

ANALISIS KEKERASAN PADA *OUTER RING* DAN *INNER RING* HASIL PROSES HEAT TREATMENT

Sri Anastasia Yudistirani¹, Kisman H Mahmud², Ery Diniardi^{2,*}

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

*Email: ery.diniardi@ftumj.ac.id

Diterima: 8 Juli 2017

Direvisi: 29 Agustus 2017

Disetujui: 21 September 2017

ABSTRAK

Bearing adalah elemen mesin yang menyerupai poros berbeban, sehingga putaran atau gerak bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus, aman dan panjang umur. *Bearing* harus kokoh dan ulet untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja dengan semestinya. Untuk itu, bahan dari bantalan yang merupakan baja karbon tinggi harus bersifat ulet dan tangguh. Untuk mendapatkan sifat logam yang diinginkan dilakukan proses *Heat Treatment* (perlakuan panas), khususnya pada *outer* dan *inner ring*. Pengujian kekerasan pada *outer* dan *inner ring* dari bantalan dilakukan setelah proses *Heat Treatment*. Pengujian kekerasan dengan menggunakan *Digital Rockwell Hardness Tester*, nilai dari kekerasan tersebut dapat langsung dibaca pada skala alat tersebut. Proses *Heat Treatment* *outer* dan *inner ring* dari bantalan XYZ dapat menghasilkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan pabrik, yaitu angka kekerasan Rockwell 62-64 HRC. Jika hasil dari pengujian kekerasan nilainya sesuai dengan standar pabrik, maka *outer* dan *inner ring* tersebut memenuhi syarat kualitas pabrik.

Kata kunci: *Bearing, Kekerasan, Heat Treatment, outer dan inner ring, Rockwell*

ABSTRACT

Bearing is a machine element that resembles a loaded shaft, so rotation or alternating motion can take place smoothly, safely and long life. Bearings must be sturdy and resilient to allow the shaft as well as other engine elements to work properly. If the bear does not work properly then the performance of the whole system will decrease or can not work properly. Therefore, the material of the bearing which is a high carbon steel must be tough and tough. To obtain the desired metal properties, the process of Heat Treatment (heat treatment), especially in outer and inner ring. Hardness testing on the outer and inner ring of the pads is done after the Heat Treatment process. Hardness testing using the Digital Rockwell Hardness Tester, the value of the hardness can be read directly on the scale of the tool. The Heat Treatment process of outer and inner ring of the XYZ bearings can produce the desired mechanical properties of the factory, which is the hardness of Rockwell 62-64 HRC. If the result of hardness testing is of value in accordance with the factory standard, then the outer and inner ring qualifies the manufacturer.

Keywords: *Bearing, Hardness, Heat Treatment, outer and inner ring, Rockwell*

PENDAHULUAN

Dewasa ini dalam memasuki perdagangan bebas, maka setiap perusahaan harus dapat memberikan produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan konsumen sekarang, baik dalam segi produk, kualitas produk serta harga jual yang disesuaikan dengan produk pasaran [Saleh, 2014]. Dengan demikian perusahaan akan mampu bersaing dengan perusahaan lain dengan produksi sejenis (dalam hal ini bearing) dan tidak mustahil akan memenangi persaingan tersebut [Hasbi, 2016]. Untuk itu perusahaan harus mampu sepenuhnya mengenai pentingnya perencanaan sistem produksi yang baik, dari bahan baku mentah sampai dengan output akhir yang dihasilkan sehingga hasilnya dapat diterima baik oleh masyarakat [Diniardi, 2014].

Bearing adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus, aman dan panjang umur [Mabruri, 2015]. Bearing harus kokoh dan ulet untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik [Daryanto, 1997]. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya [Susanto, 2009].

Dalam penggunaannya bearing digunakan sebagai bantalan. PT. XYZ adalah sebuah pabrik yang bergerak dalam bidang usaha produksi khusus bearing (bantalan), yang merupakan satu-satunya pabrik bearing di Indonesia. Bearing yang dihasilkan yaitu jenis Ball Bearing (bantalan bola).

