

ANALISA PERBANDINGAN JENIS *BALL BEARING* TERHADAP KEAUSAN PADA DINDING DIAMETER LUAR DAN DALAM

Anang Subardi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Telp. (0341) 417636 – Pes. 516, Fax. (0341) 417634

E-mail : anangs@yahoo.co.id

ABSTRAK

Bearing adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus dan aman. Bearing harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik maka prestasi seluruh sistem pada mesin akan menurun atau tidak dapat bekerja dengan semestinya.

Pembahasan dalam penelitian ini adalah membahas mengenai nilai keausan yang terjadi pada ball bearing dibagian dinding diameter dalam. Pada pengujian tidak menggunakan pelumasan dengan maksud untuk mempercepat proses terjadinya keausan sehingga didapatkan nilai keausan yang jelas. Dengan melakukan pengujian dibagian dinding diameter dalam diharapkan akan didapatkan data yang akurat mengenai keausan yang terjadi pada bearing

Kata kunci: *Bearing, putaran, inner bearing, keausan*

ABSTRACTION

Bearing is machine element capable to converge burdening shaft , so that movement or rotation shuffle through him can take place smoothly and is peaceful. Bearing have to be sturdy enough to enable shaft and also other machine element work better. If pad do not work better hence achievement entire/all system at machine will be downhill or cannot work with it shis.

Solution in this research is to study to regarding/ hit value of wear that happened at trapeze ball bearing at the part of external diameter wall. At examination do not use Lubrication with a view to quicken process the happening of wear is so that got by clear value of wear. By doing/conducting examination of expected external diameter wall shares will be got by accurate data concerning wear that happened at bearing

Keyword : *Bearing, spin, inner bearing, wear.*

PENDAHULUAN.

Konstruksi mesin yang ideal tidak menimbulkan getaran pada saat bekerja karena adanya transfer gaya siklik

melalui elemen-elemen mesin yang ada, dimana elemen-elemen tersebut saling beraksi satu sama lain dan energi didisipasi melalui struktur dalam bentuk getaran. Pada konstruksi mesin yang

bergerak putar sebagian menggunakan bearing jenis ball bearing dan pada waktu tertentu terjadi kerusakan yang diakibatkan operasional, kesalahan perawatan atau kemungkinan proses perakitan yang kurang benar sehingga menimbulkan keausan dan getaran pada konstruksi mesin. Getaran mesin akibat kerusakan pada ball bearing dapat dirasakan adanya peningkatan gerakan getar mesin, mendengarkan suara gemerisik pada mesin semakin keras. Untuk mengatasi permasalahan keausan pada ball bearing diperlukan metode penelusuran penyebab keausan dan berapa laju kecepatan ausnya terutama pada dinding outer race maupun inner race yang bersinggungan dengan ball.

DASAR TEORI

Beberapa penyebab kerusakan bantalan diantaranya adalah keretakan bantalan, keausan pemasangan yang tidak sesuai, pelumasan yang tidak cocok, kerusakan dalam pembuatan komponen, diameter bola yang tidak sama. Getaran yang timbul tentu saja disebabkan oleh adanya gaya kontak pada kerusakan tersebut. Pada bantalan ideal, besarnya gaya kontak akan sama pada setiap bola dan pada setiap posisi bola. Bila pada bantalan bola terdapat kerusakan maka besarnya gaya kontak tidak lagi seragam. Hal inilah yang menimbulkan getaran yang tidak beraturan.

Kerusakan ball bearing

Kerusakan pada ball bearing meliputi kerusakan lokal yaitu adanya goresan ataupun lubang pada lintasan dalam, lintasan luar dan bola. Kerusakan terdistribusi, maka gaya kontak akan berubah secara periodik terjadinya kerusakan ini akibat ketidak bulatan lintasan luar dan lintasan dalam, ketidak samaan sumbu (misalignment) antara sumbu lintasan luar dan lintasan dalam, serta ketidak samaan dimensi bola. Kerusakan karena pengaruh kekentalan pelumas. Pelumas dengan kekentalan yang sesuai membentuk lapisan film (pelumas) yang kuat pada celah bantalan (bearing clearance), meminimalkan gesekan serta kebocoran. Kekentalan pelumas mesin dapat berubah encer akibat kontaminasi dan rusaknya aditif polymer. Proses penuaan pelumas (oil aging) sebagai akibat oksidasi dan pengaruh panas, juga menjadikan pelumas lebih kental. Kekentalan pelumas selalu di ukur dalam dua standar suhu, 40°C dan 100°C. Kontaminasi air dapat menimbulkan banyak permasalahan di berbagai aplikasi pelumasan, masalah korosi sangat erat kaitannya dengan polutan air. Dalam aplikasi pelumasan apa pun, polutan air dapat “menggantikan” atau mengurangi ketebalan lapisan pelumas, dan dapat pula menjadi katalis dari fasa penurunan kualitas pelumas. Pada aplikasi pelumasan beban tinggi, terutama bila lapisan film pelumas sangat tipis kontaminasi air menyebabkan berkurang

atau bahkan menghilangkan lapisan film pelumas.

