

ANALISIS PERBANDINGAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS BANTALAN PELURU BARU, TELAH DIPAKAI DAN RUSAK UNTUK KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA

Arfanky Purnama, Ariosuko DH
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana Jakarta
Email: rosyada@gmx.net

Abstrak -- *Bearing atau bantalan peluru adalah merupakan suatu alat/benda yang pada awalnya digunakan untuk mempermudah perpindahan suatu benda yang berat dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pada penelitian ini dilakukan penelitian terhadap sample bearing dengan membandingkan bearing yang belum terpakai dengan bearing yang sudah terpakai pada sepeda motor untuk mengetahui komposisi kimia dengan menggunakan alat spektrometer, pengujian metalografi dan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode Vickers. Dari penelitian yang dilakukan bahwa bearing tersebut adalah high carbon steel atau baja karbon tinggi rata-rata tertinggi dimiliki oleh bearing baru yaitu untuk bagian outer ring sebesar 766,12 HV, ball bearing sebesar 854,276 HV dan inner ring sebesar 774,592 HV. Sedangkan bearing bekas pakai untuk bagian outer ring sebesar 763,67 HV, ball bearing sebesar 846,394 HV, dan inner ring sebesar 752,37 HV. Dan bearing rusak, untuk bagian outer ring sebesar 753,086 HV, ball bearing sebesar 806,942 HV, dan inner ring sebesar 744,938 HV*

Kata Kunci : *Bearing, spektrometri, vikers, metalografi*

Abstract -- *Bearing is a tool or object that was originally used to facilitate the movement of a heavy object from one place to another. In this study, an examination of the sample by comparing bearing bearing unused to bearing that has been used on motorcycles to determine the chemical composition by using a spectrometer, metallographic examination and hardness testing using the Vickers method. Based on research conducted that the bearing is high carbon steel or high carbon steel highest average that is owned by a new bearing for the outer ring sections of 766.12 HV, ball bearing at 854.276 HV and the inner ring 774.592 HV. While used bearing for part of the outer ring of 763.67 HV, ball bearing at 846.394 HV, and the inner ring of 752.37 HV. And damaged bearing is, for parts of the outer ring of 753.086 HV, HV ball bearing at 806.942 and 744.938 of the inner ring HV*

Keywords: *Bearing, Spektrometri, Vickers, Metalografi*

1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan baja sebagai logam setiap tahunnya menempati urutan pertama, banyaknya penggunaan baja sebagai komponen maupun produk seperti dalam bangunan konstruksi, transportasi, dan alat penyimpanan sangat erat kaitannya dengan didukung oleh teknologi yang makin canggih dan pesat, khususnya dalam penggunaan *bearing* kendaraan bermotor.

Pada umumnya mesin-mesin modern sekarang ini selalu menggunakan komponen *bearing* terutama pada kendaraan, seperti pada dunia balap dan penggunaan kesehariannya. Salah satu penggunaannya pada mobil yaitu pada bagian roda depan, sebagai bagian komponen yang sangat mendukung di dalam proses pergerakan kendaraan bermotor.

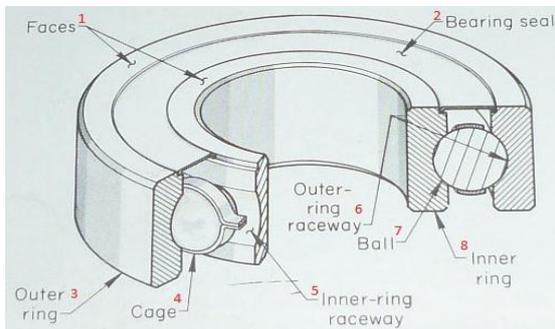
2. TINJAUAN PUSTAKA

Bearing adalah suatu bantalan peluru di mana tempat bertumpunya poros pada sumbunya dan berputar dengan dudukan dan poros tersebut. Tanpa *bearing* gesekan yang terjadi semakin besar tergantung dari pembebanan, tumpuan, temperatur kerja dan kondisi pembebanan serta putaran yang terjadi pada poros tersebut. Akibat gesekan akan meningkatkan panas pada poros dan dudukannya.

2.1. Skema Bearing

Suatu *bearing* mempunyai bagian-bagian yang merupakan bagian dari keseluruhan *bearing* itu sendiri yang dapat meringankan putaran poros tersebut yaitu seperti *Faces, Inner ring, Outer ring, Ball Bearing, outer-ring raceway, Inner-ring raceway*

dan *Cage* Diameter, seperti tampak pada Gambar 1. .



