



## Analisis Perbandingan Nilai Suaian *Mounting Main Pin* pada *Bucket Hitachi EX3600 BU0052*

Sadat N. S. Sidabutar\*, Budha Maryanti dan Rahmat Tri Wahyudi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan, Jalan Pupuk Raya Balikpapan, Indonesia

\*Corresponding author email: [sidabutar.s.n.s@gmail.com](mailto:sidabutar.s.n.s@gmail.com)

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 4 Juli 2021  
 Direvisi: 14 Agustus 2021  
 Disetujui: 24 Agustus 2021  
 Tersedia online: 1 September 2021

### ABSTRACT

Material wear is one of the problems encountered considering the mounting main pin is used as a place to place the bushing which minimizes friction between the mounting main pin and the bucket pin. Giving an adjusted value to the mounting hole of the main pin is one of the more concerns in order to reduce maintenance costs and repair costs in order to increase the company's profit value. This research was conducted at PT. THIESS, Balikpapan Support Facilities which will be implemented in a period of approximately 3 months. This study uses data collection techniques including: literature study, observation, interviews, and documentation. The independent variables in this study are the number of samples as much as 1 main pin mounting hole (9 measurement points), the dependent variable is the comparison of the effect of the adjustment value on the efficiency of repair costs, and the control variable is measuring the percentage of wear and tear with an adjustment limit of  $-0.15\text{mm}$ . from the outer diameter of the bushing of  $200.34\text{ mm} - 200.39\text{ mm}$ . Based on the measurement data and calculation results on the efficiency of repair costs, it shows results of  $0.08\%$  and can save repair budget costs up to \$ 2,157.20. Thus, the comparison of the adjustment value that is still within the size tolerance limit will be able to save repair costs of \$ 2,157.20 compared to the custom value that has passed the size tolerance limit above  $200.20\text{ mm}$ . The highest percentage of wear occurs at points A1I.b worth  $47\%$  and the lowest percentage of wear occurs at points A1I.a, A1III.a, A1III.b, & A1III.c with a value of  $27\%$ . Meanwhile, the highest wear rate occurs at points A1I.a and A1I.b with a wear rate value of  $0.0000448934\text{ mm/hour}$  and the smallest wear rate occurs at points A1III.a & A1III.b with a wear rate value of  $0.000016835\text{ mm/hour}$ .

*Keywords: mounting main pin, wear rate, efficiency*

### ABSTRAK

Keausan material menjadi salah satu problem yang ditemui mengingat *mounting main pin* digunakan sebagai tempat peletakan *bushing* yang meminimalisir gesekan antara *mounting main pin* dengan *pin bucket*. Pemberian nilai suaian pada lubang *mounting main pin* menjadi salah satu perhatian lebih agar dapat menekan biaya perawatan maupun biaya perbaikan guna meningkatkan nilai *profit* perusahaan. Penelitian ini dilakukan di PT. THIESS, Balikpapan *Support Facilities* yang dilaksanakan dalam kurun waktu kurang lebih selama 3 bulan. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data diantaranya: studi literatur, observasi, interview, dan dokumentasi. Adapun variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah sampel sebanyak 1 lubang *mounting main pin* (9 titik pengukuran), variabel terikat perbandingan pengaruh besar nilai suaian terhadap efisiensi *repair cost*, dan variabel kontrol pengukuran persentase keausan dan laju keausan dengan limit suaian sebesar  $-0,15\text{mm}$  dari diameter luar *bushing* sebesar  $200,34\text{ mm} - 200,39\text{ mm}$ . Berdasarkan data pengukuran dan hasil perhitungan pada efisiensi biaya perbaikan menunjukkan hasil sebesar  $0,08\%$  dan dapat menghemat biaya anggaran perbaikan hingga \$2,157.20. Dengan demikian, perbandingan nilai suaian yang masih berada dalam limit toleransi ukuran akan dapat menghemat biaya perbaikan sebesar \$2,157.20 dibandingkan dengan nilai suaian yang telah melewati limit toleransi ukuran diatas  $200,20\text{ mm}$ . Persentase keausan tertinggi terjadi pada titik A1I.b senilai  $47\%$  dan persentase keausan terendah terjadi pada titik A1I.a, A1III.a, A1III.b, & A1III.c dengan nilai  $27\%$ . Sedangkan untuk laju keausan tertinggi terjadi pada titik A1I.a dan A1I.b dengan nilai laju keausan sebesar  $0,0000448934\text{ mm/jam}$  dan laju keausan terkecil terjadi pada titik A1III.a & A1III.b dengan nilai laju keausan sebesar  $0,000016835\text{ mm/jam}$

DOI: 10.26905/jtmt.v17i2.6571

Kata Kunci: *mounting main pin*, laju keausan, efisiensi

## 1. Pendahuluan

*Bucket* HITACHI EX3600 BU0052 merupakan salah satu unit primer yang selalu digunakan pada setiap proses pertambangan di PT. THIESS. Salah satu komponen yang mendukung agar *bucket* HITACHI EX3600 BU0052 dapat berperan aktif diantaranya adalah *mounting main pin*. *Mounting main pin* berfungsi sebagai *housing bushing* yang nantinya akan digunakan sebagai tempat peletakan *bushing* untuk meredam getaran yang terjadi selama *bucket* beroperasi antara *pin* dan *mounting main pin*. Pada komponen *mounting main pin* ini rentan terhadap kerusakan apabila dalam proses *repair* tidak sesuai dengan *manual book* dan *system maintenance*.