Beban yang terjadi pada bagian komponen ball bearing selain diakibatkan oleh pembebanan dari luar bearing juga dapat diakibatkan oleh konstruksi yang berkaitan dengan pemakaian ball bearing, juga disebabkan oleh pemasangan yang tidak tepat.

- Toleransi diameter poros terlalu besar jika poros dimasukan ke dalam bearing bore maka akan menyebabkan beban atau tegangan pada inner race.
- Beban desak dari poros yang toleransinya sangat besar kepada inner race akan menyebabkan perubahan inner race menjadi membesar sehingga mendesak ball maka clearance dinding dan ball semakin sempit, sehingga gerakan ball bearing akan menyebabkan panas dan timbulah keausan dan fatigue.
- Akibat peningkatan temperatur maka lintasan ball di inner dan outer melebar dan berubah warna (biru/coklat atau merah) seperti overheating.
- Inner bearing dan poros toleransinya cukup besar maka menyebabkan putaran poros dan inner bearing tidak konteneu maka beban antara ball dan dinding tidak merata sehingga menyebabkan keausan, panas noise dan vibrasi.
- Kerusakan bearing adalah karatan atau korosi terutama antara ball dan dinding, maka banyak bearing tidak dapat mencapai umur pakai yang seharusnya.

Lubrikan adalah bahan dan bagian paling pokok dari proses kerja bearing, lapisan tipis lubrikan (oil film) harus selalu ada diantara ball , cage, inner race dan outer race, yang berfungsi menghilangkan gesekan dan pendinginan. Kerusakan lubrikan berakibat hilangnya atau rusaknya oil film berakibat kerusakan bearing.

Sebab Kerusakan lubrikan :

- Kontaminasi dengan kotoran/debu/partikel, air, kondensasi
- Panas berlebih (overheating) saat dioperasikan, kemudian temperature lubrikan berlebihan, sehingga sifat lubrikasinya hilang, achirnya panas naik terus
- Pemasangan tidak tepat pada dudukan, miring, terganjal sesuatu kemudian dipaksakan, akan menyebabkan bentuk lintasan ball berubah. Hal ini akan memicu kerusakan ball.
- Ball bearing beputar dalam keadaan tanpa beban sehingga terjadi gesekan antara ball dengan dinding akan mecebabkan keausan sehingga putaran menimbulkan gerakan eksentrik yang dapat memperparah kerusakan

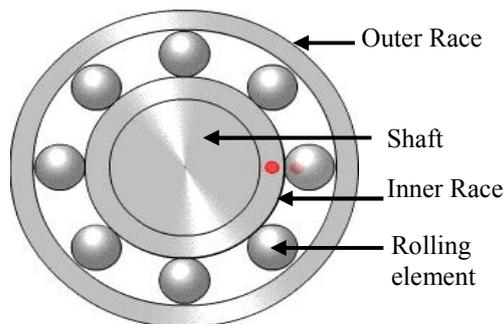
Bentuk kerusakan pada bantalan dapat dengan mudah dicari dengan adanya suara-suara yang lebihberisik pada saat bantalan tersebut berputar.

Konstruksi Ball Bearing



Gambar 1. Konstruksi ball bearing

Kerja ball bearing, shaft yang berputar akan diteruskan pada inner race karena pemasangan shaft dan inner race dilakukan dengan pemasangan desak. Putaran inner race akan menggerakkan ball sepanjang dinding inner race dengan demikian posisi ball akan menggelinding sepanjang lintasan dinding luar inner race dan dinding dalam outer race. Kecepatan lintasan antara inner race, ball dan outer race tidak linier sehingga kerja ball pada saat melintas kadang-kadang berputar atau bergeser.



Gambar 2. Komponen ball bearing

Kondisi gerak dari ball pada saat gerak sepanjang lintasan akan mampu membuat keausan pada dinding luar inner race, dinding dalam outer race maupun bagian luar ball sendiri.

Keausan pada dinding yang terjadi tidak merata sehingga gerak putar dari shaft dan inner race menjadi gerak eksentrik dan tidak konstan pada sumbunya, pada posisi inilah menyebabkan terjadinya getaran dan suara berisik.

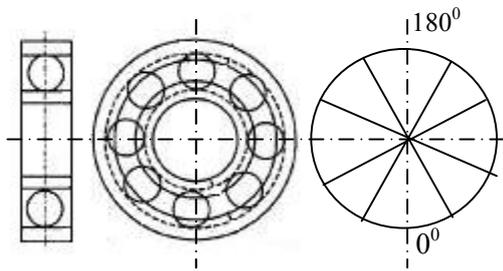
METODOLOGI

Pada pengujian ball bearing diberikan beban dan waktu pengujian yang sama dengan putaran yang bervariasi: 500, 750 dan 1000 rpm. Pengujian dilakukan pada tiga merek ball bearing dan diberikan kode penomoran I, II dan III tanpa adanya penambahan pelumasan.

