

# PENGARUH KEKUATAN BAHAN PADA CARRIER ROLLER MENGGUNAKAN PENGUJIAN KEKERASAN DAN KEAUSAN OGOSHI

## THE EFFECT OF MATERIAL STRENGTH IN CARRIER ROLLER USING OGOSHI VIOLENCE AND TESTING

MUHAMMAD LUTFUL HAKIM <sup>1)</sup>, NAZRUL ZEIN <sup>1)</sup> dan PAUL DAVID REY<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Mesin Universitas Islam Assyafi'iyah Jakarta

Email : [lutfulhakim001@gmail.com](mailto:lutfulhakim001@gmail.com)

### ABSTRACT

Excavators are heavy equipment that can be used in the construction, agriculture or forestry industries. Excavators have the main function of digging and loading a material such as rock soil and others. Excavators have 3 parts, including attachments, base frames, and undercarriages. One of the undercarriage parts of the excavator that is most commonly treated is the Carrier roller. Carrier Roller is part of the Undercarriage component that is shaped almost the same as the Track Roller, serves to hold the weight of the upper roll from the Track Shoe so as not to flex, and keep the Track Shoe movement between the Sprocket to the idler (Front idler) or vice versa straight. This research discusses the influence of the strength of the Carrier roller using AISI 1526 material using Ogoshi hardness and wear testing, the hardness test results for the Non heat treatment material is 21.8 HRC, while the material which is heat treated with oil quenching is 63.2 HRC, while the Ogoshi wear test results obtained volume of material lost due to wear for Non heat treatment material is  $669 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 / \text{day}$  and for material heat treated with oil quenching the value is  $255 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 / \text{day}$ . From the analysis it was found that the Carrier roller which is heat treated with quenching oil, can increase the value of hardness and is more resistant to wear.

**Keywords:** AISI 1526, Carrier roller, excavator, hardness test, Ogoshi Wear Test

### ABSTRAK

Excavator adalah alat berat yang bisa digunakan dalam industri konstruksi, pertanian atau perhutanan. Excavator memiliki fungsi utama menggali dan memuat suatu material seperti tanah bebatuan dan lain-lain. Excavator memiliki 3 bagian, diantaranya ada attachment, base frame, dan undercarriage salah satu bagian *undercarriage excavator* yang paling sering mengalami perawatan adalah *Carrier roller*. *Carrier Roller* merupakan bagian dari komponen *Undercarriage* yang berbentuk hampir sama dengan *Track Roller*, berfungsi menahan berat gulungan atas dari *Track Shoe* agar tidak melentur, dan menjaga gerakan *Track Shoe* antara *Sprocket* ke *idler (Front idler)* atau sebaliknya tetap lurus. Dalam penelitian ini dibahas mengenai pengaruh kekuatan *Carrier roller* yang menggunakan material AISI 1526 dengan menggunakan pengujian kekerasan dan keausan Ogoshi, hasil uji kekerasan untuk material *Non heat treatment* bernilai adalah 21.8 HRC, sedangkan material yang di *heat treatment* dengan *quenching* oli bernilai adalah 63.2 HRC, adapun hasil uji keausan ogoshi didapatkan volume material yang hilang akibat keausan untuk material *Non heat treatment* adalah  $669 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 / \text{day}$  dan untuk material yang di *heat treatment* dengan *quenching* oli bernilai adalah  $255 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 / \text{day}$ . Dari hasil analisa didapat bahwa *Carrier roller* yang di *heat treatment* dengan *quenching* Oli, dapat meningkatkan nilai kekerasan dan lebih tahan terhadap keausan.

**Kata Kunci:** AISI 1526, Carrier roller, excavator, uji kekerasan, uji Keausan Ogoshi

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Excavator adalah alat berat yang biasa digunakan dalam industri konstruksi, pertanian atau perhutanan. Excavator memiliki fungsi utama untuk menggali dan membuat material seperti tanah, bebatuan kedalam truck atau lokasi penumpukan. Excavator ada yang

mempunyai roda dari ban biasa yang digunakan untuk jalanan padat rata disebut "Wheel Excavator" dan ada yang mempunyai roda dari rantai besi yang akan memudahkannya untuk berjalan di jalanan yang tidak padat atau mendaki.

*Undercarriage* merupakan komponen bagian bawah unit Excavator, dimana komponen tersebut berfungsi sebagai media penggerak unit tersebut untuk perpindahan dari tempat

lainnya. *Undercarriage* tersebut berfungsi sebagai media penahan dan meneruskan berat dari unit Excavator ke tanah. Secara garis besar komponen utama *Undercarriage* terdiri dari *track shoe*, *track roller*, *carrier roller*, *sprocket*, *idler*, *track frame*, *track link*.

