

## KARAKTERISTIK BAHAN *INNER RACE* PADA *CONSTANT VELOCITY JOINT TANK SCORPION 90 MM*

A Riadi Siregar<sup>1</sup>, Jumiadi<sup>2</sup>, Ardiyanto<sup>3</sup>

### Abstraksi

Penelitian tentang bahan untuk *constant velocity joint* yang digunakan dalam kendaraan tempur *Tank Scorpion 90 mm* memerlukan ketahanan maupun kekuatan yang tinggi terutama terhadap kekerasan, dan ketahanan ausnya, dikarenakan kondisi kerja mengalami pada putaran kejut yang tinggi dan *fluktuatif* pada saat kendaraan berjalan di medan datar dan berbelok. Penelitian ini dimaksud mengidentifikasi karakteristik bahan pada *constant velocity joint* kendaraan tempur *Tank Scorpion 90 mm* khususnya pada bagian *inner race* yang berhubungan dengan komposisi kimia, *struktur mikro*, kekerasan, ketahanan aus dan tegangan bahannya.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa bahan yang dipakai pada bahan *inner race* adalah baja konstruksi mesin S50C (AISI 1050) dengan persentase komposisi kimia yang paling tinggi adalah kadar karbon sebesar 0,53% C, dan struktur mikro menunjukkan adanya fasa *ferrite*, *pearlite* dan *bainite* *fheatery* dengan *matrix martensite*, Angka kekerasan maksimum sebesar 44 HRC terletak pada bagian permukaan atas *inner race* dan laju keausannya diperoleh sebesar  $2,3 \times 10^{-5}$  gram/m serta tegangan bahannya sebesar 65 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** *Constant Velocity Joint*, *Inner Race*, Keausan

### PENDAHULUAN

*Tank Stormer* dan *Scorpion* merupakan salah satu jenis kendaraan tempur yang ada di jajaran TNI AD yang masih digunakan oleh satuan-satuan Kavaleri TNI AD yaitu Yonkav Tank. Tank *scorpion 90 mm*, merupakan kendaraan tempur buatan Inggris dengan bodi terbuat dari *aluminium alloy armoure*, yaitu paduan aluminium yang dapat menahan tembakan munisi kaliber kecil. Sumber tenaga kendaraan tempur ini berasal dari mesin *diesel Perkins T6-3544* enam silinder, menggunakan sistem percepatan otomatis dan kemudi menggunakan tuas gandar dan dapat menjelajah hingga mencapai 600 km (375 mil).

Sejak dilakukan pengopersian kendaraan tempur Tank ini mulai tahun 1997 sampai dengan sekarang banyak terdapat kendala terutama pada sistem penerus tenaga, salah satunya pada gigi lurus pada poros

*joint coupling*. Seluruh kendaraan yang ada di jajaran satuan Kavaleri, ada sebelas dari dua ratus kendaraan yang mengalami keausan bagian *inner race* pada *constant velocity joint*. Hal ini diakibatkan karena besarnya beban gerakan yang berada pada *gearbox*, sehingga pada saat putaran rendah ke tinggi alur yang ada pada *inner race* tidak mampu menahan beban gesekan, sehingga terjadi keausan dan kesalahan pengemudi pada saat mengoperasikan kendaraan untuk menarik kendaraan lain yang kapasitasnya melebihi kemampuan dari kendaraan tersebut. Apabila *inner race* pada *constant velocity joint* ini mengalami keausan, maka kendaraan tempur tersebut tidak akan bisa berjalan dan berbelok dengan maksimal dan apabila dipaksakan akan terjadi kerusakan pada kopling sentrifugalnya dan komponen gigi lainnya yang ada pada sumber tenaga. Tujuan penelitian untuk