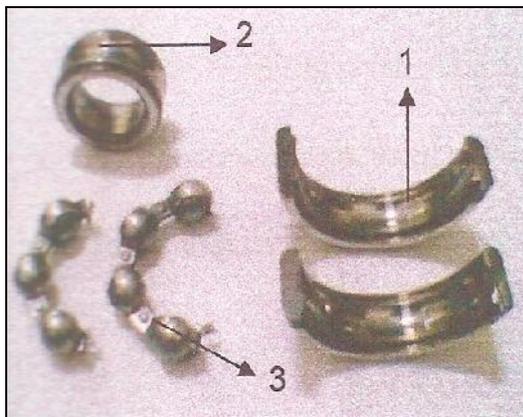


Gambar 3. Alat penguji keausan

Waktu pengujian untuk semua benda uji 72 jam dengan beban tetap sebesar 150 kg



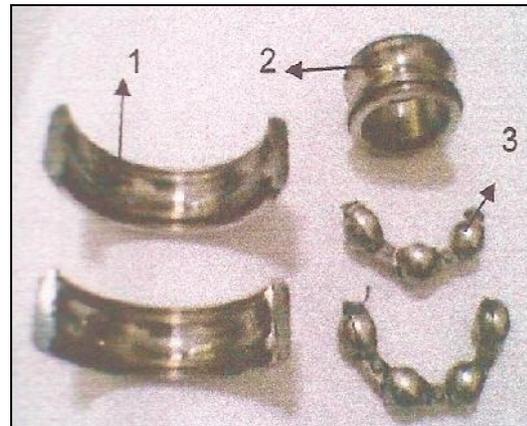
Gambar 4. Lokasi pengujian keausan



Gambar 5. Ball bearing diuji pada putaran 600 rpm dalam waktu 72 jam

Tabel 1. Penyebaran keausan pada Ball bearing diuji pada putaran 600 rpm dalam waktu 72 jam

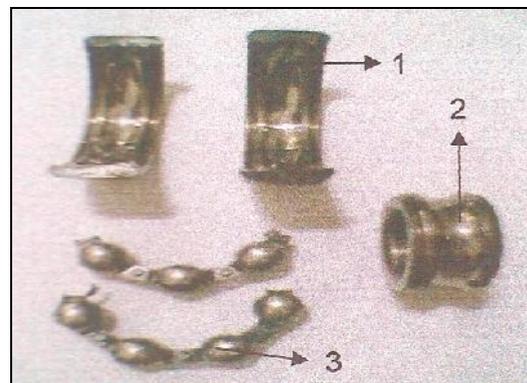
No	Lokasi Pengukuran				
	0°	30°	60°	90°	120°
I	0,0015	0,0017	0,0015	0,0011	0,0009
II	0,0021	0,0022	0,0019	0,0021	0,0018
III	0,0023	0,0021	0,0022	0,0024	0,0023
No	150°	180°	210°	240°	270°
I	0,0012	0,0004	0,0008	0,0011	0,0014
II	0,0012	0,0009	0,0011	0,0014	0,0018
III	0,002	0,0018	0,0022	0,0023	0,0018
No	300°	330°	360°	∑	
I	0,0015	0,0017	0,0015	0,0013	
II	0,0019	0,0022	0,0021	0,0017	
III	0,002	0,0021	0,0023	0,0021	



Gambar 5. Ball bearing diuji pada putaran 750 rpm dalam waktu 72 jam

Tabel 2. Penyebaran keausan pada Ball bearing diuji pada putaran 750 rpm dalam waktu 72 jam

No	Lokasi Pengukuran				
	0°	30°	60°	90°	120°
I	0,0021	0,0024	0,0014	0,0013	0,0012
II	0,0025	0,0024	0,0019	0,0024	0,0025
III	0,0031	0,0026	0,0025	0,0022	0,0025
No	150°	180°	210°	240°	270°
I	0,0012	0,0012	0,0014	0,0018	0,0022
II	0,0028	0,0024	0,0024	0,0022	0,0034
III	0,0026	0,0034	0,0032	0,0028	0,003
No	300°	330°	360°	∑	
I	0,0024	0,0022	0,002	0,0017	
II	0,0022	0,0024	0,0025	0,0025	
III	0,0028	0,003	0,0031	0,0028	