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis kekerasan pada inner dan outer ring pada bantalan hasil dari proses heat treatment.

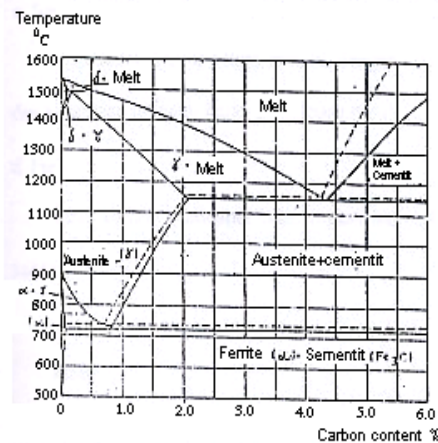
Diagram Kesetimbangan Fe-Fe₃C

Logam besi atau Fe merupakan unsur utama dari berbagai paduan baja komersial. Disamping Fe, dalam baja terdapat unsur lain seperti karbon (C), mangan (Mn), silicon (Si), fosfor (P), belerang (S), Krom (Cr), nikel (Ni), molibden (Mo) dan lain-lain. Unsur tersebut ditambahkan dengan maksud memperbaiki sifat-sifat fisik atau mekanik, namun mungkin turut terbawa selama proses sebagai pengotor yang tidak diinginkan. Diagram fasa

kesetimbangan Fe-Fe₃C merupakan salah satu kesetimbangan yang terpenting, dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari gambar tersebut besi karbon dapat dikelompokkan menjadi :

- Besi “murni”, dengan kandungan karbon sangat rendah
- Baja, dengan kandungan karbon 2 %
- Besi cor atau besi tuang, dengan kandungan karbon 2-4.5 %.



Gambar 1. Diagram kesetimbangan Fe-Fe₃C [Vlack, 1995]

Fasa padat yang dapat di jumpai dalam diagram tersebut adalah:

- Ferrit (α)**
Kelarutan maksimum dari karbon tercapai pada 723^oC yaitu sebesar 0.02 %. Sedangkan pada 0 C hanya sebesar 0.005 %.
- Austenit (γ)**
Kelarutan padat dalam *austenit* mencapai nilai maksimum sebesar 2.08 % pada 1148^oC dan turun hingga 0.8 % pada 723^oC .
- delta (δ)**
Kelarutan padat karbon mencapai nilai maksimum sebesar 0.09 % pada 1145^oC .
- Sementit (Fe₃C)**
Sementit merupakan senyawa antara metalik dengan komposisi Fe = 93.3 % dan karbon 6.6 %. Sifat fasa ini yaitu keras akan tetapi rapuh.

Uji kekerasan

Ada beberapa alasan kenapa pengujian material sangat penting dilakukan, diantaranya yaitu:

- a. Pengecekan terhadap kuliatas material (sesuai dengan spesifikasi yang ada)
- b. Memastikan material memberikan sifat yang dikehendaki
- c. Pengecekan akhir
- d. Pengecekan dalam penggunaan (mendeteksi penurunan fungsi material dan kerusakan yang terjadi)

Pengujian kekerasan (*Hardening Testing*) merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan bahan terhadap deformasi atau identitasi permanen pada permukaan bahan.

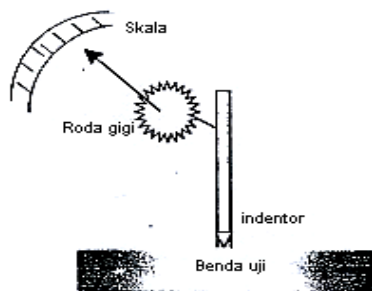
Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian ini menggunakan kerucut intan sebagai alat untuk mengukur kekerasan suatu logam. Metode Rockwell merupakan uji kekerasan dengan pembacaan langsung. Metode ini banyak dipakai karena pertimbangan yang praktis, dapat dilihat pada Gambar 2.