Selain itu *mounting main pin* harus sesuai dengan *scheduling maintenance*, *standard repair procedure*, perhitungan nilai suaian yang tepat serta efisiensi kerja yang maksimal guna meningkatkan produksi perusahaan dan menekan *cost* untuk perawatan, mengingat *bucket* HITACHI EX3600 BU0052 adalah salah satu unit yang bekerja keras di dalam perusahaan penyedia jasa pertambangan. Suaian menjadi *critical point* yang harus mendapatkan perhatian lebih di dalam perhitungannya.

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas maka tujuan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui pengaruh perbandingan besar nilai suaian yang masih berada dalam limit toleransi ukuran dengan nilai suaian yang telah melewati limit toleransi ukuran pada lubang *mounting main pin bucket* EX3600 BU0052 terhadap efisiensi biaya perbaikan / *repair cost* yang di lakukan di PT. THIESS, dan untuk mengetahui berapa besar persentase keausan dan laju keausan *mounting main pin bucket* EX3600 BU0052 dalam waktu operasional selama kurang lebih 3 bulan yang di *repair* di PT. THIESS.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan Februari sampai bulan April 2021 di *workshop* Balikpapan *Fabrication Shop* PT. THIESS yang terletak di Jalan Mulawarman no 01, Batakan, Manggar, Balikpapan. Objek penelitian ini difokuskan pada perbandingan nilai suaian yang diberikan pada *mounting main pin bucket* HITACHI EX3600 BU0052 yang akan berpengaruh terhadap efisiensi kerja, performa, produksi, serta biaya perbaikan yang dialami oleh *bucket* tersebut.

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. *Study Literature*, Menggunakan *service manual book* HITACHI tentang besar dimensi dari *bushing*, buku referensi modul *Training department* yang berhubungan tentang *Majors repair and fabrication*.
2. Metode Observasi, melaksanakan pengamatan pada *Inspection sheet* yang selalu dibuat sebelum dan sesudah pekerjaan *repair bucket* oleh.
3. *Interview*, Bertanya dan diskusi kepada pihak terkait/teknisi/karyawan untuk membantumengumpulkan berbagai macam prosedur serta langkah-langkah pengumpulandata guna dijadikan sebagai bahan materi.
4. Dokumentasi, Mengumpulkan berbagai foto yang telah didokumentasikan sebagai penunjang dalam pengumpulan data.

### 2.1 Bucket HITACHI EX3600

*Bucket* merupakan salah satu komponen excavator yang berfungsi untuk sebagai alat keruk atau alat penggali. Bentuk *bucket* seperti keranjang yang memiliki jari-jari seperti garpu

untuk mempermudah proses akskavasi atau penggalian. *Bucket* HITACHI EX 3600 adalah salah satu komponen vital dalam industri pertambangan khususnya di PT. THIESS. Peranan *bucket* atau bisa juga di sebut sebagai *backhoe* ini adalah sebagai alat muat untuk memindahkan material (tanah penutup dan batubara) dari lahan penambangan ke dalam alat angkut yang akan membawa material ke *dumping point* atau tempat penimbunan material.



Gambar 1 Bucket HITACHI EX3600 [5]

*Mounting main pin* atau yang biasa di sebut *ear pivot* merupakan salah satu komponen struktur *bucket* yang di gunakan sebagai tempat peletakan *bushing* yang berguna untuk meredam getaran/gesekkan yang terjadi antara *pin* dengan *mounting main pin bucket*. Material yang digunakan untuk *mounting main pin* ini adalah *Bisplate 80* yang merupakan plat baja paduan rendah dengan kekuatan *yield strength* (tegangan luluh) tiga kali lipat dari baja karbon, ketangguhan takik, dan sifat mampu las yang sangat baik. *Bisplate 80* dipilih karena memiliki karakteristik material yang sangat cocok untuk struktural *bucket* dimana material tersebut harus bisa menerima tegangan yang cukup besar dari pergerakan *bucket*, tidak terlalu getas dan tidak juga terlalu lunak. Spesifikasi *mounting main pin*, sebagai berikut :

1. Bahan *mounting main pin Bisplate 80*
2. *Mounting main pin* memiliki tebal 80 mm

Berjumlah 4 bagian, dengan fungsi sebagai tempat peletakan *bushing*.



Gambar 2 Mounting main pin

### 2.2 Prinsip kerja bucket

Fungsi *bucket* adalah untuk proses akskavasi atau penggalian. Untuk lebih jelasnya berikut fungsi *bucket* [9]:

1. Untuk proses penggalian tanah (*digging*).

2. Untuk memuat material (*loading*).
3. Untuk proses pembuatan kemiringan (*sloping*).
4. Untuk proses pemecahan atau penghancuran material seperti batu, bangunan, dan lain sebagainya.
5. Untuk proses meratakan permukaan.
6. Untuk pemindahan material.

### 2.3 Mounting main pin

*Mounting main pin* merupakan komponen dari *bucket* yang menerima beban dan memiliki intensitas kerja yang cukup tinggi.

Komponen *mounting main pin (assembly)*

1. *Mounting main pin* merupakan suatu lubang tempat meletakkan *bushing slider*.
2. *Bushing slider* adalah salah satu komponen dari *bucket* yang berfungsi sebagai bantalan untuk meredam getaran yang terjadi antara *pin* dan *mounting main pin* selama *bucket* beroperasi.
3. *Pin* adalah komponen yang menghubungkan antara *mounting main pin* dengan *cylinder hoist* yang nantinya akan bekerja sebagai penggerak *bucket*. *Pin excavator* berbahan utama baja *Alloy Steel 4130* atau *4140 chromium molybdenum steels*, kandungan *chrome* yang tahan karat serta kemampuannya untuk di keraskan sementara *molybdenum* jugamenambah kekuatan serta kekerasan baja *Alloy Steel 4140*.