Gambar 5. Ball bearing diuji pada putaran 1000 rpm dalam waktu 72jam

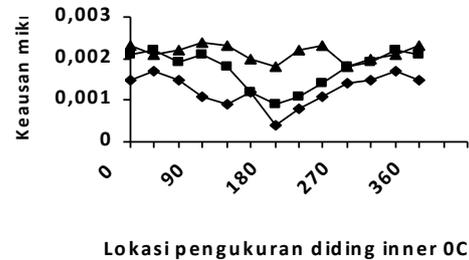
Tabel 3. Penyebaran keausan pada Ball bearing diuji pada putaran 1000 rpm dalam waktu 72 jam

No	Lokasi Pengukuran				
	0 ⁰	30 ⁰	60 ⁰	90 ⁰	120 ⁰
I	0,0025	0,0021	0,0021	0,0014	0,0018
II	0,003	0,0026	0,0028	0,0028	0,003
III	0,0036	0,0032	0,0028	0,0024	0,0023
No	150 ⁰	180 ⁰	210 ⁰	240 ⁰	270 ⁰
I	0,0014	0,0018	0,0022	0,0028	0,0033
II	0,0034	0,0032	0,0034	0,0034	0,0036
III	0,0028	0,0034	0,0038	0,0036	0,004
No	300 ⁰	330 ⁰	360 ⁰	\bar{x}	
I	0,0034	0,0032	0,0025	0,0023	
II	0,0038	0,0034	0,003	0,0032	
III	0,0042	0,0028	0,0036	0,0033	

PEMBAHASAN:

Kerusakan pada ball bearing dalam dua kategori yaitu: Kerusakan lokal jenis kerusakan adanya keausan, goresan ataupun lubang pada lintasan dalam, lintasan luar dan bola. Kondisi yang dibangkitkan akibat kerusakan ini terbukti pada saat elemen rotasi bersentuhan dengan kerusakan tersebut terdapat suara yang berbeda dan getaran yang frekwensinya lebih tinggi. Adanya getaran karena gaya kontak berubah secara periodik sebab putaran tidak pada sumbu yang simetris dan penyebabnya keausan yang terjadi. Kecepatan puran ball bearing tidak sama dengan kecepatan dinding inner maupun outer

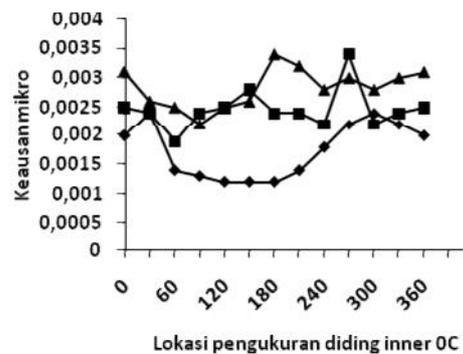
Grafik1. Sudut lokasi keausan pada putaran 500 rpm



Dari uraian grafik 1 , daerah yang mengalami keausan tinggi disekitar titik 0⁰ dengan lebar 60⁰ sebelah kanan titik 0⁰ dan 30⁰ derajat sebelah kiri titik 0⁰ dengan pelebaran celah antara inner race dan outer race sebesar 0,0017 mm setiap 72 jam pada putaran 500 rpm dengan beban 150 kg

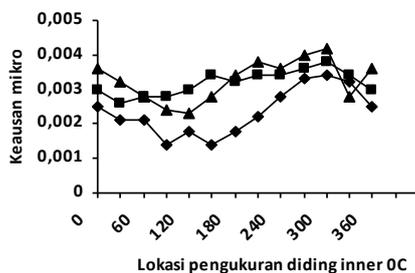
Dari uraian grafik 2 , daerah yang mengalami keausan tinggi disekitar titik 0⁰ dengan lebar 30⁰ sebelah kanan titik 0⁰ dan 30⁰ derajat sebelah kiri titik 0⁰ dengan pelebaran celah antara inner race dan outer race sebesar 0,0023 mm setiap 72 jam pada putaran 750 rpm dengan beban 150 kg

Grafik 2. Sudut lokasi keausan pada putaran 750 rpm



Dari uraian grafik 3 , daerah yang mengalami keausan tinggi disekitar titik 0⁰ dengan lebar 120⁰ sebelah kanan titik 0⁰ dengan pelebaran celah antara inner race dan outer race sebesar 0,0029 mm setiap 72 jam pada putaran 1000 rpm dengan bebab 150 kg

Grafik 3. Sudut lokasi keausan pada putaran 1000 rpm



Terjadinya keausan akan dipengaruhi oleh putaran sebab semakin besar putan akan menyebabkan area yang aus semakin luas dan semakin dalam terjadinya keausan pada dinding luar inner race maupun dinding dalam outer race.

KESIMPULAN

Dari analisa data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa semakin besar putaran yang ditimbulkan maka keausan yang terjadi akan semakin tinggi. Disini tidak lupa bahwa factor beban sangat berpengaruh terhadap keausan dan umur nominal bantalan karena pembebanan yang terjadi pada bantalan akan menambah gesekan antara dinding diameter luar bantalan dan rol kerucut yang terdapat pada bantalan.