<sup>1</sup> Alumni Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

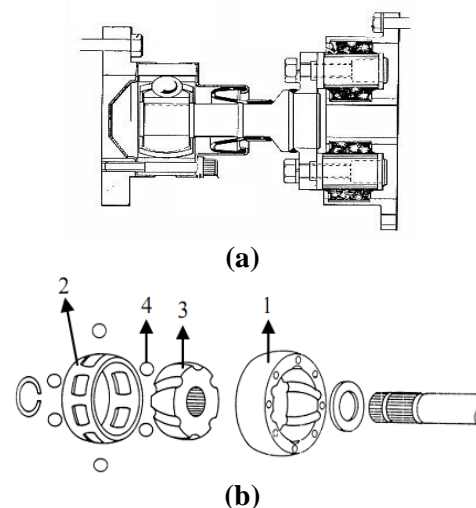
<sup>2</sup> Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Otoranpur STTAD Lemjiantek Malang

mengetahui jenis bahan dan dapat mengetahui karakteristik bahan *constant velocity joint* khususnya pada bagian *inner race*nya. Diharapkan dapat memberikan informasi kepada pimpinan TNI AD tentang jenis bahan yang digunakan pada bahan *constant velocity joint* khususnya pada *inner race*, sehingga dapat dicari bahan penggantinya dalam penyediaan suku cadang dan tidak tergantung pada negara pembuatnya Inggris.

### KAJIAN PUSTAKA

*Constant velocity joint* merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penyetabil kendaraan pada saat jalan lurus atau berbelok dari tenaga putar ke *differential* yang diteruskan oleh *axle shaft* melalui *inner race housing steel ball intermediate axle shaft steel ball outer race housing* roda, dimana pada saat itu disamping sebagai penerus putaran dari *intermediate shaft steel ball* juga bergerak pada *inner race*, sehingga *joint* mampu membuat sudut yang memungkinkan kedudukan kendaraan menjadi stabil pada saat dimedan datar maupun berbelok. *Constant velocity joint* berfungsi sebagai penghubung antara mesin dengan rangkaian transmisi. Adapun komponen *constant velocity joint* terdiri dari bagian-bagian seperti yang terlihat pada gambar 1b.



Keterangan : 1. *Outer race*; 2. *Bale cage*; 3. *Inner race*; 4. *Steel ball*

### Gambar 1 : a. Rangkaian *Constant Velocity Joint*

### b. Bagian-bagian *Constant Velocity Joint*

(Sumber : Bujuknik *Tank Comando Scorpion*, 1997, Astra Internasional)

### Klasifikasi Baja.

#### a. Baja Karbon.

##### 1. Baja karbon rendah.

Baja karbon jenis ini memiliki kadar karbon kurang dari 0,30%.

##### 2. Baja karbon sedang.

Baja ini memiliki kadar karbon 0,30%-0,70%, dengan sifat-sifat yang lebih kuat dan keras yang masih dapat dikeraskan lagi.

##### 3. Baja karbon tinggi.

Baja jenis ini memiliki kadar karbon lebih dari 0,70%, memiliki sifat yang lebih baik dan lebih keras dibandingkan dengan baja karbon sedang.

#### b. Baja Paduan.

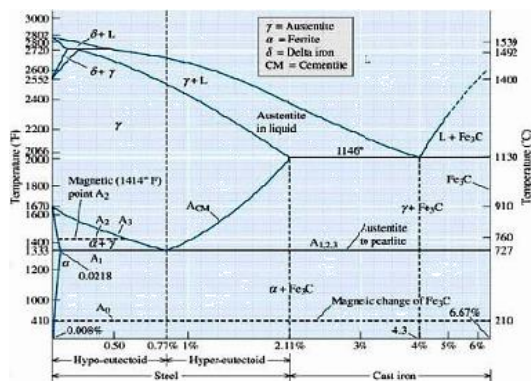
##### 1. Baja paduan rendah (unsur paduan <8,0%).