### 2.4 Suaian

Suaian atau *fits* merupakan dua bagian dari golongan benda lubang dan poros yang mempunyai satu ukuran dasar yang sama dan di pasangkan. Dalam hal ini ada 3 jenis suaian, sebagai berikut:

#### a. Suaian longgar (*clearence fits*)

Suaian merupakan suaian yang diberikan terhadap benda dengan ukuran lubang yang lebih longgar (*clearences*) jika dibandingkan dengan poros

#### b. Suaian sesak/paksa (*interferences fits*)

Suaian yang menggunakan ukuran diameter poros yang lebih besar jika dibandingkan dengan ukuran diameter lubang. Suaian jenis ini biasanya menggunakan *hidraulic press* untuk memasangkan poros dengan lubang.

#### c. Suaian transisi (*transition fits*)

Merupakan suaian yang tak tentu, bisa jadi suaian sesak atau suaian longgar. Tergantung pada hasil benda kerja yang dibuat.

**Tabel 1.** Besar dimensi *bushing* yang di berikan oleh Hitachi *workshop manuals*.

Link/Bucket	Pin O.D.	170	-0,1
	Bushing I.D.	170	+0,5
Link/Bucket	Bushing O.D.	200	+0,39
	Bushing I.D.	200	+0,35

**Tabel 2.** Nilai suaian H7, dengan batas atas +46 μm / +0,046 mm dan batas bawah ukuran 0 [7].

Ukuran Nomin	H1	D1	E9	H9	JS	N	P9	E8	F8	H	F	G	H7
al	+29	-	+21	+11	+5	0	-50	+17	+12	+7	+9	+6	+46
(mm)	0	355	5	5	7			2	2	2	6	1	
<180-	0	-	+10	0		-	-165	+10	+50	0	+5	+1	0
250		170	0			11	5	0			0	5	

### 2.5 Perhitungan nilai suaian

Pada proses *repair line boring* pemberian nilai suaian menjadi perhatian lebih, dimana besar nilai suaian yang nantinya akan menjadi faktor penentu keberhasilan proses *repair line boring* itu sendiri. Pada penelitian ini menggunakan sistem suaian sesak sesuai dengan standart (panduan *standard repair SOC / Service on Condition* dari PT. THIESS) pemberian nilai suaian H7 yaitu yang berkisar antara -0,25 mm hingga -0,30 mm dari diameter luar *bushing*, yang berkisar antara 200,35 mm hingga 200,39 mm.

Dari hasil pengukuran yang didapatkan masih berupa ukuran milimeter sehingga diperlukan rumus ini untuk menentukan berapa persen (%) keausan *mounting main pin* [1]:

$$Vn = \frac{std - act}{std - limit} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

*yn* = Persentase keausan (%)

*std* = Ukuran standar (mm)

*act* = Hasil pengukuran *actual* (mm)

*lmt* = Batas limit keausan (mm)

Keausan adalah penguraian ketebalan permukaan akibat gesekan yang terjadi pada pembebanan dan gerakan. Keausan umumnya dianalogikan sebagai hilangnya materi sebagai akibat interaksi mekanik dua permukaan yang bergerak *slidding* dan dibebani. Ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika dua permukaan saling bergesekan, maka akan ada keausan atau berpindah material yang terjadi antara dua benda yang saling bergesekan. Keausan yang terjadi pada suatu bahan disebabkan oleh iklim dan oleh beberapa batas yang bergeser termasuk bahan, iklim, kondisi kerja, dan perhitungan permukaan benda yang terjadi.

Berikut rumus menghitung laju keausan *mounting main pin*:

$$i = \frac{t_1 - t_0}{HM} \quad (2)$$

Dimana:

*i* = Laju keausan (mm/jam)

*t1* = Tebal akhir (mm)

*t0* = Tebal awal (mm)

HM = *Hoursmeters* (jam)

Efisiensi biaya pemeliharaan/perbaikan mesin dilakukan untuk menjaga kondisi mesin dan sarana produksi tetap berada dalam kondisi yang baik sehingga dapat beroperasi

secara optimal dan menghindari kemungkinan-kemungkinan terjadinya kerusakan yang dapat menghambat proses produksi.

Menghitung efisiensi biaya pemeliharaan/perbaikan mesin, sebagai berikut:

$$E = \frac{AB - RB}{AB} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana :

E= Efisiensi

AB = Anggaran biaya.

RB = Realisasi biaya (biaya yang dipakai).

## 2.6 Alat dan bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan selama proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Micrometer wrench*
- b. Alat Ukur (*Outside micrometer*),
- c. Alat pelindung diri.
- d. Tisu *Wypall*
- e. *Bore Gauge*.
- f. *Vernier Caliper* (Jangka sorong)
- g. Jangka Dalam.

## 2.7 Prosedur penelitian

Pada prosedur pengujian ini ada beberapa hal yang harus disiapkan antara lain peralatan kerja, alat pelindung diri surat ijin kerja (*job safety environmental and employee analysis*). Setelah persiapan tersebut sudah lengkap dan dilakukan maka prosedur pengujian dapat dijalankan.

- a. Persiapan Alat ukur

Untuk melakukan persiapan *setting outside micrometer* alat-alat yang di butuhkan antara lain adalah:

1. *Micrometer wrench*, kunci ini di pakai untuk memutar skala utama agar dapat lurus terhadap skala nonius.
2. *Micrometer setting rod* adalah batang khusus yang mempunyai dimensi yang pas sesuai dengan yang tertera. Fungsinya sebagai patokan kalibrasi *outside micrometer*. Alat ini diperlukan khusus untuk *outside micrometer* dengan ketelitian di atas 0 -25 mm.