Untuk setiap bantalan Umur Nominal dan Keausan yang trejadi ialah :

a). Umur Nominal yang terjadi pada grafik diatas menunjukkan bahwa

semakin menurun karena adanya beban yang akan mempengaruhi umur nominal bantalan walaupun hanya dipakai beberapa hari dalam seminggu. Disini membuktikan semakin besar beban yang diberikan pada bantalan dan putaran yang tinggi maka umur nominal bantalan yang terjadi akan semakin berkurang dan keausan yang terjadi semakin besar

b). Dalam jam operasi putaran yang terjadi terus menerus sehingga mempengaruhi keausan yang terjadi pada bantalan, baik dalam putaran yang rendah ataupun tinggi.maka dalam grafik dapat dilihat semakin tinggi putaran yang terjadi umur nominal bantalan pun semakin menurun

DAFTAR PUSTAKA

1. Crowford ,Arthur R., *Crowford S, The Simplified Handbook of Vibration Analysis*, Volume 1, SCI, Knoxville. 1992.
2. Gustav Niemann, Anton Budiman, Dipl, Ing, Bambang Priambodo, *Elemen Mesin*, Jilid 1, Erlangga Jakarta, 1999.
3. Jac. Stolk, Ir. (*Ir We*), C. Kros ,Ir. (*Ir We*), *Elemen Mesin, Elemen Kontruksi dari Bangunan Mesin*, Erlangga Jakarta, 1994
4. Mcconnel ,Kenneth G., *Vibration Testing*, John Wiley & Sons,Inc, New York. 1995.
5. Sularso, Kyakotsu Suga, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*,PT Pradnya Paramita, Jakarta 2002.

ANALISA KERUSAKAN PATAH *CAMSHAFT* PADA MESIN KENDARAAN BERMOTOR

Sugiyanto, Eko Edy Susanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Telp. (0341) 417636 – Pes. 516, Fax. (0341) 417634

E-mail : ekoedys@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penggunaan baja salah satunya adalah dibidang proses produksi, seperti pembuatan poros nok atau camshaft, proses pembentukan, dan konstruksi lainnya. Pemilihan material camshaft tergantung dari penggunaan atau aplikasi yang akan dibebankan pada konstruksi camshaft tersebut. Pemilihan material yang tepat sangat menunjang hasil yang baik, secara umum baja yang sesuai adalah baja dengan unsur baja karbon sedang.

Bentuk patahan camshaft berbentuk patah getas. Pernyataan tersebut dipekuat oleh bentuk penampang patahan yang rata dan mendatar. Patahan yang rata dan mendatar disebabkan karena pergeseran antara sruktur logam.

Bagian luar poros pada daerah yang tidak mendapat perlakuan pemesinan, kekerasannya 41,5 HRc lebih rendah dibandingkan dengan kekerasan pada daerah poros yang berhubungan dengan bantalan 44 HRc. Kekerasan pada daerah patahan kalau diukur dari daerah yang medekati lingkaran luar poros lebih keras dibandingkan dengan inti poros dan rata-rata kekerasan daerah patah sebesar 38 HRc. Pada poros yang patah atau rusak penyebaran kekerasan tidak merata. Pada daerah patahan camshaft setelah diukur kekerasannya ternyata semakin kedaerah inti poros kekerasannya semakin kecil. Dengan demikian ketangguhan camshaft tidak mampu mengatasi momen puntir yang terjadi akibat pemberhentian secara mendadak karena adanya kesalahan pada sistem penggerak, akibatnya camshaft patah

Kunci: *camshaft, patahan, operasional, pengujian, kegagalan.*

PENDAHULUAN

Pada mesin kendaraan terdapat mekanisme penggerak yang bekerja sangat kompak dan mendukung sistem kerja untuk menjalankan mesin. Salah satunya bagian komponen mesin yang sangat penting yaitu camshaft karena camshaft mengatur pemasukan bahan bakar dan mengeluarkan gas buang atau sisa pembakaran dengan membuka dan

menutup katup-katup pada ruang pembakaran. Mekanisme kerjanya dengan cara memutar camshaft dan pada camshaft dilengkapi nok-nok untuk membuka dan menutup katup-katup pada ruang bakar. Dengan demikian camshaft menerima beban momen puntir. Agar putaran camshaft dapat optimal maka pada bagian-bagian *bearing* diberikan pelumas yang melumasi secara terus-menerus. Kerusakan yang sering terjadi

pada camshaft, kebanyakan pada nok-nok sering terjadi keausan karena gesekan dengan dudukan *push rod*, keausan pada poros yang berhubungan dengan bantalan walaupun sudah ada aliran pelumasnya. Kerusakan yang berat dan jarang terjadi yaitu patahnya poros camshaft, padahal camshaft tersebut umur pakainya dapat dikategorikan masih aman.