Gambar 1. Struktur Bearing

2.2. Fungsi Bearing

Fungsi *bearing* adalah penahan poros berbeban sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur dan Fungsi *bearing* juga untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar terhadap sumbu rotasinya tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. *Bearing* harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Pada umumnya bantalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu: berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros dan berdasarkan arah beban terhadap poros.

Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros terdapat bantalan luncur, dimana pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas dan bantalan gelinding, dimana pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, rol, dan rol bulat.

Sedangkan berdasarkan arah beban terhadap poros terdapat bantalan radial yang arah bebannya yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus terhadap sumbu poros, bantalan aksial yang arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros serta bantalan gelinding khusus dimana bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros. Meskipun bantalan gelinding menguntungkan, banyak konsumen memilih bantalan luncur dalam hal tertentu, contohnya bila kebisingan bantalan mengganggu, pada kejutan yang kuat dalam putaran bebas.

2.3. Teori Umum Baja

Baja adalah jenis logam yang paling banyak digunakan pada industri termasuk juga industri permesinan. Beberapa macam pengklasifikasian baja menurut keperluannya masing-masing antara lain :

- Menurut cara pembuatannya: *Bessemer steel*, *Thomas steel*, *Open heart steel*, *Electric Furnace* dan *crucible steel*.
- Menurut penggunaan: *Tool steel*, *Machinery steel*, *Spring steel*, dan *Structural steel*.
- Menurut kadar karbon: Baja karbon rendah, Baja karbon sedang, Baja karbon tinggi.

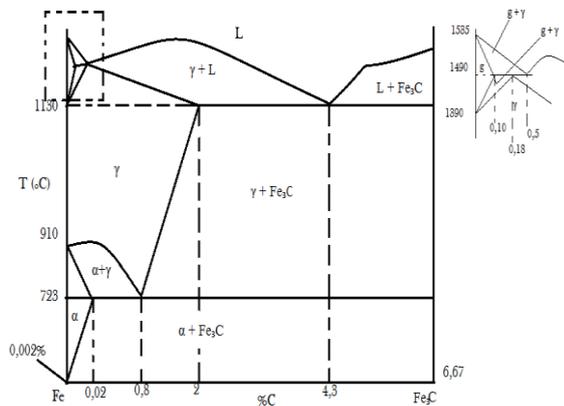
Menurut komposisi kimianya baja dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu Baja karbon tanpa paduan (*Plain Carbon Steel*) dan Baja paduan. Baja karbon tanpa paduan masih mengandung unsur lain, tetapi masih batas-batas tertentu yang tidak berpengaruh pada sifatnya. Unsur-unsur ini berasal dari proses pembuatan besi dan baja, seperti Mangan (Mn) dan Silikon (Si) dan beberapa unsur pengotor seperti Belerang (S), Fosfor (P), Oksigen (O), Nitrogen (N), dan lain-lain yang biasanya ditekan sampai kadarnya sangat kecil. Baja dengan kandungan unsur mangan kurang dari 0,7 %, Silikon 0,3 % dan unsur-unsur lain yang jumlahnya sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon tanpa paduan, mangan dan silikon sengaja ditambahkan dalam proses pembuatan baja sebagai deoksidator, untuk mengurangi pengaruh buruk dari beberapa unsur pengotor.

Baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,30 % banyak digunakan sebagai baja konstruksi umum, profil rangka bangunan, baja tulang beton, rangka kendaraan, mur, baut, plat, pipa dan lain-lain. Baja ini kekuatannya relatif rendah, tetapi keuletannya tinggi, mudah diproses dan mudah dibentuk dengan mesin. Baja ini tidak dapat dikeraskan (kecuali pengerasan permukaan/*case hardening*). Baja karbon sedang dengan kadar 0,30-0,50 % lebih kuat dan keras. Penggunaannya hampir sama dengan baja karbon rendah, digunakan untuk pekerjaan yang memerlukan kekuatan dan keuletan yang lebih tinggi. Sedangkan baja karbon tinggi kadar karbonnya 0,50 – 1,7 %.