- b. Proses *repair line boring*



**Gambar 3** Proses melepas bracket liner boring

Pada proses pertama dari *repair mounting main pin* ini adalah proses pengelasan atau *build up* lubang yang mengalami keausan. Proses pengelasan ini dilakukan dengan proses FCAW atau *Flux Cored Arc Welding*. *Flux cored arc welding* atau las busur berinti *Flux*, yaitu proses yang menggunakan elektroda Solid dan *tubular* yang diumpukan secara terus-menerus dari sebuah gulungan. FCAW menggunakan elektroda dimana terdapat serbuk *Flux* didalam batangnya. Butiran-butiran dalam inti kawat ini menghasilkan sebagian atau semua gas pelindung yang diperlukan.

Setelah proses *build up* selesai maka akan di lanjutkan dengan proses pemasangan *bracket line boring*, sebagai berikut:

1. Persiapan *bracket line boring*
2. Melakukan *tack weld bracket* pada struktur *bucket*
3. Mencari titik *centre* lubang yang telah selesai *build up*
4. Proses pemasangan mesin *line boring*
5. Proses pengerjaan *line boring*.



**Gambar 4** Proses pemasangan *bracket line boring*



**Gambar 5** Lubang hasil repair yang telah selesai

Selanjutnya adalah proses pengupasan material *build up* dengan proses *line boring*, dengan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Lakukan pengupasan pada lubang pertama untuk membersihkan sisa material *build up* yang masih kasar.
2. Jika sudah mendapatkan permukaan yang cukup halus selanjutnyalakukan proses yang sama dengan mengubah posisi pahat.
3. Lakukan pengukuran dengan menggunakan jangka dalam, lalu ukur dengan *vernier caliper*.

4. Sesuaikan penempatan pahat sesuai dengan tebal pemakanan pada proses pengupasan selanjutnya.
5. Lakukan secara berulang hingga mencapai ukuran yang ingin dituju yaitu 200 mm H7.

2.8 Variabel penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel yaitu sebagai berikut:

- a. Variabel bebas penelitian ini adalah 1 sampel ( 9 titik pengukuran dimensi) lubang *mounting main pin* dari jumlah total 4 *mounting main pin* (2 kiri dan 2 kanan) dalam 1 unit *bucket* yang sama.
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perbandingan besar nilai suaian yang masih berada pada limit toleransi

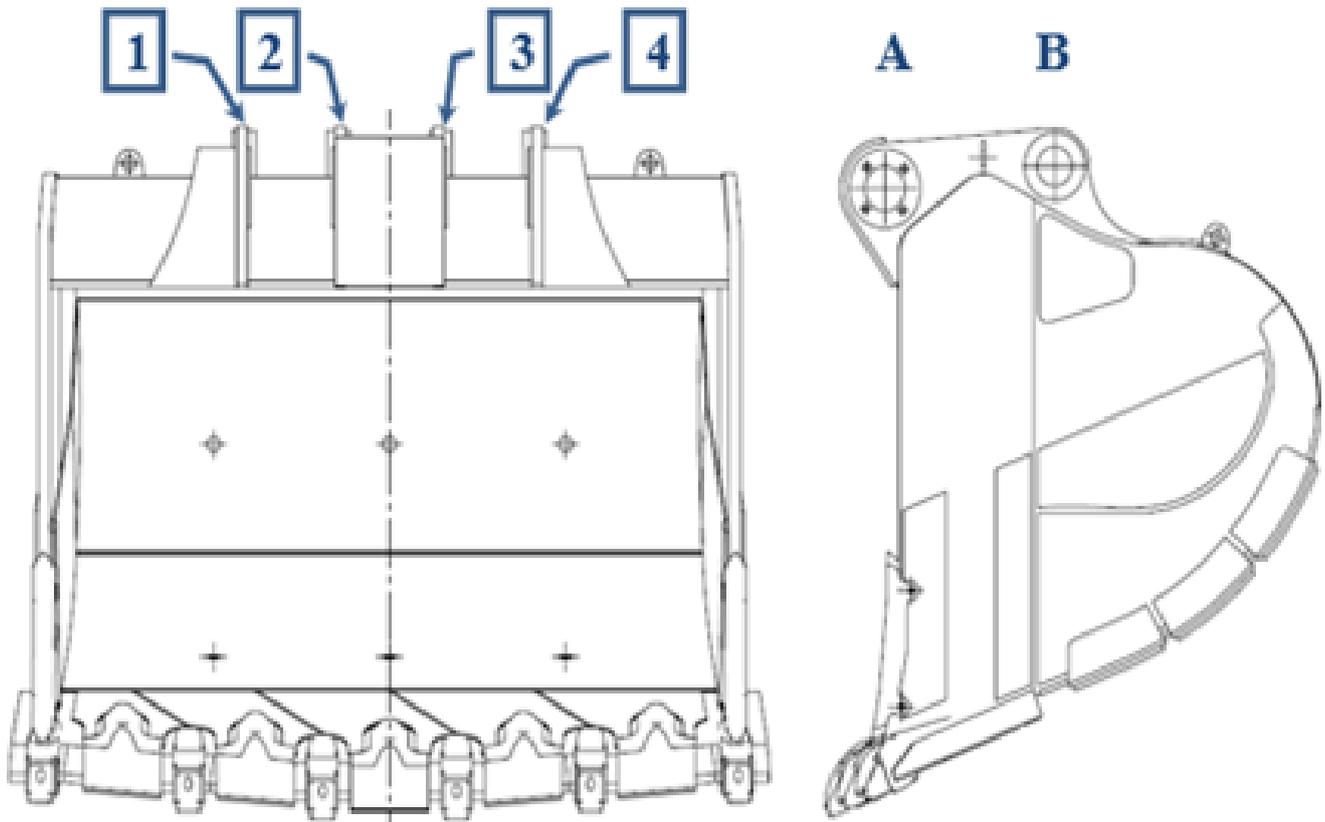
ukuran dan nilai suaian yang melewati limit toleransi ukuran pada diameter *mounting main pin* terhadap efisiensi biaya perbaikan *bucket*.