Penelitian ini dilakukan dalam rangka mencari solusi atas masalah yang dihadapi oleh perusahaan yang bergerak di bidang penyewaan alat berat. Semakin bertambahnya umur unit atau komponen. Perkembangan tersebut secara tidak langsung pada komponen-komponen *Undercarriage* yang memiliki karakteristik tertentu sesuai dengan pemakaiannya diperlukan metode tertentu, salah satunya dengan melakukan pengujian keausan dan pengujian kekerasan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bahan yang dipakai. Dalam penelitian ini dipakai bahan baja karbon (*Carbon Steel*) AISI 1526.
2. Pengujian yang dilakukan: *Heat Treatment*, quenching, Uji kekerasan *Rock well*, Uji keausan *Ogoshi*.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis mengidentifikasi batasan masalah sebagai berikut:

1. Batasan penelitian ini hanya terbatas dari komponen *Undercarriage* yang mengalami kerusakan yaitu :

*Carrier roller*

1. Proses pengujian keausan *Ogoshi*
2. Proses pengujian *Rockwell*

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari penelitian ini adalah:

1. Secara Umum

Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kualitas material dalam ketahanan keausan dan kekerasan, sehingga dapat dijadikan suatu wacana bagi penulis sendiri dan dijadikan pertimbangan masyarakat, produsen dan konsumen pada umumnya.

2. Secara Khusus

untuk mengetahui ketahanan keausan dan ketahanan kekerasan pada benda uji.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.2 Definisi Carrier Roller

*Carrier Roller* adalah bagian dari komponen *undercarriage* yang berbentuk hampir sama dengan *track roller*, akan tetapi memiliki fungsi yang berbeda pada *Carrier roller* yaitu : Menahan berat gulungan atas dari *track shoe assembly* agar tidak melentur, dan menjaga gerakan *track shoe* antara *sprocket* ke *idler (front idler)* atau sebaliknya tetap lurus.



Gambar 1. Carrier Roller

### 2.3 Heat Treatment

Proses perlakuan panas pada umumnya untuk memodifikasi struktur mikro baja sehingga meningkatkan sifat mekanik, salah satunya yaitu kekerasan. Secara umum, proses perlakuan panas adalah:

1. Memanaskan logam/paduannya sampai pada suhu tertentu (*heating temperature*).
2. Mempertahankan pada suhu pemanasan tersebut dalam waktu tertentu (*holding time*).
3. Mendinginkan dengan media pendingin dan laju tertentu. 13 Skema pada proses ini secara sederhana dapat digambarkan melalui diagram temperatur terhadap waktu seperti Gambar dibawah ini:

### 2.4 Quenching

*Quenching* adalah untuk meminimalisasi keberadaan batas butir karbida atau untuk meningkatkan distribusi ferit. Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam-macam. Berbagai bahan media pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain:

1. Oli yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah yang dapat memberikan lapisan karbon pada kulit (permukaan) benda kerja yang diolah.
2. Air adalah media pendinginan yang paling umum digunakan. Air menghasilkan tingkat pendinginan mendekati tingkat maksimum.

### 2.5 Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian *Rockwell* menggunakan indentor yang digunakan kerucut intan dengan sudut yang dibentuk berupa kerucut intan 120°. *Rockwell C Indentor* berupa kerucut intan dengan pembebanan 150 Kg. Biasa digunakan untuk logam-logam yang diperkeras dengan pemanasan.

## 2.6 Uji Keausan Ogoshi

Suatu komponen struktur dan mesin agar berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya sangat tergantung pada sifat-sifat yang dimiliki material. Material yang tersedia dan dapat digunakan oleh para engineer sangat beraneka ragam, seperti logam, polimer, keramik, gelas, dan komposit. Sifat yang dimiliki oleh material terkadang membatasi kinerjanya. Namun demikian, jarang sekali kinerja suatu material hanya ditentukan oleh satu sifat, tetapi lebih kepada kombinasi dari beberapa sifat. Salah satu contohnya adalah ketahanan-*aus* (*wear resistance*) merupakan fungsi dari beberapa sifat material (*kekerasan, kekuatan, dll*), *friksi* serta *pelumasan*. Dibawah ini diberikan penjelasan ringkas dari mekanisme-mekanisme tersebut :