Metode rockwell yang umumnya dipakai adalah rockwell:

- a. A, menggunakan indentor intan dengan beban 60 kg.
- b. B, menggunakan indentor bola baja berdiameter 1/16 inci dengan beban 100 kg.
- c. C, menggunakan indentor intan dengan beban 150 kg.

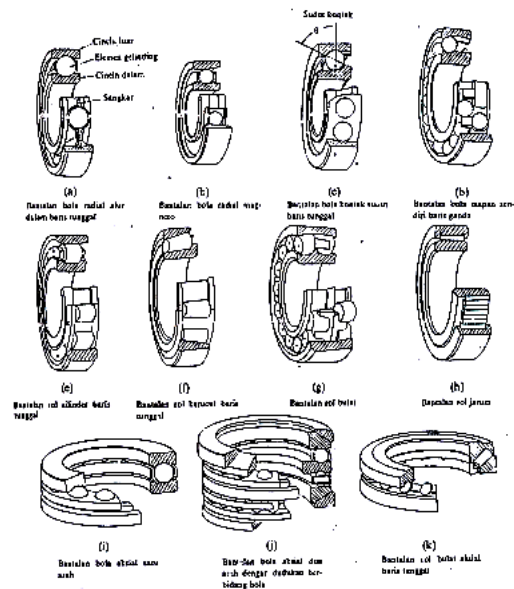
Kerucut ini akan merobek permukaan logam, masuk sedalam h dari permukaan. Kedalaman h menentukan kekerasan dari logam uji.



Gambar 2. Proses pengujian kekerasan dengan metode Rockwell [Amstead, 1997]

Bantalan Gelinding

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil. Elemen gelinding seperti bola atau rol, dipasang diantara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau rol, ketelitian tinggi dalam bentuk-bentuk dan ukuran merupakan keharusan. Karena luas bidang kotak antara bola atau rol dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban per satuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi. (Gambar 3)



Gambar 3. Macam-macam bantalan gelinding [Amstead, 1997]

Pelumasan Bantalan Gelinding

Pelumasan bantalan gelinding dimaksudkan untuk mengurangi gesekan dan keausan antara elemen gelinding dan sangkar, membawa keluar panas yang terjadi, mencegah korosi dan menghindari masuknya debu. Cara pelumasan ada dua macam, yaitu pelumasan gemuk dan pelumasan minyak. Pelumasan gemuk lebih disukai karena penyekatnya lebih sederhana, dan semua gemuk yang bermutu baik dapat memberikan umur panjang. Pemberian gemuk juga cukup efektif, yaitu secara periodik.

Pelumasan minyak merupakan cara yang berguna untuk kecepatan tinggi atau

temperatur tinggi. Yang paling populer diantaranya adalah pelumasan celup. Pada cara ini, dengan poros mendatar, minyak harus diisi sampai tengah-tengah elemen gelinding yang terendah. Untuk mencegah kebocoran pelumas serta masuknya benda asing, terdapat bermacam-macam alat penyekat. Alat-alat tersebut dapat dipakai sendiri-sendiri atau dalam gabungan.

Sil minyak merupakan suatu kesatuan yang terdiri atas karet sintesis dengan bentuk penampang tertentu. Sil minyak dapat menyekat lebih rapat, serta dapat dipergunakan pada poros yang berputar maupun bergerak bolak-balik. Cincin ini sangat menguntungkan dimana kecepatan keliling bantalan cukup tinggi, tekanan didalam cukup besar, dan lingkungan yang banyak berdebu. Sil mekanis cocok untuk menyekat cairan dengan kemampuan melumas yang relatif rendah, serta dapat dipergunakan untuk kecepatan tinggi.

Baja AISI 52100

Baja AISI 52100 (SUJ 2) merupakan baja yang memiliki kadar chromium dan karbon yang tinggi. Baja jenis ini biasanya dipergunakan sebagai bearing steel. Baja jenis ini memiliki karakteristik kekerasan antara 62-66 HRC.

Unsur paduan sebenarnya ditambahkan untuk memperbaiki sifat dari baja itu sendiri. Unsur paduan disini dapat berupa unsur yang memang ditambahkan kedalam baja ataupun dari pengotor yang terbawa selama proses pembuatan. Akan tetapi keduanya memiliki efek terhadap peningkatan ataupun penurunan sifat baja.