- Baja karbon dibagi tiga :
1. Baja karbon rendah ($0,02\% < C < 0,35\%$)
 2. Baja karbon sedang ($0,35\% < C < 0,50\%$)
 3. Baja karbon tinggi ($0,50\% < C < 1,7\%$)

2.4. Diagram Keseimbangan Fe₃C

Dari diagram fasa (gambar di bawah ini) terlihat bahwa suhu sekitar 723 °C merupakan suhu transformasi austenit menjadi fasa perlit (yang mana merupakan gabungan dari fasa ferit dan sementit). Transformasi dari fasa ini dikenal sebagai reaksi eutektoid dan merupakan dasar dari perlakuan panas.



Gambar 2. Diagram Keseimbangan Fe₃C

Volume dari kedua fasa serta morfologi dari campurannya tergantung dari kadar karbon dan laju pendinginan. Jika austenit didinginkan dengan cepat, maka transformasi sementit (karbida besi) tidak akan terjadi dan produk transformasi austenit akan berubah menjadi fasa baru yang dikenal sebagai bainit dan martensit.

2.5. Definisi Struktur Fasa

Terdapat beberapa stuktur fasa. Yaitu:

a. Austenit (γ)

Adalah modifikasi struktur besi dengan kubik pemusatan sisi (FCC) yang mempunyai jarak atom yang lebih besar dibandingkan dengan perlit.

b. Bainit

Terbentuk bila baja dengan fasa austenit didinginkan dengan cepat sehingga mencapai temperatur 200-400 °C.

c. Ferit (α)

Adalah modifikasi struktur besi murni pada suhu ruang. Ferit ini bersifat lemah dan ulet, karena mempunyai struktur kubik pemusatan ruang (BCC), ruangan antar atom-atomnya kecil dan padat sehingga atom yang dapat ditampung hanya sedikit sekali sekitar 0,02 %.

d. Martensit

Struktur atau fasa ini terjadi ketika fasa austenit didinginkan dengan cepat sekali

hingga di bawah temperatur pembentukan bainit.

e. Perlit (α + Fe₃C)

Merupakan campuran ferit dan sementit berbentuk lamellar, mengandung 0,8 % (C) dan terbentuk pada temperatur 723 °C.

2.6. Pengaruh Unsur-unsur Paduan Baja

Baja karbon dapat mencapai kekuatan yang tinggi, dengan menaikkan unsur karbonnya, tetapi ini juga dapat menurunkan keuletan dan ketangguhan pada baja tersebut.

Kekuatannya akan berkurang bila bekerja pada temperatur yang agak tinggi, dan pada temperatur rendah ketangguhannya akan menurun cukup drastis. Baja karbon mempunyai *hardenability* yang pada umumnya rendah dan setelah pengerasan mudah menjadi lunak kembali bila mengalami pemanasan. Hal ini sering menjadi hambatan atau kesulitan dalam penggunaan baja karbon.

Dengan menambahkan beberapa unsur paduan tertentu, maka banyak di antara kesulitan tersebut dapat diatasi. Baja dengan beberapa unsur paduan dinamakan baja paduan. Unsur paduan sengaja ditambahkan ke dalam baja dengan tujuan :

1. Memperbaiki ketangguhan pada tingkat kekuatan atau kekerasan tertentu.
2. Menaikkan sifat tahan aus.
3. Menaikkan sifat tahan korosi.
4. Menaikkan sifat *hardenability*.
5. Memperbaiki kekuatan pada temperatur biasa.
6. Memperbaiki sifat mekanis pada temperatur rendah atau tinggi.

Beberapa unsur paduan dalam baja meliputi:

1. Carbon (C)
2. Molybdenum (Mo)
3. Chrom (Cr)
4. Silikon (Si)
5. Mangan (Mn)
6. Vanadium (V)
7. Nikel (Ni)
8. Titanium (Ti)
9. Alumunium (Al)
10. Tantalum (Ta)
11. Sulfur (S)
12. Fosfor
13. Wolfram (W)
14. Magnesium
15. Ferrum (Fe)
16. Timbal (Pb)
17. Oksigen (O₂)
18. Hidrogen (H₂)

2.7. Proses Pembuatan

Untuk membuat produk logam, pertama-tama biasanya dilakukan proses pengecoran logam dengan komposisi tertentu dilebur dalam tungku dan kemudian dituang ke dalam cetakan. Untuk produk coran, cetakan yang dipakai sudah mendekati bentuk akhir sehingga hanya memerlukan beberapa tahapan proses pengerjaan akhir untuk mencapai dimensi akhir. Sedangkan untuk produk bukan coran, seperti pada pembuatan plat atau batang (*rod*) logam cair dituang secara kontinu atau semi-kontinu ke dalam cetakan sehingga diperoleh bentuk dasar berupa *billet* atau *slab*. Kedua produk dasar ini masih merupakan produk coran yang umumnya mempunyai distribusi komposisi dan struktur yang belum merata dan belum setimbang.