##### 2. Baja paduan tinggi (unsur paduan >8,0%).

Tabel 1. **Penggolongan Baja Secara Umum**  
(Sularso, 1984)

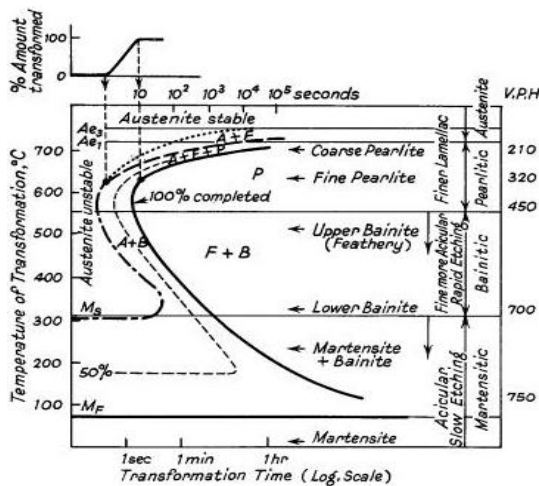
Golongan	Kadar C (%)
Baja lunak	< 0,15
Baja liat	0,2 - 0,3
Baja agak keras	0,3 - 0,5
Baja keras	0,5 - 0,8
Baja sangat keras	0,8 - 1,2

**Diagram Keseimbangan.**



Gambar 2. **Diagram Fe3C**  
(ASTM International, 1985)

**Diagram TTT**



Gambar 3. **Diagram TTT**  
(ASTM International, 1985)

Untuk mengidentifikasi bahan dapat dilaksanakan dengan pengujian antara lain :

a. Pengujian Komposisi Kimia

Uji komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui prosentase unsur kimia

logamnya, sehingga dapat diketahui prosentase unsur kimia yang ada dalam bahan tersebut.

b. Pengujian kekerasan.

Dalam pengujian kekerasan yang dilakukan, metode yang digunakan adalah metode *Rockwell*. Metode yang paling umum dipakai adalah *Rockwell C* (dengan indenter intan dengan beban 150 kg).

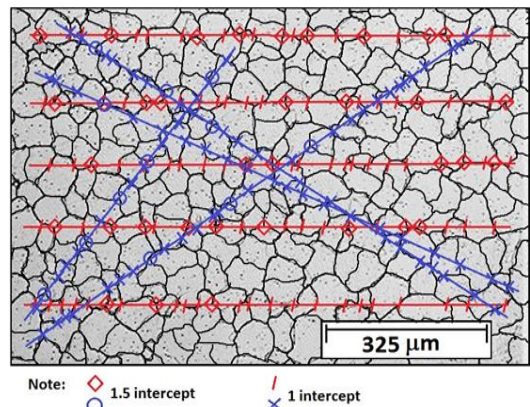
c. Pengujian Keausan.

Pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui sifat yang dimiliki oleh material yang ditentukan oleh satu sifat, Salah satu contohnya adalah ketahanan aus (*wear resistance*) merupakan fungsi dari beberapa sifat material (kekerasan, kekuatan), friksi serta pelumasan.

d. Pengamatan struktur mikro.

Pengamatan struktur mikro merupakan pengamatan terhadap permukaan suatu bahan untuk mengetahui bentuk butiran, ukuran butiran, dan adanya cacat mikro pada bahan.

1. Metode *Heyn*; besar butir *Heyn* merupakan panjang rata-rata segmen garis dari suatu garis pengujian yang melintasi batas-batas butir.



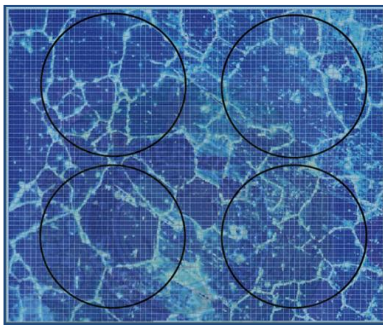
Gambar 4. **Struktur Metode Heyn**  
(<http://srizam.blogspot.com>, 2010)

Besar butir rata-rata dapat dihitung dengan Besar butir rata-rata dapat dihitung dengan persamaan (Sumber : Buku Petunjuk Praktikum Uji Logam Unmer Malang).

$$Lk = \frac{n \cdot l}{\Sigma Pk} \text{ (mm)}$$

Dimana :

- $n$  = Jumlah garis uji
  - $l$  = Panjang garis uji (mm)
  - $v$  = Pembesaran foto (400x)
  - $\Sigma Pk$  = Jumlah batas butir yang dipotong
  - $Lk$  = Besar butir rata-rata (mm)
2. Metode Lingkaran; besar butir yang dilalui garis lingkaran.



