ makro dilakukan dengan mengamati permukaan dari pisau pengarah yang habis oleh karena gesekan bahan baku dengan mengukur sisa pisau pengarah yang masih tersisa. Sesuai standard yang ditentukan maksimum jarak antara rantai mill dengan ujung pisau adalah 60 mm dan bila melebihi jarak tersebut maka pisau sudah tidak layak lagi dipergunakan.

Data Spesifikasi Material

Adapun material pisau yang digunakan adalah Hardox- 400 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Mechanical Properties

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Thickness | : 20 mm |
| Tensile Strength | : 1250 N/mm ² |
| Yield Strength | : 1000 N/mm ² |
| Elongation | : 10 – 16 |
| Hardness (HBW) | : 370 – 430 |
| Faktor Keamanan (v) | : 8 – 12 (live load) |

Chemical Composition (%)

| | |
|-----------|------------|
| C : 0.14 | Cr : 0.50 |
| Mn : 1.6 | NI : 0.25 |
| Si : 0.70 | B : 0.0024 |
| S : 0.01 | CEV : 0.33 |
| P : 0.25 | CET : 0.23 |
| Mo : 0.25 | |

Analisa Tegangan

Daya Mesin Mill

Daya Maximum : 150 kW, P = 150.000 Watt

Effisiensi : 80 % μ = 0.80

Putaran pada pisau : 101 rpm n = 101 rpm

Jumlah Pisau : 3 z = 3 buah

Jarak shovel ke pusat poros (r) : 650 mm

Dimensi Penampang pisau

Panjang (p) = 300 mm

Lebar (l) = 200 mm

Tebal (t) = 20 mm

Luas penampang (A) = lebar x tebal

$$A = 200 \times 20 = 4000 \text{ mm}^2$$

Tegangan ijin bahan

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= 0,5 \cdot \sigma_{\max} \\ &= 0.5 \cdot 1250 \\ &= 625 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{\sigma_{\max}}{v}$$

$$\tau = \frac{625}{8}$$

$$\tau = 78.125 \text{ N/mm}^2$$

Gaya Yang bekerja pada Shovel

$$P = \frac{F \times r \times N}{9550}$$

P = Daya input Mill
 F = Gaya pada shovel
 r = Radius dari central shaft dengan Shovel

$$F = \frac{150000 \times 9550}{650 \times 101}$$

F = 21,820 N

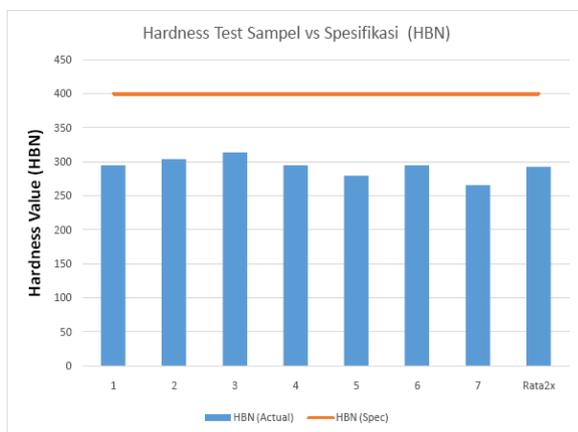
Pengujian Kekerasan material

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada permukaan sample asli material yang digunakan saat ini pada beberapa point yang ditentukan untuk kemudian nanti dibandingkan dengan nilai kekerasan yang seharusnya sesuai spesifikasi material.

Tabel 1. Hasil Pengujian

| Sample Point | HBN (Actual) | HBN (Spec) |
|--------------|--------------|------------|
| 1 | 295 | 400 |
| 2 | 304 | 400 |
| 3 | 314 | 400 |
| 4 | 295 | 400 |
| 5 | 280 | 400 |
| 6 | 295 | 400 |
| 7 | 266 | 400 |
| Rata2x | 292.71 | 400 |

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Grafik Sampel Hardness vs Spesifikasi

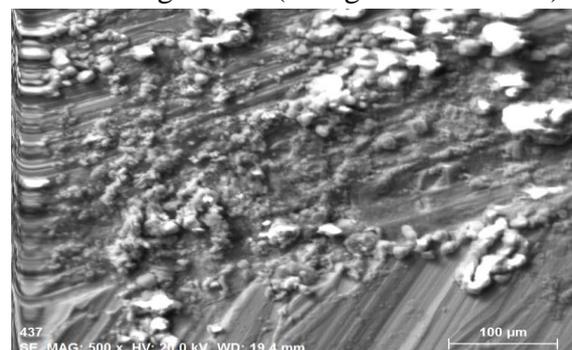
Keterangan :

Dari hasil pengujian yang dilakukan ternyata nilai kekerasan untuk bahan sampel memiliki nilai kekerasan disemua titik pengujian dibawah nilai kekerasan material seharusnya sesuai spesifikasi dimana nilai kekerasan material tersebut berkisar hanya (HBN) = 266 – 314 dengan rata-rata 292 dan bila dibandingkan sesuai spesifikasi (Hardox-400) yaitu berada pada nilai (HBN) = 370 – 430 dengan nilai rata-rata diambil pada nilai 400. (37 % dibawah nilai spesifikasi).