Mekanisme Keausan terdiri dari:

1. Keausan adhesive (*Adhesive wear*)  
Terjadi bila kontak permukaan dari dua material atau lebih mengakibatkan adanya perlekatan satu sama lainnya (*adhesif*) serta deformasi plastis dan pada akhirnya terjadi pelepasan/ pengoyakan salah satu material.
2. Keausan Abrasif (*Abrasive wear*)  
Terjadi bila suatu partikel keras (*asperity*) dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak. Keausan lelah / *Fatigue* (*Surface Fatigue Wear*) Keausan lelah / *fatik* pada permukaan pada hakikatnya bisa terjadi baik secara abrasif atau adhesif. Tetapi keausan jenis ini terjadi akibat interaksi permukaan dimana permukaan yang mengalami beban berulang akan mengarah pada pembentukan retak-retak mikro. Retak-retak mikro tersebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material.
3. Keausan Oksidasi/Korosif (*Corrosive wear*)  
Proses kerusakan dimulai dengan adanya perubahan kimiawi material di permukaan oleh faktor lingkungan. Kontak dengan lingkungan ini menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk. Sebagai konsekuensinya, material akan mengarah kepada perpatahan interface antara lapisan permukaan dan material induk dan akhirnya seluruh lapisan permukaan itu akan tercabut.
4. Keausan Erosi (*Erosion wear*)  
Proses erosi disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material. Jika sudut benturannya kecil, keausan yang dihasilkan analog dengan abrasif. Namun, jika sudut benturannya membentuk sudut gaya normal (90 derajat), maka keausan yang terjadi akan

mengakibatkan brittle failure pada permukaannya



Gambar 2. Alat Uji Keausan Ogoshi

Keterangan :

1. Stopper
2. Distance change replaceable gear
3. Load
4. Rack
5. Revolving disc
6. Test piece holder
7. Speedchange replaceable gear
8. Grinder
9. Vice

## 2.7 Metode Penelitian

Pada tahapan awal ini hal yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan. Persiapan yang diperlukan antara lain seperti memotong material bahan baku *Carrier Roller* yaitu AISI 1526 menjadi berbagai spesimen. Pada tahap selanjutnya adalah proses *heat treatment* hingga suhu 885°C kemudian dilakukan proses pendinginan cepat (*quenching*) menggunakan media oli dan Air.

### 2.7.1 Penyiapan Bahan

1. *Carrier Roller* masing-masing di potong empat bagian dari komponen tersebut.
2. Setelah *Carrier Roller*, dipotong tebal dari specimen sampai 20 mm.



Gambar 3. *Specimen Carrier Roller*

## 2.7.2 Pengujian Spesimen

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain Heat Treatment, Quenching Pengujian Kekerasan Rockwell, dan Pengujian Keausan Ogoshi.

### 1. Heat Treatment

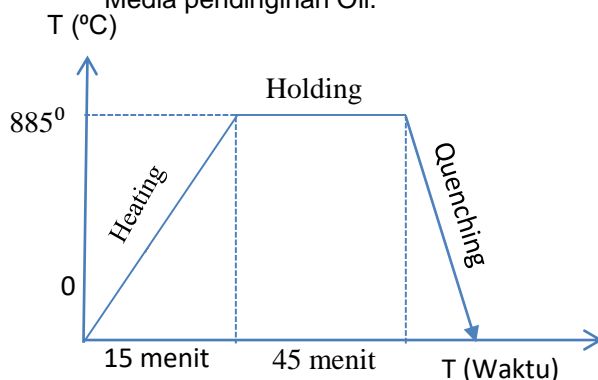
Heat Treatment Proses perlakuan panas pada umumnya untuk memodifikasi struktur mikro baja sehingga meningkatkan sifat mekanik, salah satunya yaitu kekerasan. Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi dari proses pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam/paduan dalam keadaan padat, sebagai upaya untuk memperoleh sifatsifat tertentu. Perubahan sifat tersebut terjadi karena ada perubahan struktur mikro selama proses pemanasan dan pendinginan dimana sifat logam atau paduan sangat dipengaruhi oleh struktur mikro.



Gambar 4. Furnace

Langkah-langkah pengujian proses Heat Treatment sebagai berikut:

- Siapkan Spesimen *Carrier Roller*, yang sudah di potong.
- Siapkan tungku pemanas
- Masukan Spesimen *Carrier roller* (2), yang sudah di potong ke dalam tungku pemanas dengan suhu 885°C.<sup>(13)</sup>
- Setelah dapur induksi panas dan temperatur mencapai 885°C, dimasukan spesimen *Carrier roller* kedalem *Furnance* pemanasan selama 1 jam.<sup>(15)</sup> Media pendinginan Oli.