- c. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah pengukuran persentase keausan dan laju keausan dengan limit suaian maksimal -0,15 mm dari diameter *bushing*.

3. Hasil dan Pembahasan

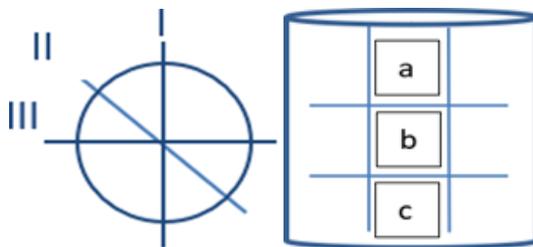
3.1. Data penelitian

Pengukuran pada *mounting main pin* dengan 9 titik pengukuran dalam 1 lubang *mounting main pin* untuk mengetahui persentase keausan dan laju keausan yang terjadi pada lubang *mounting main pin* sebagai berikut :



Gambar 6. Pembagian sumbu pengukuran

Pada gambar 6. di atas terdapat pengukuran 4 lubang *mounting main pin* yang terdiri dari 2 bagian kanan dan 2 bagian kiri. Ditunjukkan juga bagian *mounting main pin* dan *mounting secondary pin* yang ditandai dengan abjad A dan B. Selanjutnya, lubang no. 1 dibagi kembali menjadi 9 bagian atau titik pengukuran yang ditandai dengan bilangan romawi I, II, dan III untuk menandai arah atau sumbu dari pengukuran tersebut antara lain, vertikal, horizontal, dan diagonal. Pembagian titik juga dilakukan untuk menandai area pengukuran menjadi 3 bagian dengan abjad a, b, dan c untuk menandai area pengukuran depan, tengah, dan belakang.



Gambar 7 Pembagian titik pengukuran

TRANSMISI Volume 17 Nomor 2 2021

Berikut hasil pengukuran pada pembagian setiap titik:

**Tabel 3.** Data pengukuran *bushing* dan *mounting main pin* saat perbaikan pertama.

Item	Outside Diameter (mm)		Remarks	Item	Inside Diameter (mm)			Remarks
	Standard	Actual			Standard	Limits	Actual	
A1	200,35-200,39	200,35	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,27	<b>Repair</b>
A2	200,35-200,39	200,34	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,26	<b>Repair</b>
A3	200,35-200,39	200,35	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,26	<b>Repair</b>
A4	200,35-200,39	200,36	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,28	<b>Repair</b>

**Tabel 4.** Data pengukuran tiap bagian dalam 1 *mounting main pin* saat perbaikan pertama

Hole								
Item	OEM Specs	Before			After			Remarks
		I	II	III	I	II	III	
A1.a	200,05	200,27	200,25	200,26	200,03	200,05	200,06	<b>Ok</b>
A1.b	200,05	200,25	200,25	200,25	200,04	200,05	200,06	<b>Ok</b>
A1.c	200,05	200,28	200,26	200,24	200,03	200,04	200,05	<b>Ok</b>

**Tabel 5.** Data pengukuran *bushing* dan *mounting main pin* pada perbaikan kedua.

Bushing			Hole					
Item	Outside Diameter		Remarks	Item	Inside Diameter			Remarks
	Standard	Actual			Standard	Limits	Actual	
A1	200,35-200,39	200,35	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,11	<b>Ok</b>
A2	200,35-200,39	200,36	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,10	<b>Ok</b>
A3	200,35-200,39	200,36	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,15	<b>Ok</b>
A4	200,35-200,39	200,35	<b>Ok</b>		200,05	200,20	200,12	<b>Ok</b>

**Tabel 6** Data pengukuran tiap bagian dalam 1 *mounting main pin* saat perbaikan kedua

Hole								
Item	OEM specs	Before			After			Remarks
		I	II	III	I	II	III	
A1.a	200,05	200,03	200,05	200,06	200,11	200,09	200,09	<b>Ok</b>
A1.b	200,05	200,04	200,05	200,06	200,12	200,10	200,09	<b>Ok</b>
A1.c	200,05	200,03	200,04	200,05	200,10	200,10	200,09	<b>Ok</b>

## TRANSMISI Volume 17 Nomor 2 2021

Pada tabel 3 & 4 menampilkan data ukuran saat perbaikan pertama. Sedangkan pada tabel 5 & 6 menampilkan data pengukuran saat perbaikan kedua atau pada saat *bucket* mendapat *schedule repair* kembali, yaitu antara lain ukuran aktual *bushing* baru yang akan di pasang, ukuran standar lubang, ukuran limit lubang, ukuran aktual lubang, serta tindakan yang harus dilakukan setelah pengecekan ukuran. Selanjutnya, untuk menghitung laju keausan dengan pengambilan data waktu operasional unit terhitung sejak tanggal 5 Februari hingga 27 April 2021, dengan jumlah total

81 hari dan 22 jam operasional dalam 1 hari sehingga di dapatkan HM sebesar 1.782 jam.