Gambar 5. **Struktur Metode Lingkaran** (Sukmawati, 2008)

Untuk menghitung besar butir rata-rata dengan metode ini dapat digunakan persamaan (Sumber : Buku Petunjuk Uji Logam Unmer Malang).

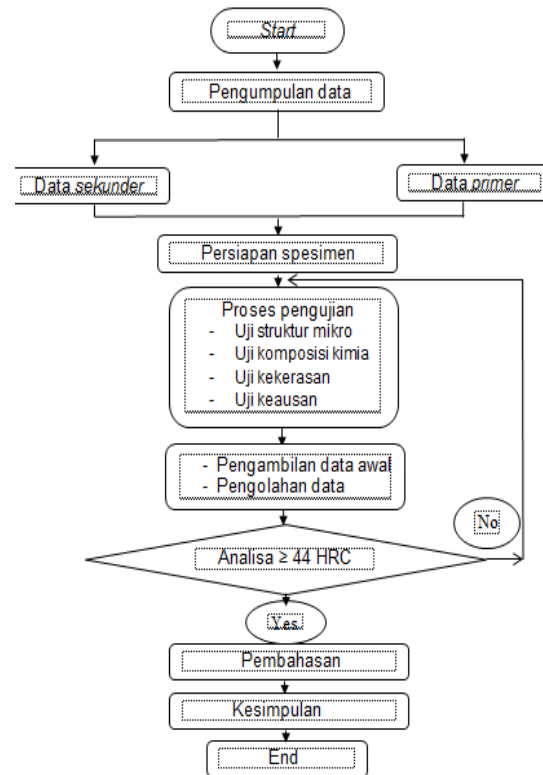
$$Fm = \frac{Fk \cdot 10^6}{(0,67 \cdot n + z) v^2}$$

Dimana :

- $Fm$  = Besar butir rata-rata (mm<sup>2</sup>)
- $Fk$  = Luas Lingkaran (mm<sup>2</sup>)
- $z$  = Banyaknya butiran dalam lingkaran
- $v$  = Pembesaran foto (400x)
- $n$  = Banyaknya butir dipotong

## METODOLOGI

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. **Diagram Alir Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Uji Komposisi Kimia

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui prosentase unsur kimia yang terkandung dalam spesimen. Berdasarkan hasil uji komposisi kimia diketahui bahwa spesimen mempunyai kandungan karbon sebesar 0,53% sehingga material tersebut tergolong dalam *medium carbon steel* atau baja karbon sedang. Di bawah ini adalah data-data hasil pengujian komposisi yang diperoleh dari pengujian unsur kimia di PT ISPATINDO Surabaya sebagai berikut :

Tabel 2. **Hasil Uji Komposisi Kimia**

C	Mn	P	S	Si	Sn	Al	Cr	Cu	Ni	Nb	Mo	V	W	Ti	N
0,53	0,71	0,020	0,035	0,28	0,0066	0,025	0,199	0,073	0,032	0,005	0,012	0,004	0,0058	0,03	3,54

**Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro**

Perhitungan besar butir ini adalah dengan menggunakan dua metode yaitu metode lingkaran dan metode *Heyn* dengan pembesaran foto 400x.

**Metode lingkaran**

Tabel 3. Hasil Perhitungan Besar Butir Dengan Metode Lingkaran

No	<i>n</i>	<i>z</i>	Fm (mm <sup>2</sup> )
1	14	12	0,0135
2	14	15	0,0126
3	12	11	0,0143
4	13	11	0,0140

**Metode *hey*n**

Tabel 4. Hasil Perhitungan Besar Butir Dengan Metode *Hyne*

No	<i>N</i>	<i>L</i> (mm)	<i>V</i>	$\sum_{pk}$	<i>L<sub>k</sub></i> (mm)
1	5	75	400	74	0,0127
2	5	75	400	57	0,0165
3	5	75	400	55	0,0170
4	5	75	400	54	0,0173

**Perhitungan persentase fasa**

Tabel 5. Jumlah Persentase *Ferrite* Dan *Pearlite*

No	Jumlah <i>Ferrite</i> (100%)	Jumlah <i>Pearlite</i> (100%)
1	25,00	65,83
2	27,08	72,50
3	30,83	66,67
4	32,08	67,50
	114,99	272,5