Gambar 5 Grafik Heat treatment.

## 2.7.3 Pengujian Kekerasan Rockwell

Pegujian Rockwell menggunakan idendor yang digunakan kerucut intan dengan sudut yang dibentuk berupa kerucut intan 120°. Nilai

Kekerasan dengan metode *Rockwell* suatu material dirumuskan sebagai berikut: <sup>(12)</sup>

$$HRB = 130 - (h/0,002)$$

$$HRC = 100 - (h/0,002)$$

Keterangan :

HRB = Nilai Kekerasan *Rockwell B*

HRC = Nilai Kekerasan *Rockwell C*

h = Kedalaman (mm)

(Anonym, 2012)

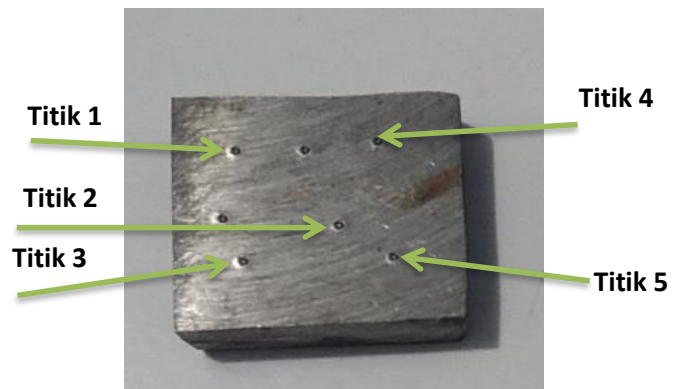
Langkah –langkah pengujian kekerasan *Rockwell* adalah sebagai berikut :

- Siapkan Spesimen *Carrier roller* yang sudah di potong
- Haluskan permukaan yang akan di uji dengan amplas.
- Letakkan Spesimen *Carrier roller* di alat uji kekerasan rockweel, menggunakan 5 titik.
- Benda Spesimen ada dua pengujia yaitu : *Non treatment, heat treatment, quenching* media oli.

## 3. Hasil dan pembahasan

### 3.1. Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan Rockwell hardness tester dengan menggunakan skala C (HRC). Dengan pembebanan 150 Kgf dan menggunakan diamond Cone. Pengujian dilakukan pada bagian permukaan specimen. Masing-masing spesimen mengalami 5 ( lima ) kali pengujian seperti diperlihatkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Specimen Non Heat treatment

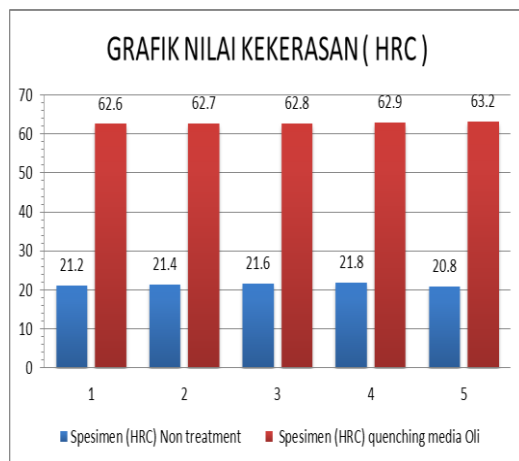


Gambar 7. Specimen Quenching Oil

Tabel 1. Nilai Kekerasan tanpa *heat treatment* dan yang sudah di *treatment* (skala HRC).<sup>(11)</sup>

Dari Tabel 1. Dapat dibuat grafik perbandingan sebagai berikut:

Titik	Spesimen (HRC) <i>Non treatment</i>	Spesimen (HRC) <i>quenching media Oli</i>
1	21.2	62.6
2	21.4	62.7
3	21.6	62.8
4	21.8	62.9
5	20.8	63.2

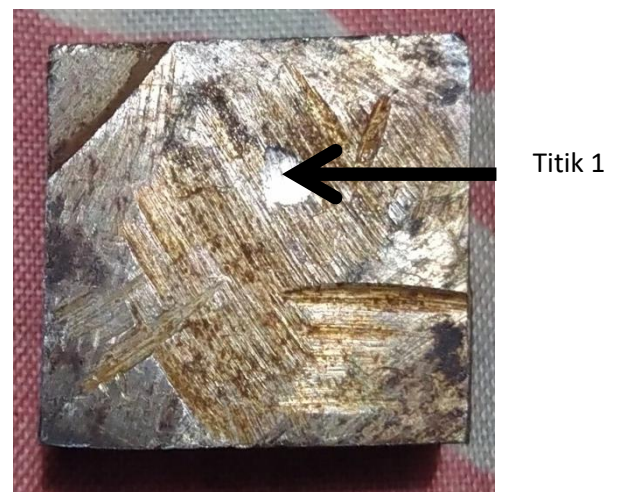


Gambar 8. Grafik Nilai kekerasan.