### 3.2. Analisis perhitungan

Dalam penelitian ini Peneliti menghitung persentase keausan serta laju keausan yang dialami *mounting main pin* dengan sampel 1 lubang *mounting main pin* sebagai berikut :

**Tabel 7** Hasil perhitungan persentase keausan

No	Titik	Std (mm)	Limit(mm)	Actual(mm)	Std Act (mm)	Std Limit(mm)	Yn	Persentase (%)
1	AII.a	200.05	200.2	200.11	-0.06	-0.15	0.4	40%
2	AII.b	200.05	200.2	200.12	-0.07	-0.15	0.466667	47%
3	AII.c	200.05	200.2	200.10	-0.05	-0.15	0.333333	33%
4	AIII.a	200.05	200.2	200.09	-0.04	-0.15	0.266667	27%
5	AIII.b	200.05	200.2	200.10	-0.05	-0.15	0.333333	33%
6	AIII.c	200.05	200.2	200.10	-0.05	-0.15	0.333333	33%
7	AIII.a	200.05	200.2	200.09	-0.04	-0.15	0.266667	27%
8	AIII.b	200.05	200.2	200.09	-0.04	-0.15	0.266667	27%
9	AIII.c	200.05	200.2	200.09	-0.04	-0.15	0.266667	27%

**Tabel 8** Hasil perhitungan laju keausan

No	Titik	t1 (mm)	t0 (mm)	Hm (jam)	t1-t0 (mm)	I (mm/jam)
1	AII.a	200.11	200.03	1782	0.08	$4,48934 \times 10^{-5}$
2	AII.b	200.12	200.04	1782	0.08	$4,48934 \times 10^{-5}$
3	AII.c	200.10	200.03	1782	0.07	$3,92817 \times 10^{-5}$
4	AIII.a	200.09	200.05	1782	0.04	$2,24467 \times 10^{-5}$
5	AIII.b	200.10	200.05	1782	0.05	$2,28058 \times 10^{-5}$
6	AIII.c	200.10	200.04	1782	0.06	$3,3670 \times 10^{-5}$
7	AIII.a	200.09	200.06	1782	0.03	$1,6835 \times 10^{-5}$
8	AIII.b	200.09	200.06	1782	0.03	$1,6835 \times 10^{-5}$
9	AIII.c	200.09	200.05	1782	0.04	$2,24467 \times 10^{-5}$

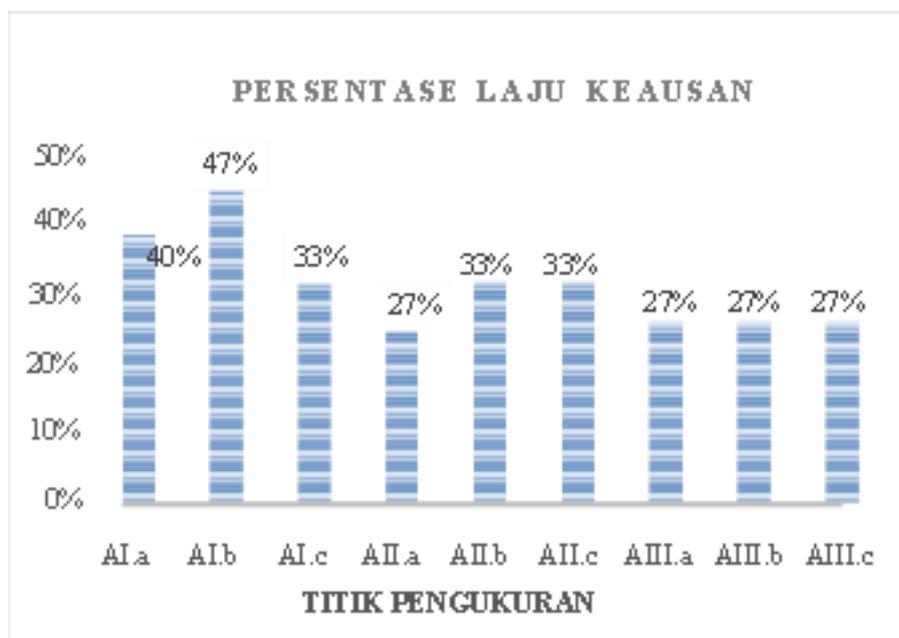
Pada tabel 7 dapat dilihat bahwa titik dengan persentase tertinggi terjadi pada titik AII.b dengan persentase 47%, lalu untuk persentase keausan terendah terjadi pada titik AII.a, AIII.a, AIII.b, dan AIII.c dengan persentase keausan 27%. Sedangkan pada tabel 8 menampilkan data perhitungan laju keausan yang dilakukan pada 1 sampel lubang

*mounting main pin* dengan laju keausan tertinggi terjadi pada titik AII.a dan AII.b dengan laju keausan sebesar  $0,0000448934$  mm/jam dan laju keausan terkecil terjadi pada titik AIII.a dan AIII.b dengan nilai laju keausan sebesar  $0,000016835$ mm/jam.

Berdasarkan *manual book* dan PM-SOC (*Preventive maintenance – Service Onconditions*) PT. THIESS, serta hasil pengukuran dan pengamatan yang di lakukan di lapangan,

limit diameter lubang *mounting main pin* yang di perbolehkan adalah sebesar 200,20 mm. Pada pengukuran ini Peneliti mengukur *mounting main pin* yang telah beroperasi selama 1.782 jam dengan persentase keausan tertinggi sebesar 47% pada titik AII.b (*vertical*) senilai 0,07 mm. Selama jam operasional yang telah dilewati oleh unit EX3600 BU0052, *mounting main pin* masih layak di gunakan untuk pemasangan

*bushing* kembali dan tidak memerlukan proses *repair line boring* karena ukuran *mounting main pin* belum melewati batas *limit* ukuran yang ditetapkan oleh PM-SOC PT. THIESS. Setiap unit memiliki sistem *maintenance* yang disebut dengan *preventive maintenance* setiap 4000 jam operasi unit.