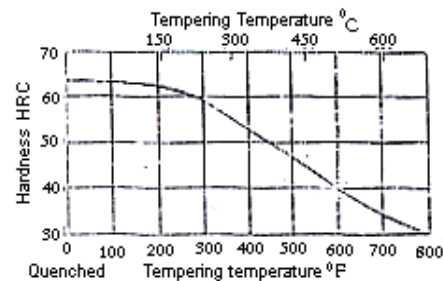
Perlakuan panas *Heat Treatment* merupakan kombinasi perlakuan panas dan dingin bahan padat untuk waktu tertentu, sehingga didapatkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan.

Keuntungan komersial yang didapat dari perlakuan panas tidak perlu diragukan lagi, perlakuan panas bukan merupakan suatu proses yang berdiri sendiri akan tetapi merupakan satu kesatuan dari proses produksi secara keseluruhan.

Perlakuan panas baja AISI 52100 ini mencapai 885°C, dan pendinginannya dilakukan dengan

lambat dalam udara, dapat dilihat pada Gambar 4.

E52100: Hardness Versus Tempering Temperature. Represent an average based on a fully quenched structure



Gambar 4. Grafik kekerasan vs tempering temperature [Vlack, 1995]

Proses Anil (Annealing process)

Proses anil merupakan proses pemanasan bahan hingga temperatur tertentu selama waktu tertentu yang kemudian disusul dengan pendinginan lambat sampai temperatur relatif rendah melintasi daerah transformasi. Pendinginan dilakukan dalam dapur atau dalam media yang memiliki daya isolasi panas yang baik.

Proses Pengerasan (Hardening Process)

Pemanasan untuk mencapai temperatur austenisasi dalam proses pengerasan cukup cepat, namun perlu diperhatikan bahwa peningkatan temperatur yang terlalu tinggi dapat memperbesar kemungkinan timbulnya distorsi bahan retak, oleh karena itu sering kali dilakukan pemanasan bertahap. Lama pemanasan ditentukan oleh waktu yang diperlukan agar temperatur merata, dan karbida telah larut semuanya. Ini perlu diperhatikan dari segi penghematan sumber energi. Selain itu pemanasan yang terlalu lama memperbesar kemungkinan terjadinya retak dipermukaan bahan.

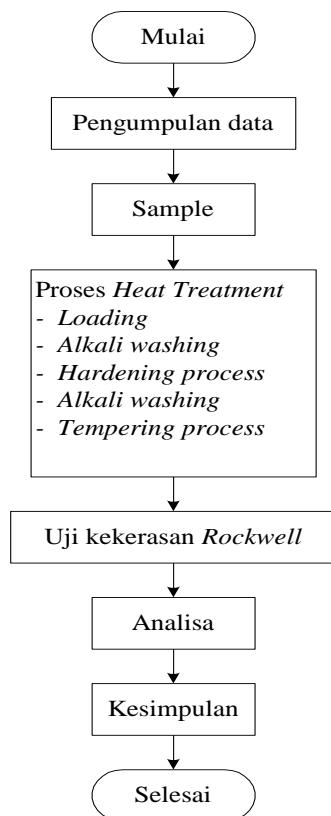
Proses Temper

Baja yang diperoleh dari hasil proses diatas tersebut sangat keras, rapuh dan memiliki tegangan sisa yang tinggi, sehingga agar dapat dipergunakan dengan baik diperlukan perlakuan tambahan yaitu proses penemperan. Proses penemperan merupakan proses perlakuan panas dengan pemanasan sampai

temperatur. Dengan demikian didapatkan peningkatan keuletan dan ketangguhan serta meningkatkan sifat kemampukerasan baja. Namun disisi lainnya terjadi pengurangan kekuatan dan kekerasannya.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah: pengumpulan data dan studi literatur yang berkaitan dengan penelitian, sampel untuk pengujian dilakukan beberapa perlakuan di proses heat treatment, dilakukan pengujian kekerasan pada sampel hasil proses heat treatment, dilakukan analisa dari hasil pengujian kekerasan, langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil nilai kekerasan pada outer ring dan inner ring tipe 6301 dengan menggunakan alat Digital Rockwell Hardness Tester buatan Jepang, dengan beban 60 kg (telah di

konversikan ke HRC), dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian kekerasan pada outer ring