Pada kerusakan *camshaft* selain bahan poros yang digunakan juga dipengaruhi oleh pengoperasiannya meliputi pelumasan, kerja *camshaft* dan permasalahan apa penyebab camshaft mengalami rusak patah pada saat dioperasikan. Tujuannya untuk mengetahui model perpatahan yang terjadi pada *camshaft* dan penyebab patahnya *camshaft*, dimana masalah patahnya *camshaft* tersebut akan dibahas lebih lanjut.

METODOLOGI

Bahan camshaft yang rusak atau patah mempunyai komposisi C: 0,38 ; Si: 0,27 ; Mn:0,65 ; Cr:1,7 ; Mo:0,35 ; Ni:1,25 dan kekerasannya rata-rata 290 HB, Tensile Strength rata-rata 95 kg/mm². Melalui pendekatan bahan sampel uji kekerasan menggunakan bahan dengan komposisi yang mendekati komposisi bahan *camshaft* yang rusak tersebut, memperoleh data kekerasan 45 HRc, Yield Strength 785 Mpa, Tegangan maksimum 856 Mpa.

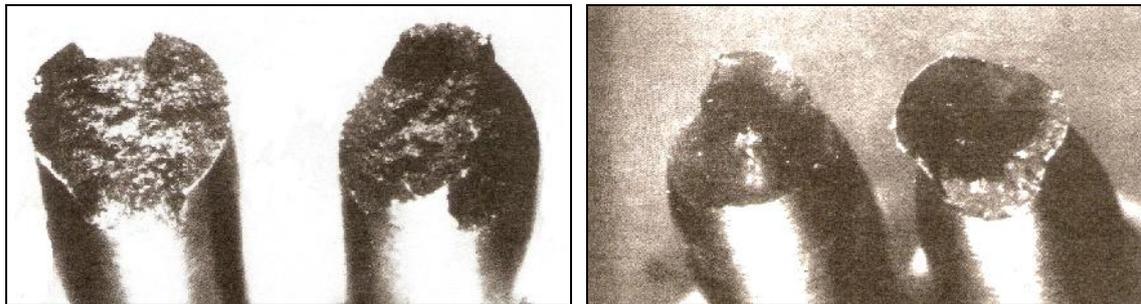
Menentukan model patahan :



Gambar 1. Camshaft yang patah



Gambar 2. Bentuk patahan camshaft



(a)

(b)

Gambar 3 Berdasarkan refrensi (a) Patahan Britle (b) Patahan Ductile



Patahan poros tipe Ductile (refrensi)

Patahan poros tipe Britle (sampel)

Gambar 4 Membandingkan bentuk patahan dari refrensi dengan *camshaft* yang patah

Dari gambar 2, gambar 3 dan gambar 4 *camshaft* berbentuk patah getas. sudah jelas bahwa bentuk patahan Pernyataan tersebut dipekuat oleh bentuk

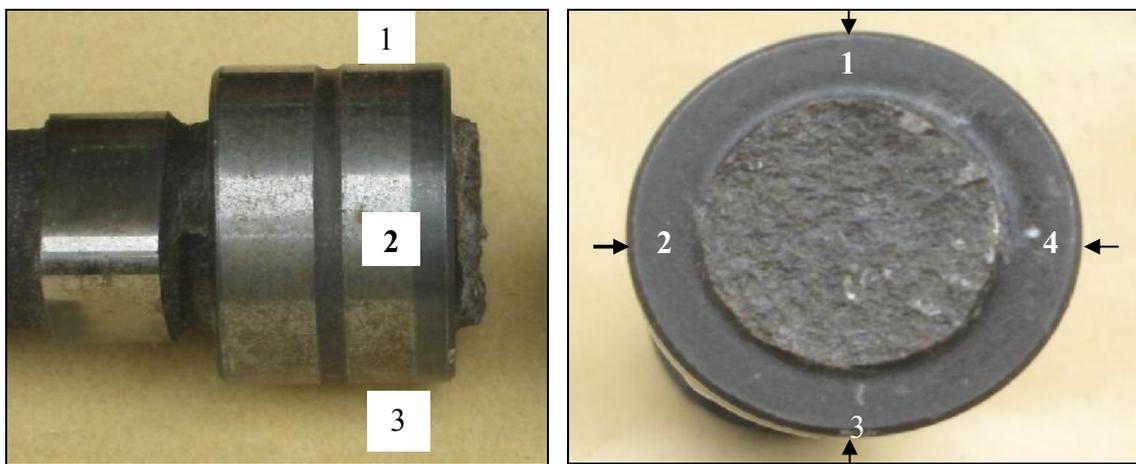
penampang patahan yang rata dan mendatar. Patahan yang rata dan mendatar disebabkan karena pergeseran antara sruktur logam.

Bentuk patahan logam yang bersifat mulur atau ductile terlihat pada permukaan patahan terdapat bentuk-bentuk bukit yang lancip karena pergeseran struktur logam kearah vertikal

bersamaan dengan melemahkan energi antara sruktur logam sehingga membentuk kerucut sampai putus.