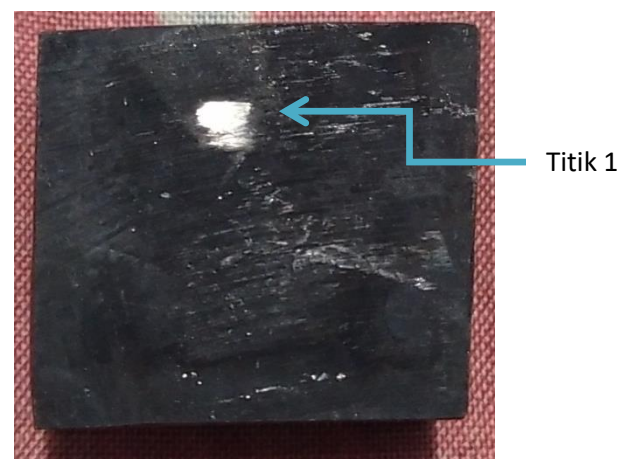
Dari grafik tersebut terlihat bahwa spesimen hasil Heat treatment dengan quenching media Oli memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan panas ( Heat treatment ). Nilai kekerasan ini hanya terjadi dipermukaan spesimen tersebut karena hanya dipanaskan pada bagian permukaannya. Nilai kekerasan yang paling tinggi berada pada titik 5, dimana titik 5 adalah titik depan spesimen yang diuji dengan nilai kekerasan 63.2 HRC,selanjutnya titik 1 dan titik 2 dimana titik tersebut berada disamping kanan dan tengah,dan titik 3, titik 4 dimana titik tersebut berada diatas kanan dan dibawah kiri, dengan nilai kekerasan pada titik 1 sebesar 21.2 HRC dan titik 2 sebesar 21.4 HRC dan titik 3 sebesar 21.6 HRC dan titik 5 sebesar 21.8 HRC. Dengan demikian nilai kekerasan paling tinggi berada pada titik 5 dengan nilai 63.2 HRC, adanya perbedaan nilai dari setiap-setiap titik dikarenakan pengaruh saat dilakukan Heat treatment, karena Heat treatment yang dilakukan dipermukaan material, sehingga pemanasan yang terjadi tidak merata.

### 3.2 Hasil Uji keausan

Pengujian keausan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai keausan spesifik yang ditanyakan dengan satuan mm<sup>2</sup>/kg. pada penelitian ini pengujian menggunakan Uji Keausan Ogoshi dimana benda uji digesekan dengan beban sebesar 3.16 kg dari cincin yang berputar dengan lama pengausan 1 menit. Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antara permukaan yang berulang-ulang dan pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan spesimen. Besarnya jejak permukaan dari spesimen yang tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Data hasil dari pengujian keausan dengan menggunakan alat Uji Keausan Ogoshi.



Gambar 9. Spesimen Uji Keausan (*Non Heat Treatment*)



Gambar 10. Spesimen Uji Keausan (*quenching oli*)

Untuk mengetahui prediksi laju keausan yang terjadi pada Carrier roller Excavator dapat menggunakan Hukum Archard Dimana : ( 9 )

$$V = K_D \times F \times s$$

Dimana :

V = Volume material yang hilang akibat keausan

K<sub>D</sub> = Koefisien keausan atau specific abrasion ( Tabel 2 & 3 )

F = Gaya reaksi pada komponen atau bahan

s = Jarak saat komponen bergesekan (sliding distance)

Sehingga untuk perhitungan specific abrasion yang sudah diketahui maka diambil nilai Tabel 2 & 3 dari masing-masing spesimen, untuk non heat treatment =  $3.981312 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{kg}$  ( Tabel 2 ) dan untuk quenching oli =  $1.5215548 \times 10^{-6}$ . ( Tabel 1 ) adalah sebagai berikut :

Perhitungan :