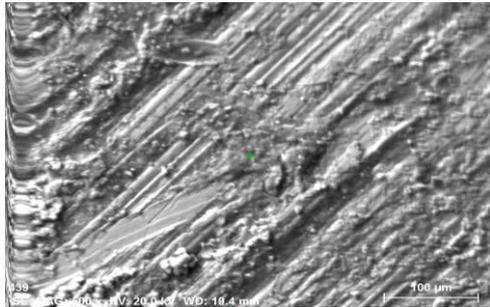
Pengujian Mikro dengan Analisa Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM (*Scanning Electron Microscope*) digunakan untuk meneliti morfologi suatu material, dalam hal ini dilakukan pengujian SEM untuk mendapatkan morfologi permukaan sample material yang sudah mengalami keausan dan dibandingkan dengan sample material yang masih utuh (Belum digunakan) dengan pembesaran 500 x. Dalam hal ini akan diamati kondisi permukaan masing-masing sampel, karakteristik mikrostruktur material dan perubahan yang dialami sebelum dan sesudah digunakan.

1. Hasil Uji analisa SEM Sample yang sudah digunakan (Mengalami Keausan).



2. Hasil Uji analisa SEM Sample sebelum digunakan (Baru).



Keterangan :

Dari hasil uji SEM diatas terlihat bahwa pada material sampel yang sudah dipakai (Gambar 4.1), struktur mikro permukaan sampel sudah tidak beraturan, timbul gumpalan-gumpalan menyerupai awan-awan hampir diseluruh area permukaan dan arah alur-alur butiran sudah tidak beraturan, dibebeberapa bagian timbul bongkahan-bongkahan dengan ukuran bervariasi dan ini menunjukkan telah terjadi pengerusan dan kerusakan yang cukup signifikan pada material shovel tersebut. Sedangkan pada hasil uji SEM untuk sampel material yang masih belum digunakan sama sekali (Gambar 4.2), terlihat bahwa arah alur struktur mikro material masih cukup beraturan, tidak nampak gumpalan awan –awan seperti pada kondisi yang sudah dipakai, walaupun dalamnya alur struktur permukaan juga bervariasi, pada beberapa bagian cukup dalam dan pada beberapa bagian dangkal. Dari sisi porositas yang timbul terlihat relative lebih kecil dibanding yang sudah dipakai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut :

Kesimpulan

1. Adanya perbedaan nilai kekerasan yang cukup signifikan antara aktual material yang digunakan dimesin dengan spesifikasi material yang seharusnya, yaitu sekitar 37% dibawah yang seharusnya.

2. Terlihat dari karakteristik struktur mikro antara sampel yang lama dan yang baru yang sangat berbeda, terjadinya perubahan struktur setelah bahan shovel digunakan.
3. Terjadinya keausan yang lebih cepat dari pemakaian sebelumnya akibat adanya ketidak sesuaian kekuatan material yang diterima dari supplier sesuai spesifikasi.

Saran

1. Penulis menyarankan agar pengguna memastikan material yang didapat dari supplier sesuai spesifikasi sheet material dengan melakukan pengecekan ulang sampel material yang diterima atau mendapatkan Certificate of Analysis (COA) material dari pemasok material
2. Penulis juga menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan untuk meneliti apakah dimungkinkan menaikkan nilai kekerasan material dengan cara pengerasan permukaan (Surface hardening), heat treatment pada bahan yang digunakan saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustinus Purna Irawan. 2009, *Diktat Elemen Mesin*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Taruma Negara.
- [2] George F. Dieter/Ir.Ny Sriati M,E, M.Met. 1996, *Metalurgi Mekanik* Edisi ketiga, Penerbit Erlangga.
- [3] Joseph Edward Shigly. 1989 , *Mechanical Engineering Design*, 5th Edition McGraw-Hill Book Company.
- [4] R.E. Smallman/ Ir. Sriati Djaprie, M. Met, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Penerbit Erlangga
- [5] R.K.Rajput, 1999, *Material Science And Engineering*, S.K. KATARIA & SONS.
- [6] Eswanto, 2015, *Pengaruh Tabung Penenang Udara Pada Eksperimen Liquid Jet Gas Pump*, Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM, Vol. 1 No. 1, Mei 2015 : 24- 29