Bahan *camshaft* kandungan karbonnya 0,35 % dengan demikian termasuk baja karbon sedang sesuai untuk bahan poros kerena mempunyai kekuatan dan ketangguhan. Jika dilakukan pengolahan panas dapat keras dan kuat.

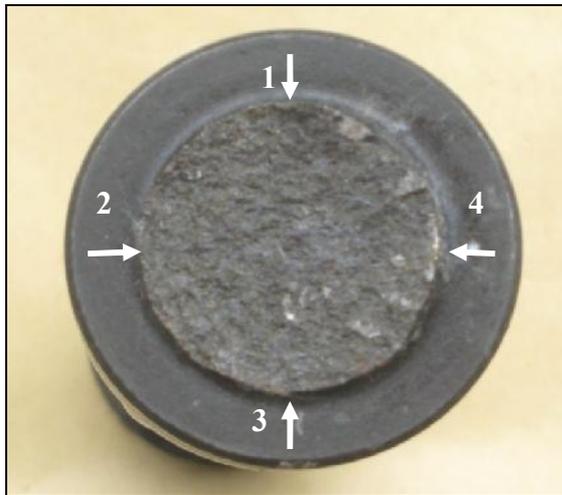
Penyebaran kekerasan material *camsahft* yang patah.



Gambar 5 Lokasi pengukuran kekerasan camshaft pada daerah *bearing*

Bagian luar camshaft (gambar 5) yang berhubungan dengan bantalan tidak ada cacat aus dan kekerasannya rata-rata 43,5 HRc. Dengan demikian pengaruh pelumasan pada bantalan tidak ada karena tidak terdapat keausan bahan akibat gesekan. Bagian luar poros pada daerah yang tidak mendapat perlakuan pemesinan (Gambar 6), kekerasannya 41,5 HRc lebih rendah dibandingkan dengan kekerasan pada daerah poros yang

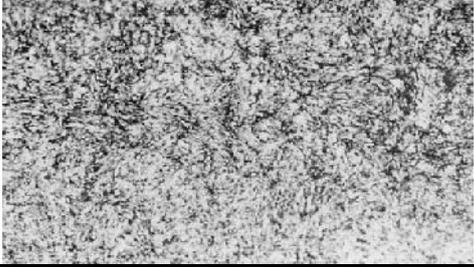
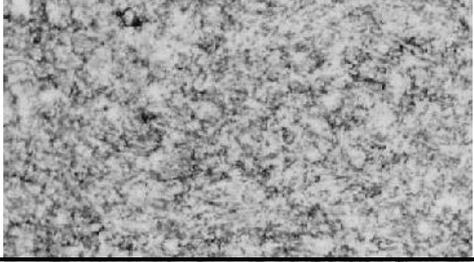
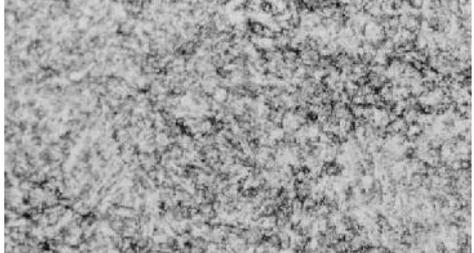
berhubungan dengan bantalan 43,5 HRc. Kekerasan pada daerah patahan kalau diukur pada daerah yang medekati lingkaran luar poros lebih keras (Gambar 7) dibandingkan dengan daerah tengah poros dan rata-rata kekerasan yang rusak atau patah sebesar 38 HRc. Dengan demikian pada satu poros yang patah atau rusak penyebaran kekerasan tidak merata.

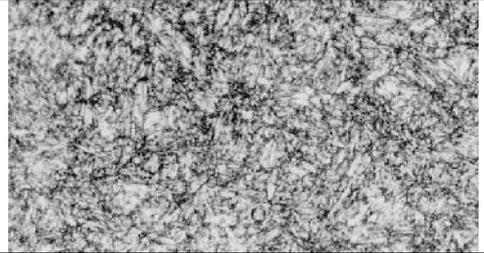
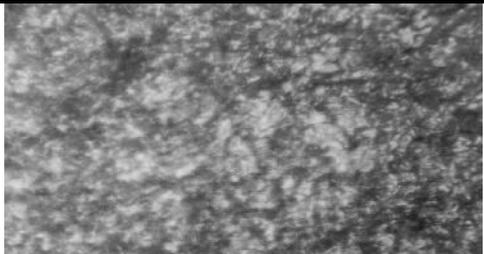


Gambar 6. Lokasi pengukuran kekerasan camshaft pada daerah patahan (diameter luar poros)

Gambar 7. Lokasi pengukuran kekerasan camshaft pada daerah patahan

Struktur mikro daerah patahan *camshaft*.