Bearing / bantalan dalam peralatan merupakan komponen yang mendukung gaya-gaya yang terjadi pada peralatan tersebut. Kerusakan *bearing* akan diikuti oleh kegagalan komponen lain. Beberapa tempat di mobil, memerlukan part tersebut untuk mendukung kinerjanya. Di antaranya adalah bagian roda, komstir, noken as dan *camshaft*, umur pakai juga membatasi kinerja dari *bearing*. Salah satu yang menyebabkan kegagalan *bearing* adalah kegagalan sistem pelumasannya.

Penyebab-penyebab kerusakan pada bearing sebagai berikut :

1. Kesalahan bahan
2. Penggunaan *bearing* melewati batas waktu penggunaannya (tidak sesuai dengan petunjuk buku fabrikasi pembuatan *bearing*).
3. Pemilihan jenis *bearing* dan pelumasannya yang tidak sesuai dengan buku petunjuk dan keadaan lapangan (real).
4. Pemasangan *bearing* pada poros yang tidak hati-hati dan tidak sesuai standart yang ditentukan.
5. Terjadi *misalignment*.
6. Karena terjadi *unbalance* (tidak imbang)
7. *Bearing* kurang minyak (pelumasan)
8. Beban Berlebihan (*Overload*)
9. Terlalu Panas (*Overheating*)
10. Kerusakan Karena Kendor
11. Korosi (*Corrosion*)
12. Kerusakan *Lubrication failure*
13. Pembebanan terbalik (*Reverse loading*)
14. Kerusakan akibat *Fatigue*
15. Ketelitian dan Toleransi
15. Kerusakan *Ball* (Bola baja)

3. PENGUJIAN DAN ANALISA

Material yang diuji pada penelitian ini yaitu *bearing* baru, bekas pakai dan rusak merk Honda type HB6310RS pada bagian poros roda

depan sepeda motor Honda Supra X 110 cc. Keduanya memiliki *inner diameter* (ID) 12 mm, *outer diameter* (OD) 35 mm, dan lebar 11 mm.

Beberapa pengujian dilakukan, seperti: Pengujian Spektrometri, Pengujian Kekerasan, Pengujian vikers, dan Pengujian Metalografi.

Setelah dilakukan penelitian dan pengujian dari material, maka dilakukan pengolahan data penelitian dimana material telah mendapatkan proses pengujian *spektrometri*, pengujian kekerasan (*vickers*) dan pengamatan struktur mikro melalui uji *metalografi*. Hasil pengamatan visual diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengamatan Visual

Sementara itu, data hasil pengujian komposisi kimia dapat dilihat kadar karbon (C) yang terdapat pada *bearing* baru sebesar 0,94, *bearing* bekas pakai 0,83 % dan *bearing* rusak 0,76 %. Jika dilihat dari presentase unsur karbon (C) terlihat bahwa % C pada *bearing* baru lebih tinggi dibandingkan dengan *bearing* bekas pakai dan rusak Sehingga ketiga benda uji tersebut termasuk baja karbon tinggi (kadar karbon baja karbon tinggi ($0,50\% < C < 1,7\%$)).

LAPORAN ANALISIS
Report of Analysis

Laporan No : 022/PK.4.01/KS/I/2013 Rev -01
 Report Nr :
 Dibuat Untuk : ARFANKY PURNAMA - UMB
 Executed for :
 Metode Uji : SPARK OES
 Test Method :
 Komoditi : BEARING TYPE HB 6301 RS (BEARING BEKAS)
 Material :
 Hasil Pengujian :
 Test Result :

Unsur Element	Kadar% Content%	Unsur Element	Kadar% Content%
C	0.83	W	0.041
Si	0.284	Ti	0.002
S	0.001	Sn	0.004
P	0.06	Al	0.02
Mn	0.383	Pb	0.002
Ni	0.039	Nb	0.005
Cr	1.427	Zr	0.004
Mo	0.008	Zn	0.004
V	0.006	Fe	96.87
Cu	0.05		