Nilai rata-rata (*x*) :

$$Ferrite = \frac{\sum x}{n} = \frac{114,99}{4} = 28,75\%$$

$$Pearlite = 100\% - 28,75\% = 71,25\%$$

**Perhitungan Data Hasil Uji Kekerasan**

Data hasil pengujian kekerasan bahan yang diperoleh dari Laboratorium Metalurgi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unmer Malang sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kekerasan

Jenis Bhn	Mayor (kg)	Minor (kg)	Waktu (det)	Rata-rata Kekerasan
Baja (bawah)	150	10	5	21 HRC
(tengah)	150	10	5	26 HRC
(Atas)	150	10	5	44 HRC

Pada tabel 6 pengujian kekerasan dilakukan pada lokasi yang berbeda yaitu pada bagian atas, tengah dan bawah (dekat lubang pada *inner race*) yang masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 6x .

**Data Hasil Uji Keausan**

Dibawah ini adalah data-data hasil pengujian keausan bahan yang dilaksanakan dengan menggunakan alat uji keausan dari Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNMER Malang sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Keausan

Jenis Bahan	( <i>W<sub>o</sub></i> ) gr	( <i>W<sub>i</sub></i> ) gr	$\Delta W$ <i>W<sub>o</sub></i> - <i>W<sub>i</sub></i> (gr)	Laju keausan Rata-rata (gr/m)
Baja (bawah)	19,97	19,92	0,05	$5,9 \times 10^{-5}$
(tengah)	19,92	19,89	0,03	$3,5 \times 10^{-5}$
(atas)	21,91	21,89	0,02	$2,3 \times 10^{-5}$

**Perhitungan Tegangan *Inner Race***

Perhitungan tegangan digunakan untuk mengetahui besar tegangan yang diterima spesimen *inner race* pada posisi atas, tengah, dan bawah saat kendaraan tempur *Tank Scorpion* 90 mm berjalan di medan *cross country* maupun pada saat berbelok.

Daya mesin penggerak *p* = 250 HP

Putaran Mesin  $n = 2600$  rpm  
 Diameter luar *inner race*  $D_0 = 35$  mm  
 Diameter dalam *inner race*  $D_1 = 60$  mm

Adapun tegangan yang terjadi pada *inner race* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Momen Torsi (T)} = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n_1}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{221}{2600} = 82790 \text{ kgmm}$$

$$\text{Momen Inersia Polar (I}_p) = \frac{\pi (D_1 - D_0)^4}{32}$$

$$= \frac{\pi (60 - 35)^4}{32} = \frac{\pi \cdot 25^4}{32} = 38330 \text{ mm}^4$$

1. Tegangan pada posisi 30 mm (atas) dari sumbu *inner race*.

$$\tau = \frac{82790 \cdot 30}{38330} = 65 \text{ kgf/mm}^2$$

2. Tegangan pada posisi 24 mm (tengah) dari sumbu *inner race*.

$$\tau = \frac{82790 \cdot 24}{38330} = 52 \text{ kgf/mm}^2$$

3. Tegangan pada posisi 18 mm (bawah) dari sumbu *inner race*.

$$\tau = \frac{82790 \cdot 18}{38330} = 38 \text{ kgf/mm}^2$$

## Pembahasan

### 1. Analisa Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Hasil pengujian komposisi kimia yang dilaksanakan di PT. Ispatindo Surabaya, didapatkan hasil komposisi kimia yang ada pada spesimen *constant velocity joint* terutama pada bagian *inner race* yaitu kandungan *carbon* (C) 0,53% C, *mangan* (Mn) 0,71%, *chrom* (Cr) 0,199%, *nikel* (Ni) 0,032%, *silicon* (Si) 0,28%, *alumunium* (Al)