Gambar 8 Grafik persentase laju keausan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran dapat dilihat pada diagram (gambar 8) persentase keausan dan besar laju keausan yang terjadi pada sampel lubang *mounting main pin* dengan jumlah 9 titik pengukuran yang berbeda. Berdasarkan gambar 6 didapatkan bahwa persentase keausan terbesar terjadi pada titik AII.b dengan nilai keausan sebesar 0,07 mm dengan persentase 47% dari total limit yang di perbolehkan sebesar 200,20 mm atau 100% dari ukuran standar 200,05 mm. Sedangkan untuk persentase keausan terkecil terjadi pada beberapa titik, antara lain yaitu AIII.a, AIII.d, dan AIII.e yaitu dengan persentase sebesar 27% dan nilai keausan sebesar 0,04 mm.

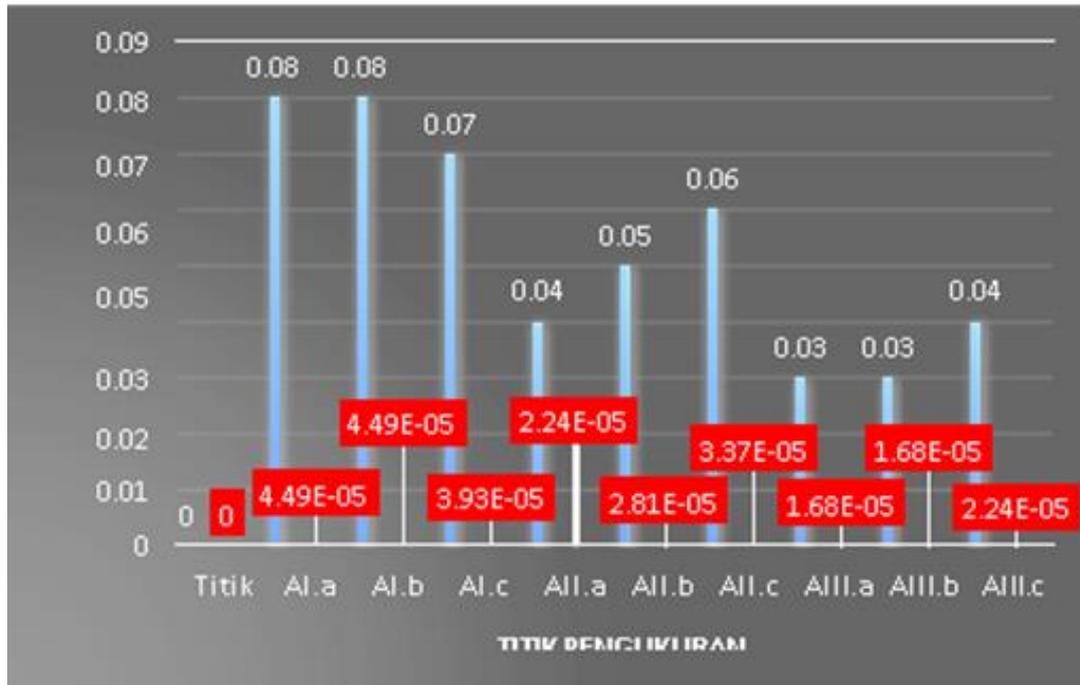
Berdasarkan pengukuran dan perhitungan, maka didapatkan bahwa laju keausan terbesar terjadi pada titik AII.a dan AII.b dengan nilai laju keausan sebesar 0,0000448934 mm/jam dan laju keausan terkecil terjadi pada titik AIII.a dan AIII.b dengan nilai laju keausan sebesar 0,000016835 mm/jam, dalam masa operasi *bucket* selama 1.782 jam.

Terdapat beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap keausan atau *defect* yang terjadi pada *mounting main pin*, sebagai berikut :

1. Perilaku manusia, kebiasaan atau *habit* dari operator

yang kurang memperhatikan *SOP* unit. Sebagai contoh pemindahan material *OB* yang seharusnya tidak diperbolehkan untuk dipindahkan dengan cara *swing* atau mengayunkan *bucket* untuk meratakan material.

2. Kondisi *cylinder bucket*, terdapat kebocoran pada salah satu *cylinder* yang mengakibatkan pembagian beban pada *mounting main pin* yang tidak seimbang dan akhirnya menyebabkan keausan.
3. Terjadi kerusakan pada *seal dust*, terjadinya kerusakan pada *seal dust* dapat mengakibatkan masuknya material seperti debu, tanah, atau bahkan batu bara yang dapat mengakibatkan terganggunya sistem *greasing* atau pelumasan antara *bushing* dengan *pin bucket*.
4. Sistem *greasing* yang terganggu, sistem *greasing* menjadi sistem yang sangat penting ketika *bucket* beroperasi guna memberikan lubrikasi terhadap *bushing* dan *pin bucket*. Disaat terjadi keterlambatan *greasing* pada *bushing*, maka dapat mengakibatkan terjadi gesekan berlebih antara *bushing* dan *pin bucket* sehingga terjadi keausan pada *bushing* yang tentu juga akan berdampak pada *mounting main pin* atau *ear pivot bucket*.