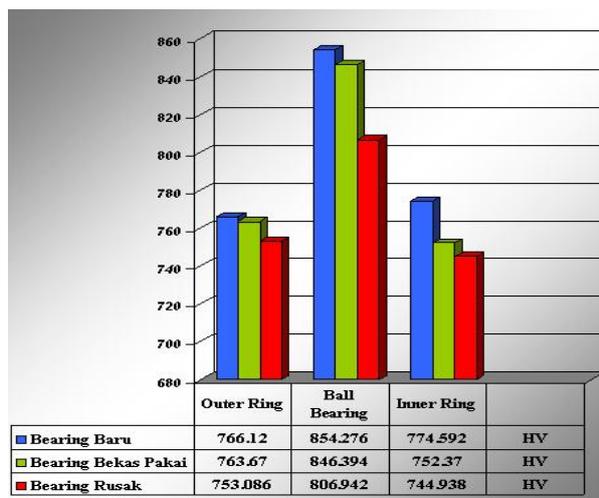
LAPORAN ANALISIS
Report of Analysis

Laporan No : 023/PK.4.01/KS/I/2013 Rev -01
 Report Nr :
 Dibuat Untuk : ARFANKY PURNAMA - UMB
 Executed for :
 Metode Uji : SPARK OES
 Test Method :
 Komoditi : BEARING TYPE HB 6301 RS (BEARING RUSAK)
 Material :
 Hasil Pengujian :
 Test Result :

Unsur Element	Kadar% Content%	Unsur Element	Kadar% Content%
C	0.78	W	0.0043
Si	0.34	Ti	0.002
S	0.001	Sn	0.004
P	0.09	Al	0.02
Mn	0.381	Pb	0.06
Ni	0.039	Nb	0.002
Cr	1.36	Zr	0.004
Mo	0.008	Zn	0.004
V	0.006	Fe	96.87
Cu	0.05		

Gambar 4. Hasil Pengujian Kimia

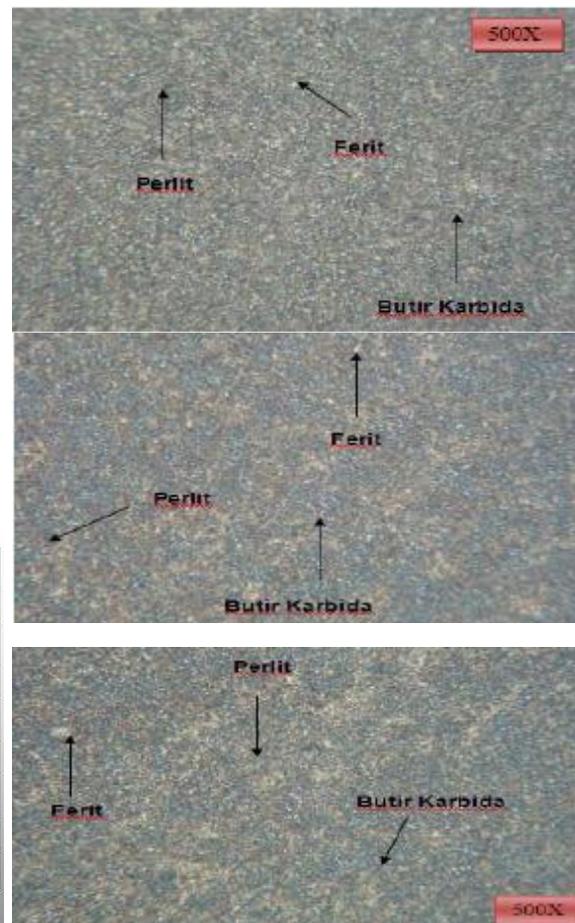
Setelah dilakukan uji kekerasan didapat grafik sebagaimana digambarkan pada Gambar 5. Dari nilai kekerasan tersebut dan pada grafik hasil uji kekerasan gambar grafik terlihat bahwa *bearing* baru lebih tinggi kekerasannya dibandingkan dengan *bearing* bekas pakai dan *bearing* rusak yang menyebabkan *bearing* baru lebih getas.