No Lokasi pengujian	Foto Struktur Mikro	Keterangan
1		Gambar struktur mikro diperbesar 500 x Kekerasan 41 HRc
2		Gambar struktur mikro diperbesar 500 x Kekerasan 39 HRc
3		Gambar struktur mikro diperbesar 500 x Kekerasan 39 HRc

4		Gambar struktur mikro diperbesar 500 x Kekerasan 40 HRc
5		Gambar struktur mikro diperbesar 500 x Kekerasan 35 HRc

Gambar 8. Struktur mikro daerah patahan camshaft dan kekerasannya

Pada daerah patahan *camshaft* setelah diukur kekerasannya ternyata semakin kedaerah inti atau tengah poros kekerasannya semakin kecil. Kenyataan ini diperkuat oleh gambar struktur mikro yang menggambarkan pada daerah tepi poros kandungan martensitnya lebih banyak prosentasinya dibandingkan pada daerah inti poros. Dengan demikian pada daerah luar poros kekerasannya tinggi dan bagian tengah poros dimana prosentase martensitnya lebih rendah dan prosentase perlit, ferit tinggi maka kekerasannya agak rendah. Oleh sebab itu poros spesifikasinya tahan terhadap aus dan tangguh serta kuat terhadap pembebanan.

Pengoperasian *camshaft* pada mesin kendaraan bermotor.

Historis terjadinya patahnya *camshaft* karena *camshaft* tidak mampu menahan momen puntir yang terjadi secara mendadak. Momen puntir pada

camshaft terjadi karena kerja *camshaft* berputar dan secara mendadak putaran *camshaft* dihentikan oleh nok yang tidak mampu menggerakkan push rod. Push rod tidak bergerak karena arm macet disebabkan katup-katup yang digerakan juga macet karena berbenturan dengan piston. Dengan demikian demikian patahnya *camshaft* karena pada waktu *camshaft* berputar dengan putaran tinggi kemudian diberhentikan oleh macetnya arm secara mendadak maka momen puntir yang terjadi pada *camshaft* tidak mampu ditahan oleh *camshaft* sehingga terjadi perpatahan pada *camshaft*.

PEMBAHASAN

Kekerasan pada permukaan *camshaft* yang patah rata-rata 39 – 43 HRc dan pada permukaan *camshaft* yang berhubungan dengan bantalan kekerasannya 41 – 46 HRc, dengan

demikian penyebaran kekerasan pada permukaan poros *camshaft* yang patah tidak merata dan rata-rata kekerasannya 41,5 HRc. Kekerasan poros pada bagian yang berhubungan dengan bantalan rata-rata kekerasannya 43,5 HRc. Kekerasan berdasarkan potongan melintang *camshaft* yang rusak 35 – 41 HRc dengan demikian rata-rata bagian dalam poros yang rusak kekerasannya rata-rata 38 HRc. Tidak meratanya kekerasan pada *camshaft* yang patah karena unsur martensit penyebarannya tidak merata, pada daerah diameter terbesar kandungan martensit prosentasenya banyak dan bagian tengah poros prosentase martensit kecil.

Pengaruh timing yang salah maka kinerja *camshaft* dan *crankshaft* tidak menghasilkan proses kerja mesin dengan baik sehingga menyebabkan katup berbenturan dengan piston dan menyebabkan arm berhenti atau macet. Sisi yang lain *camshaft* masih berkerja berputar dan nok mendorong arm karena arm macet maka nok juga macet sehingga momen puntir pada *camshaft* menyebabkan patah pada daerah nok yang macet.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa data hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Camshaft* setelah dioperasikan pada mesin kendaraan terjadi penurunan kekerasan dan kekerasannya tidak merata sehingga terjadi perbedaan tegangan pada bahan konstruksi

camshaft dengan demikian dapat mempercepat laju perpatahan.

2. *Camshaft* patah disebabkan tidak mempunya bahan *camshaft* menerima momen puntir setelah terjadi macetnya arm dan posisi *camshaft* dalam keadaan berputar.
3. Pemilihan bahan *camshaft* rusak sebelum batas umur pakai karena pada saat pengoperasian terjadi kesalahan proses kerja pada sistem mekanis.

DAFTAR PUSTAKA

1. George E. Dieter, Metalurgi Mekanik, Terjemahan Sriati Djaprie, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
2. Smallman. R.E, Metalurgi Fisik Modern, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1991.
3. Suratman Rochim, Paduan Proses Perlakuan Panas, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung, 1994.
4. Tata Surdia, Pengetahuan Bahan Teknik, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1992.
5. Thelning Erick, Stell and Heat Treatment, Jointly Owned by Butterworek & CO, London, 1984
6. Thomas J. Witherfod, Introduction to Heat Treating of Stells, ASM Handbook Heat Treating, Volume 4, ASM International, Ohio, 1993 halaman 711-725.