$K_D = \text{Non Heat Treatment}$  ( $3.981312 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{kg}$ ) ; Quenching Oli ( $1.5215548 \times 10^{-6}$ ). ( Tabel 1 )

F = 13.400 kg ( *Traction Force* ) Sumber : Catalog Hitachi.

$$s = 12.546 \frac{m}{day} = 12.546.000 \frac{mm}{day} . (9)$$

Untuk *Non Heat Treatment*

$$V = 3.98 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{kg} \times 13.400 \text{ kg} \times 12.546 \frac{mm}{day}$$

$$V = 669 \times 10^{-4} \frac{mm^3}{day}$$

Untuk *quenching Oli*

$$V = 1.52 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{kg} \times 13.400 \text{ kg} \times 12.546 \frac{mm}{day}$$

$$V = 255 \times 10^{-4} \frac{mm^3}{day}$$

Jadi Volume material yang hilang akibat keausan, paling besar adalah *Non Heat treatment* (  $669 \times 10^{-4} \frac{mm^3}{day}$  ) dibandingkan dengan *Quenching Oli* (  $255 \times 10^{-4} \frac{mm^3}{day}$  ).

#### 4. Kesimpulan

Hasil uji kekerasan nilai untuk material non heat treatment adalah 21.8 HRC, sedangkan material yang di heat treatment dengan quenching oli bernilai adalah 63.2 HRC sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan proses heat treatment menggunakan quenching oli dapat meningkat nilai kekerasan.

Hasil pengujian keausan Ogoshi didapatkan volume material yang hilang akibat keausan untuk material non heat treatment bernilai adalah  $669 \times 10^{-4} \text{ [mm]}^3 / \text{day}$  dan untuk material yang di heat treatment dengan quenching oli bernilai adalah  $255 \times 10^{-4} \text{ [mm]}^3 / \text{day}$  , yang menunjukkan spesimen dengan quenching oli lebih tahan terhadap keausan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Muhammad Sadat Hamzah, Muh.Iqbal 2008. Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Dengan Metode Carburizing. *Jurnal SMARtek*, Vol.6, No. 3, Agustus 2008 : 169 – 175.
2. Rochmad Eko Prasetyaning Utomo, Salahuddin Yunus, FX Kristianta 2016. Pengaruh Magnesium Terhadap Kekerasan Dan Ketahanan Aus Komposit Almunium 6061/nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dengan metode Stir Casting. Utomo, R. E. P., *Jurnal Rotor*, Edisi Khusus No. 2, Desember 2016. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Novi Andrianto, Sri Nugroho 2014. Karakterisasi Sifat Keausan Dan Ketahanan Korosi Material *Disc Refiner White Cast Iron* Dan *Stainless stell*. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, Vol. 2, No. 4, Tahun 2014.
4. Jati Hidayat 2011. Peningkatan Komponen *Undercarriage* Alat Berat, Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia
5. Drs. Buntatro, M.Pd. 1986 . Alat Berat & Sistem *Undercarriage* . Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
6. <https://docplayer.info/39329243-Bab-ii-dasar-teori-15.html>.
7. <https://docplayer.info/73029830-Makalah-pengetahuan-bahan-metode-pengujian-kekerasan.html>
8. Sriati Djaprie, Metalurgi Mekanik, edisi ketiga, jilid 1, Erlangga, 1993.
9. Sumar Hadi Suryo, Bambang Yuniato. 2018. Pengaruh kekuatan pada *Track Shoe* Excavator Menggunakan Pengujian *Abrasive Wear* dengan Metode Ogoshi Universal High Speed Testing. ROTASI-Vol.20, No.1, Januari 2018:5-15. Universitas Diponegoro.
10. <https://www.slideshare.net/BhimoKurniawan/diktat-pengujian-material>
11. Laboratorium Uji Departemen Teknik Metalurgi & Material., Universitas Indonesia
12. <https://www.slideshare.net/anggunandri/uji-kekerasan-36813612>
13. Chandler, Harry. "*Heat Treater's Guide Practices and Procedures For Iron and Steels*," 2th ed. ASM International, 1995.
14. Charles E. Bates, Southern Research Institue; George E. Totten, *Union Carbide Chemicals and Plastics Company Inc; Robert L. Brennan, E.F. Houghton & Company, Quenching of steel*.
15. Sumar Hadi Suryo, AP Bayuseno, Jamari, Hendrawan SH.2018. Analisa Kekuatan on *Track shoe* Excavator Menggunakan Abrasif Wear Pengujian Menggunakan Pin-on-Disk Cara. Sistem Inovatif Desain dan