Sample No.	Titik				Rata-rata (HRC)
	A	B	C	D	
1	63.8	63.5	63.5	63.5	63.5
2	63.8	63.6	63.5	63.6	63.6
3	63.3	63.3	63.5	63.3	63.3
4	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
5	63.7	63.5	63.6	63.6	63.6
6	63.6	63.6	63.5	63.5	63.6

Dari data Tabel 1 diatas diperoleh nilai rata-rata kekerasan dari outer ring tersebut adalah 63.5 HRC.

Tabel 2. Hasil Pengujian kekerasan pada inner ring

Sample No.	Titik				Rata-rata (HRC)
	A	B	C	D	
1	63.8	63.5	63.6	63.7	63.6
2	63.6	64.0	63.8	63.8	63.8
3	63.8	63.7	64.0	63.6	63.7
4	63.6	64.6	63.6	63.4	63.5
5	63.8	63.8	64.0	63.8	63.8
6	63.7	63.6	64.0	63.8	63.7

Nilai rata-rata kekerasan dari inner ring dari Tabel 2 adalah 63.6 HRC.

Berdasarkan hasil dari pengujian kekerasan pada *outer* dan *inner ring* tersebut setelah proses *Heat Treatment* didapat harga kekerasan sebesar :

1. Untuk *outer ring* 63.5 HRC
2. Untuk *inner ring* 63.6 HRC

Karena standar nilai kekerasan pabrik 62-64 HRC, maka *outer* dan *inner ring* tersebut memenuhi standar *quality* pabrik dan siap untuk diteruskan ke proses pemesinan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulannya adalah sebagai berikut:

1. Proses Heat Treatment outer dan inner ring dari bearing dapat dihasilkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan tingkat kekerasannya sesuai dengan standar yang diinginkan pabrik, yaitu nilai kekerasan Rockwell 62-64 HRC.
2. Proses Heat Treatment bahan bearing steel 52100 yang sifatnya keras dan rapuh dapat merubah sifat dari bahan tersebut menjadi ulet dan tangguh.
3. Proses Heat Treatment menentukan proses pemesinan selanjutnya dari outer dan inner ring pada proses pembuatan produksi bearing PT. XYZ.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B., 1997, *Teknologi Mekanik*, Penerbit Erlangga
- Daryanto, 1997, *Teknik Servis Mobil*, Penerbit PT. Rineka Cipta
- Diniardi, E., Ramadhan, A.I., Basri, H., 2014, *Analisis Kekuatan Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Material Polimer Penyusun Kipas Radiator*, *Jurnal Teknologi*, Vol 6 No 1, pp. 55-67
- Hasbi, M. Y., Malau, D. P., Adjiantoro, B., 2016, *Pengaruh Variasi Reduksi Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Laterit Melalui Pengerolan Panas*, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2016*, pp. 1-8
- Mabruri, E., dkk, 2015, *Pengaruh Mo Dan Ni Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja Tahan Karat Martensitik 13cr*, *Majalah Metalurgi (2015)*, 3: 133-140
- Saleh, A. R., 2014, *Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Jenis Deep Groove Pada Lori Pabrik Kelapa Sawit Dan Cara Penanggulangannya*, *Jurnal Aptek Vol. 6 No. 1*, pp. 49-56
- Sularso, Kiyokatsu Suga, 1978, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Penerbit Pradya Paramita
- Susanto, E. E., Faizin Ahmad R, 2009, *Analisa Kegagalan Main Bearing Crankshaft Pada Kendaraan Roda Empat*, *Jurnal Flywheel, Volume 2, Nomor 1*, pp. 1-9
- Vlack, V. H., Djaprie, 1995, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Penerbit Erlangga