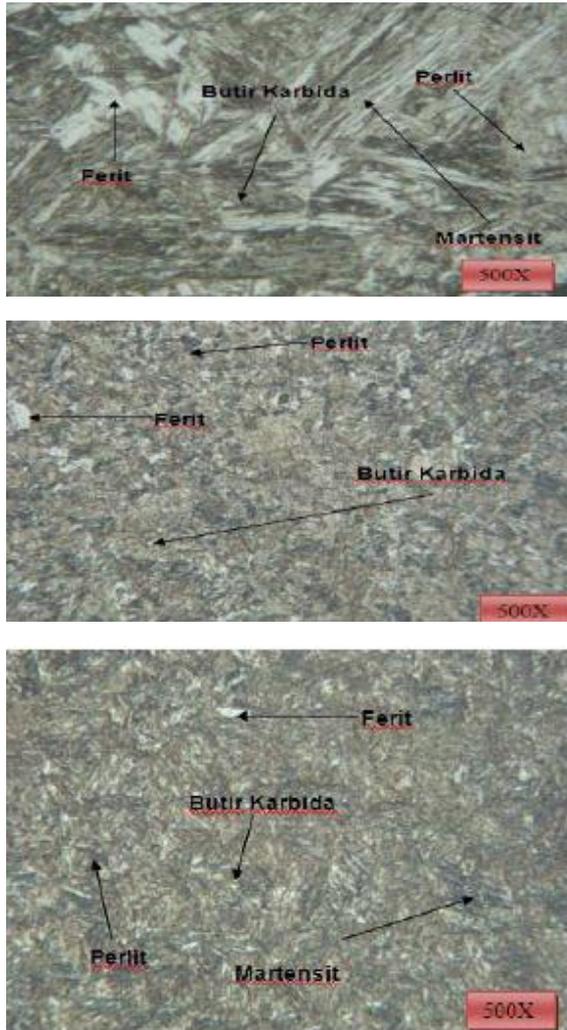
Gambar 5. Hasil Pengujian Kekerasan

Nilai kekerasan rata-rata *bearing* baru untuk bagian *outer ring* kekerasannya sebesar 766,12 HV, untuk *ball bearing* kekerasannya sebesar 854,276 HV, dan untuk *inner ring* kekerasannya sebesar 774,592 HV. Untuk *bearing* bekas pakai, bagian *outer ring* kekerasannya sebesar 763,67 HV, untuk bagian *ball bearing* kekerasannya sebesar 846,394 HV, dan untuk *inner ring* kekerasannya sebesar 752,37 HV. Dan untuk *bearing* rusak, bagian *outer ring* kekerasannya sebesar 753,086 HV, untuk *ball bearing* kekerasannya sebesar 806,942 HV, dan untuk *inner ring* kekerasannya sebesar 744,938 HV

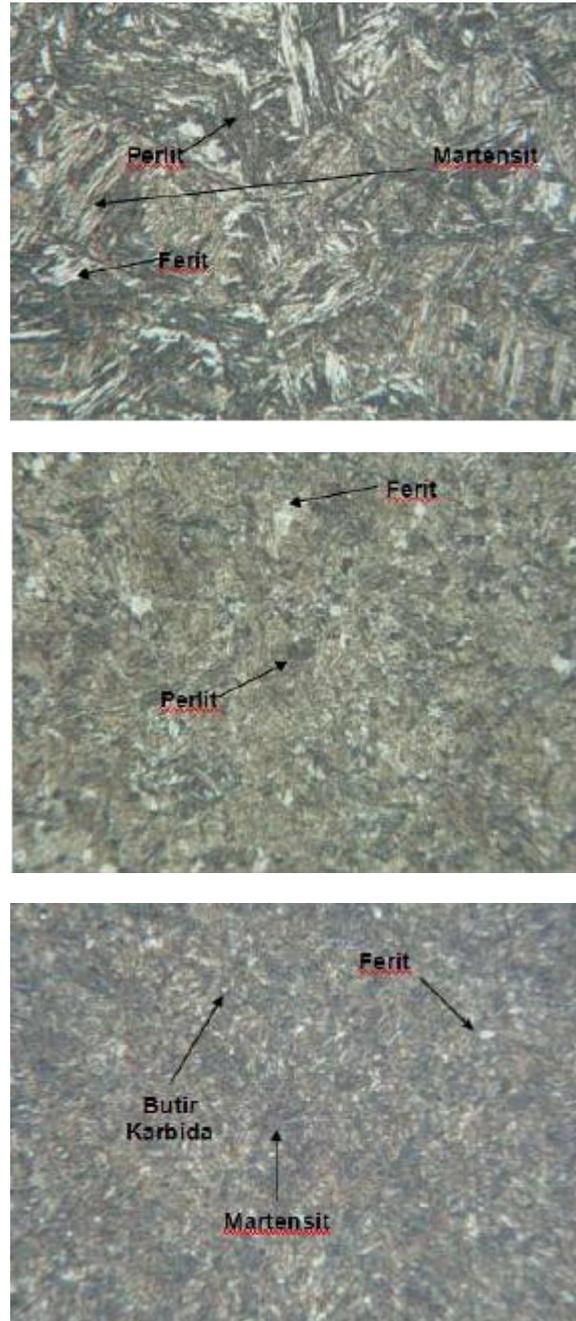
Setelah itu dilakukan pengujian metalografi. Pengujian ini dilakukan terhadap bearing baru, bearing bekas pakai dan bearing rusak. Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 6 hingga Gambar 8.