0,025%, *phospor* (P) 0,020. Hasil uji komposisi tersebut menunjukkan persentase karbonnya 0,53% C, sehingga termasuk baja karbon sedang karena kadar karbonnya antara 0,30% s/d 0,70% C. Baja dengan karbon ini memiliki sifat bahan yang lebih kuat dan keras, sehingga unsur karbon sangat berpengaruh besar untuk meningkatkan kekerasan pada baja. Penggunaannya hampir sama dengan karbon rendah, hanya saja jenis baja ini memiliki mutu yang lebih baik. Banyak digunakan sebagai konstruksi mesin yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik. Adapun kandungan *mangan* (Mn) 0,71% dimana *mangan* ini berfungsi untuk memperbaiki beban tiba-tiba atau beban kejut yang terjadi pada *inner race*. Kandungan *chrom* (Cr) 0,199% berfungsi untuk pembentukan senyawa karbid, sehingga menyebabkan baja atau besi juga tahan aus. Kandungan *nikel* (Ni) 0,032% berfungsi mempertinggi kekuatan dan regangan pada baja sehingga baja karbon mempunyai ketahanan terhadap korosi. Kandungan *silicon* (Si) 0,28% berfungsi menghindari keretakan pada baja. Hasil uji komposisi kimia tersebut, dapat diketahui bahwa kandungan unsur Mn, Cr, Ni dan Si nya sangat kecil sehingga dapat dikatakan bahwa spesimen *inner race* pada *constant velocity joint* tersebut tidak termasuk dalam logam paduan.

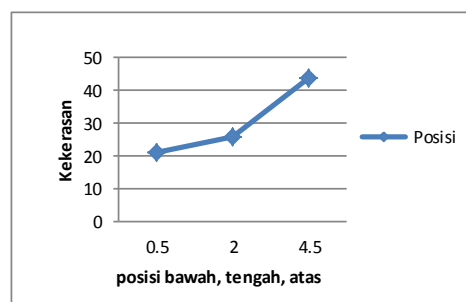
### 2. Analisa Hasil Pengamatan Struktur Mikro.

Berdasarkan hasil pengamatan struktur mikro *inner race* pada *constant velocity joint*

*Tank Scorpion* 90 mm, menunjukkan bahwa bagian permukaan dalam spesimen diperoleh struktur fasa *ferrite* dan *pearlite* dimana fasa *ferrite* yang menunjukkan kekerasan yang lebih rendah dibandingkan fasa *pearlite* yang mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan adanya fasa *cementite* atau  $Fe_3C$  pada fasa *pearlite*, sehingga kekerasannya lebih tinggi, akan tetapi fasa-fasa tersebut tidak bisa menerima beban gesekan yang tinggi sehingga menimbulkan keausan pada bagian dalam *inner race* pada *constant velocity joint* tersebut. Sedangkan bagian permukaan luar *inner race* pada *constant velocity joint* menunjukkan adanya fasa *bainite* *fheatery* yang berbentuk bulu ayam, hal ini mengindikasikan bahwa bahan *inner race* tersebut telah mengalami proses perlakuan panas dengan pendinginan secara bertahap sehingga timbulnya unsur fasa *bainite*. Fasa *bainite* *fheatery* memungkinkan suatu bahan mempunyai sifat kekerasan dan ketangguhan yang lebih tinggi, sehingga bahan spesimen tersebut dapat menerima beban gesekan yang tinggi. Sedangkan dalam perhitungan butiran fasa ini digunakan dua metode perhitungan antara lain, metode lingkaran dan metode *hyne* dimana dengan menggunakan metode ini dapat diketahui seberapa besar rata-rata butiran fasa yang terjadi pada spesimen. Pada hasil pengujian dan perhitungan struktur mikro dengan metode lingkaran didapatkan bahwa nilai besar butir rata-ratanya adalah 0,0136 mm dan metode *hyne* adalah 0,0158 mm dan pada ketelitian pengukurannya

didapatkan bahwa, metode lingkaran 99,9925 % dan metode *hyne* 99,9933 %, sehingga terlihat bahwa, dengan metode *hyne* lebih baik dalam tingkat ketelitiannya pengukuran butir-butir fasanya dari pada metode lingkaran. Hasil pengamatan struktur mikro tersebut didapatkan pengaruh fasa *pearlite* (warna hitam) dan fasa *ferrite* (warna putih) dengan persentase fasa *ferrite* 28,75%, fasa *pearlite* 71,25% sehingga dapat diketahui bahwa fasa *pearlite* lebih banyak dibanding dengan fasa *ferrite*, dengan demikian spesimen tersebut lebih keras dan kuat.