Gambar 9 Diagram besar laju keausan

Selain mengetahui persentase keausan dan laju keausan, dilakukan perhitungan anggaran biaya perbaikan unit *bucket* EX3600 BU0052, sebagai berikut :

Tabel 9 Realisasi anggaran biaya perbaikan *bucket*

No	Description	TCI Fab Shop Rebuild
<b>TCI Fab Shop Rebuild Bucket</b>		
1	Job Preparation	\$ 195,00
2	Remove and Replace Internal Wear Package	\$ 23.420,64
3	Remove and Replace External Wear Package	\$ 9.678,44
4	Remove and Replacement Adapter	\$ 15.037,71
5	Remove and Replacement GET (Lip Shroud, Heel Shroud, Wing shroud)	\$ 30.135,51
6	Install Bushing	\$ 6.445,90
7	Repainting	\$ 749,70

Dalam perbaikan unit *bucket* HITACHI EX3600 ini, departemen *Fabrication shop* memberikan anggaran dana sebesar \$93,505.81 dan tabel di atas merupakan realisasi biaya perbaikan yang dilakukan setelah *bucket* beroperasi selama 1.782 jam. Dari data tersebut maka perhitungan efisiensinya adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\$93,505.81 - \$85,662.90}{\$93,505.81} \times 100\% = 0,08\%$$

Hasil dari perhitungan efisiensi biaya perbaikan *bucket* menunjukkan nilai persentase yang terbilang kecil dalam persentase namun dapat memotong biaya realisasi perbaikan hingga \$2,157.20. Dengan hasil tersebut maka dalam 1 periode perbaikan selama 1.782 jam masa operasional unit,

biaya *maintenance* lubang *mounting main pin* dapat dikatakan cukup efisien dikarenakan nilai suaian yang masih berada di dalam limit ukuran sehingga tidak memerlukan proses *repair line boring*. Perbandingan nilai suaian yang masih berada pada limit ukuran toleransi yaitu dibawah 0,20 mm dari diameter *mounting main pin* sebesar 200 mm atau nilai suaian yang masih berada dibawah - 0,15 mm dari diameter luar *bushing* yang berkisar antara 200,34 mm hingga 200,39 mm, maka *mounting main pin* tersebut tidak memerlukan proses perbaikan *line boring* sehingga dapat mengurangi biaya perbaikan yang harus dilakukan. Jika nilai suaian sudah berada diatas nominal tersebut diatas, maka harus dilakukan proses *repair line boring* untuk menyesuaikan kembali pemberian nilai suaian.

#### 4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini Peneliti menyimpulkan bahwa:

1. Pengaruh nilai suaian yang masih berada pada limit toleransi ukuran di bawah 200,20 mm akan menghasilkan efisiensi biaya perbaikan *bucket* sebesar 0,08%. Merupakan hasil yang terbilang kecil dalam persentase, namun dapat memotong biaya realisasi hingga \$2,157.20
2. Persentase keausan terbesar terjadi pada titik AII.b dengan nilai keausan sebesar 0,07 mm dengan persentase 47% dari total limit yang di perbolehkan sebesar 200,20 mm atau 100% dari ukuran standar 200,05 mm. Untuk persentase keausan terkecil terjadi pada beberapa titik, antara lain yaitu AII.a, AIII.a, AIII.b, dan AIII.c yaitu dengan persentase sebesar 27% dan nilai keausan sebesar 0,04 mm. Laju keausan tertinggi terjadi pada titik AII.a dan AII.b dengan nilai laju keausan sebesar 0,0000448934 mm/jam dan laju keausan terkecil terjadi pada titik AIII.a & AIII.b dengan nilai laju keausan sebesar 0,000016835 mm/jam, dalam masa operasi *bucket* selama 1.782 jam.

3. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa semakin tepat atau presisi nilai suaian sesuai dengan standar *PM-SOC* maka akan semakin efisien biaya perbaikan (*maintenance*) yang harus dikeluarkan, artinya nilai suaian berbanding lurus dengan biaya perbaikan atau *repair cost*.

## Referensi

- [1] M. D. Sambuari dan S. N. S. Sidabutar, "Analisa Umur Pakai Idler baru dan Idler Rekondisi Unit Cat D7g," *Transmisi*, vol. 13, no. 1, pp. 103–112, 2017.
- [2] E. Sutoyo, "Analisis Dimensi Dan Toleransi Pada Proses Rekondisi Silinder Hidrolik *Arm Excavator*." vol. 3, no. 1, 2017.
- [3] G. I. Santoso, H. Hasan, and S. D. Devy, "Studi Kesesuaian Alat Muat Dan Alat Angkut Dalam Upaya Mengoptimasi Pengupasan Tanah Penutup (*Overburden*) Di Pit Bendili PT. Kaltim Prima *CoalSangatta* Kabupaten Kutai Timur Kalimantan Timur" vol. 5, no. 1, pp. 27–33, 2017.
- [4] A. Liemin, A. Anshariah, and H. Bakri, "Evaluasi Produksi *Overburden* Pada *Front Kerja Excavator Hitachi Shovel*," *J. Geomine*, vol. 6, no. 1, pp. 6–10, 2018, doi: 10.33536/jg.v6i1.177.
- [5] [www.google.com](http://www.google.com) "*west-track, Excavator Arm: Proses manufaktur dan pemilihan material, TradeEarth movers, Didin lubis centre: wordpress, Autoexpose, mini physics*". [Diakses pada 15 April, 2021].
- [6] Anonim. "*FRONT ATTACHMENT / Bushing and Point FRONT ATTACHMENT / Bushing and Point W4-3-7*," pp. 6–7. Jakarta: PT. HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY INDONESIA. 2021.
- [7] Anonim. "*Service on Condition Fits Table*". Balikpapan: PT. THIESS CONTRACTORS INDONESIA. 2021.
- [8] "Dokumen Gambar Pribadi-dikonversi.pdf."
- [9] <https://www.forumalatberat.com/2020/04/fungsi-komponen-dan-cara-kerja-excavator.html>