Gambar 6. Hasil Pengujian Metalografi Bearing Baru



Gambar 7. Hasil Pengujian Metalografi Bearing Bekas Pakai



Gambar 8. Hasil Pengujian Metalografi Bearing Bekas Rusak

Struktur mikro yang terbentuk pada *bearing* baru, *bearing* bekas pakai dan *bearing* rusak terdapat hampir kemiripan yaitu pada daerah bidang logam dasar terdapat struktur utama yang terdiri dari martensit, ferrit, perlit, dan butir-butir karbida. Setiap titik pengambilan gambar struktur mikro menunjukkan adanya martensit (gelap/hitam), dan butir-butir karbida (putih) yang menyebar secara merata, hal ini menunjukkan bahwa, material ini merupakan jenis baja karbon tinggi (*high carbon steel*) dan

bukan besi tuang. Akibat dari keadaan struktur butirnya merata maka unsur tersebut akan menaikan sifat ketahanan korosi, ketahanan aus yang cukup dan kekerasan yang tinggi pada *bearing*.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia, unsur yang terkandung dalam material tersebut adalah jenis baja karbon tinggi (*high carbon steel*) dengan kandungan karbon sebesar 0.967% untuk *bearing* import dan 0.961% untuk *bearing* lokal (kadar karbon baja karbon tinggi yang diizinkan ($0,50\% < C < 1,7\%$)).
2. Pada pengujian kekerasan didapatkan hasil nilai kekerasan rata-rata tertinggi dimiliki oleh *bearing* baru dibandingkan dengan *bearing* bekas pakai dan *bearing* rusak sehingga menyebabkan *bearing* baru lebih keras dan getas.
3. Dari hasil pengujian metalografi didapat bahwa struktur mikro yang ada pada material *bearing* baru, *bearing* bekas pakai, dan *bearing* rusak adalah tidak terlalu berbeda dimana material memiliki unsur butiran-butiran karbida yang menyebar dan fasa martensit, namun terlihat bahwa butir-butir karbida yang terdapat pada *bearing* baru lebih rapat dan merata jika dibandingkan dengan *bearing* bekas pakai dan *bearing* rusak, yang menyebabkan *bearing* import baru menjadi lebih tahan korosi, tahan aus dan memiliki nilai

kekerasan yang tinggi sesuai dengan perbedaan gambar pada bab 4.

4. Kerusakan yang dialami *bearing* bekas diperkirakan karena dari benturan setempat yang diakibatkan proses penggunaan jalan yang kurang bagus sehingga terjadi benturan yang sangat buruk (beban radial (*Undirection radial load*) dan aksial searah), serta faktor umur pemakaian juga mempengaruhi, yaitu kerusakan yang terjadi oleh beban dinamik dinamakan kerusakan kelelahan (*fatigue failures*), karena pada umumnya kerusakan tersebut terjadi setelah periode pemakaian ± 6 tahun tergantung juga pemakaian dan kondisi keadaan saat berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner and Sidney H. Introduction to Physical Metallurgy, Edisi 2. Mc Graw Hill, Singapura, 1974.
- Beumer, B.J.M. Ilmu Bahan Logam jilid I. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta, 1985.
- Bowker, R. R., Annual Book of ASTM Standar Iron and Steel Product Steel- Bars, Forgings Bearing, Chain and Spring, 5th ed, 1992.
- Dieter, George. E. Metalurgi Mekanik jilid I. Penerbit Erlangga. Jakarta, 1987.
- Metals Handbook. "Failure Analysis and Prevention". Edisi 9, Volume II, American Society for Metal, 1986.
- Sularso, Kiyokatsu Suga. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1978.