### 3. Analisa Hasil Pengujian Kekerasan



Gambar 7. Grafik Hubungan Kekerasan Dengan Posisi Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan yang dilakukan dengan beban mayor 150 kg dan beban minor 10 kg dengan *interval* waktu selama 5 detik dengan posisi bawah, tengah, dan atas didapatkan nilai rata-rata kekerasan yang tertinggi adalah pada posisi atas dengan nilai kekerasannya 44 HRC, seperti yang terlihat pada grafik 7. Hubungan kekerasan dengan posisi pengujian, dimana nilai kekerasan pada *inner race* pada *constant velocity joint* ini lebih keras pada bagian luarnya dibanding dengan bagian tengah dan

di dalam *inner race* tersebut. Hal ini disebabkan karena pada posisi luar *inner race* pada *constant velocity joint* ini terdapat fasa *baenite fheatery* dengan matrik *martensite*, sehingga nilai kekerasan dan ketangguhannya lebih kuat dikarenakan pada bagian luar *inner race* pada *constant velocity joint* ini banyak mengalami gesekan dan menerima beban kejut pada saat kendaraan berjalan di medan berat dan berbelok. Sedangkan kekerasan yang ada pada bagian dalam *inner race* pada *constant velocity joint* ini lebih rendah karena hanya terdapat fasa *ferrite* dan *pearlite* yang kekerasannya lebih rendah sehingga pada saat kendaraan berjalan tidak dapat menerima beban gesekan yang tinggi karena bergesekan dengan alur yang ada pada poros, hal ini menyebabkan alur yang ada pada bagian dalam *inner race* ini mengalami keausan karena tidak sebanding dengan beban gesekan yang diterima dengan kekerasan bahan.

#### **4. Analisa Hasil Pengujian Keausan**

Hasil yang diperoleh pada pengujian keausan yang dilakukan di Laboratorium Metalurgi Universitas Merdeka Malang, dengan beban 8 kg dan waktu 10 menit didapatkan laju keausan bahan *inner race* pada *constant velocity joint*, yaitu pada bagian bawah  $5,9 \times 10^{-5}$  gr/m, tengah  $3,5 \times 10^{-5}$  gr/m, atas  $2,3 \times 10^{-5}$  gr/m, sehingga dapat dikatakan bahwa, laju keausan tertinggi pada bagian bawah spesimen, dikarenakan pada bagian bawah *inner race* pada *constant velocity joint* kekerasannya rendah karena

hanya terdapat struktur mikro fasa *ferrite* dan *pearlite* yang memiliki kekerasan yang rendah dari pada bagian atas bahan *inner race* pada *constant velocity joint* tersebut. Karena pada bagian atas *inner race* ini mengalami banyak gesekan sehingga memerlukan kekerasan yang lebih kuat untuk mampu menahan beban gesekan yang tinggi, sedangkan pada bagian bawah *inner race* pada *constant velocity joint* memiliki kekerasan yang rendah sehingga dapat terjadi keausan bahan yang lebih besar, hal ini dikarenakan pada saat menerima beban gesekan yang tinggi tidak sebanding dengan kekerasan bahan *inner race* pada *constant velocity joint*, oleh sebab itu komposisi dan struktur mikro yang ada pada bahan *inner race* ini harus ditambah terutama pada unsur-unsur yang berpengaruh pada sifat mekanik bahan dan perlu ditambahkan perlakuan panas dan pendinginan secara bertahap sehingga menghasilkan fasa *bainite fheatery* yang kekerasannya lebih kuat dan tangguh, sehingga bahan *inner race* pada *constant velocity joint* ini dapat menahan gesekan pada saat kendaraan tempur tersebut berjalan di medan *cross country* dan pada saat berbelok.

#### **5. Analisa Hasil Perhitungan Tegangan**

Berdasarkan hasil perhitungan tegangan yang diperoleh dapat diketahui bahwa tegangan yang terjadi pada spesimen *inner race* yaitu untuk bagian bawah *inner race* sebesar  $38 \text{ kgf/mm}^2$ , tengah  $52 \text{ kgf/mm}^2$ , atas  $65 \text{ kgf/mm}^2$ , sedangkan berdasarkan hasil pengujian kekerasan dan



berdasarkan (*hardness conversion*) diketahui tegangan *inner race* pada bagian bawah 78.12016 kgf/mm<sup>2</sup>, tengah 87.18767 kgf/mm<sup>2</sup>, atas 145.0803 kgf/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian bahan *inner race* tersebut memiliki tegangan atau kekuatan diatas tegangan yang terjadi pada *inner race*, sehingga bahan *inner race* tersebut memiliki kekuatan yang baik. Adapun terjadinya keausan dikarenakan faktor umur bahan *inner race* dan kesalahan pengemudi saat mengoperasikan kendaraan dari putaran rendah ke tinggi.

## SIMPULAN

### 1. Komposisi kimia

Berdasarkan komposisi kimianya material dapat digolongkan kedalam jenis baja karbon sedang dan tidak termasuk dalam logam paduan.

### 2. Struktur mikro

Dari hasil uji dan pengamatan struktur mikro dapat diketahui bahwa pada bagian bawah bahan *inner race* pada *constant velocity joint* memiliki lebih banyak kandungan fasa *pearlite* (warna hitam), yang mempunyai kekerasan lebih tinggi dibandingkan fasa *ferrite* (warna putih), sedangkan pada bagian atas memiliki fasa *bainite* *fheatery* dengan *matrix martensite* yang mempunyai kekerasan, ketangguhan dan keuletan yang lebih tinggi.

### 3. Kekerasan

Hasil uji kekerasan dengan beban *mayor* 150 kg, *minor* 10 kg dan *interval* waktu selama 5 detik, dapat diketahui bahwa kekerasan rata-rata yang paling tinggi

terdapat pada bagian atas spesimen *inner race* pada *constant velocity joint* sebesar 44 HRc, dilihat dari tabel (*Hardness Conversion*) mempunyai kekuatan tegangan 145.0803 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan hasil perhitungan tegangan pada bagian atas *inner race* sebesar 65 kgf/mm<sup>2</sup>.

### 4. Laju keausan

Berdasarkan hasil uji keausan dari tiga buah spesimen pada posisi atas, tengah, dan bawah dapat diketahui bahwa laju keausan yang lebih tinggi pada bagian bawah *inner race* pada *constant velocity joint* dari pada bagian atas *inner race* pada *constant velocity joint* dikarenakan pada bagian atas spesimen memiliki kekerasan yang lebih tinggi.

### 5. Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan bahan *inner race* pada *constant velocity joint* Tank Scorpion 90 mm sudah memenuhi syarat, terbuat dari baja karbon konstruksi mesin AISI 1050 (JIS S50C). Penyebab ausnya *inner race* karena kesalahan pengemudi pada saat mengoperasikan kendaraan untuk menarik kendaraan lain yang kapasitasnya melebihi kemampuan dari kendaraan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Herman Yuwono, 2009, **Karateristik Material**, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Alvis England, 1996, **Bujuknik Tank Scorpion 90 mm**, England.
- ASTM International, 1985, ***Metal Handbook Desk Edition***, Yogyakarta.
- Aziz Shech, **Panduan Uji Komposisi Spechtro**, Offset PT Ispatindo, Surabaya.
- Jumiadi, H., 2005, **Buku Panduan Peraktikum Uji Logam**, Universitas Merdeka, Malang.
- Nyoto, Amat, 2000, **Perbaikan Chasis dan Pemindah Tenaga**, Sularso, Elemen Mesin, Cetakan Keenam, Jakarta.
- Schonmetz, 1985, ***Metal Handbook Desk Edition***, Yogyakarta.
- Sukmawati, 2008, **Fraksi Baja Mangan Dengan Beberapa Counting Methods**, Surabaya.
- Wahid Suherman, 1987, **Pengetahuan Bahan**, ITS Surabaya.