

## Analisa Kegagalan Bantalan Luncur (*Bush*) pada Poros Sepatu Rem Kereta Api

Adi Ganda Putra\*  
Pawawoi\*\*

\*Jurusan Teknik Mesin

\*\*Jurusan Teknik Metalurgi

Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani

**Abstrak.** Bantalan Luncur (*Bush*) pada poros sepatu rem kereta api berfungsi membantu proses pengereman yang terjadi pada kereta api yang akan berhenti. Kegagalan bantalan luncur dalam membantu proses pengereman yang terjadi pada kereta api akan mengakibatkan kereta bisa tergelincir atau yang lebih fatal akan mengakibatkan terjadinya kecelakaan. Kerusakan pada bantalan luncur ini terjadi karena adanya konsentrasi tegangan sehingga tegangan yang diterima melebihi kekuatan dari bantalan luncur. Akibatnya bantalan luncur mengalami patah. Tegangan yang terjadi akibat adanya konsentrasi tegangan sebesar  $21,32 \text{ kgf/mm}^2$  sedangkan tegangan yang diijinkan adalah  $16,4 \text{ kgf/mm}^2$ . Perbedaan yang besar ini menyebabkan terjadinya deformasi dan patah pada bantalan luncur. bentuk patahan yang terjadi berupa patah transgranular. sehingga pada material *bush* yaitu patah transgranular.

**Kata kunci :** *Bantalan Luncur; poros, sepatu rem, konsentrasi tegangan dan patah transgranular*

### 1 Pendahuluan

Jasa angkutan kereta api yang diinginkan masyarakat adalah yang dapat berfungsi untuk mendekatkan dua atau lebih lokasi dengan jarak waktu yang cepat dengan biaya yang murah sehingga mempunyai nilai sosial dan ekonomi yang tinggi. Untuk menunjang tuntutan tersebut, maka kehandalan operasi dan tingkat keselamatan, ditentukan dari faktor pemeliharaan disamping disiplin dan ketrampilan aparat yang menjalankan tugasnya sehingga mampu melakukan efisiensi biaya operasional, karena setiap gerakan operasional selalu menyebabkan pengeluaran biaya dan energi yang selalu berkaitan dengan biaya. Dengan ini kerusakan sekecil apapun dalam seluruh desain maupun mesin kereta api harus dapat ditanggulangi dan dikurangi melalui analisa kegagalan yang nantinya dapat mempermudah cara untuk menanggulangi dan mempermudah untuk mencegah kerusakan-kerusakan tersebut.

Sistem pengereman pada kereta api memegang peranan penting dalam hal keselamatan, sehingga kerusakan komponen pada bagian dalam sepatu rem kereta api akan dapat berakibat fatal dalam operasionalnya. Kegagalan pada bantalan luncur (*bush*) poros blok sepatu rem kereta api yang berfungsi sebagai peredam pada saat pengereman berlangsung. Pecahnya bantalan luncur pada sepatu rem kereta api mengakibatkan bantalan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan akibatnya fatal karena sistem pengereman roda menjadi tidak sempurna, sehingga menghambat operasional yang berpengaruh terhadap masalah waktu dan biaya yang dikeluarkan lebih besar dan yang utama dapat berdampak pada resiko terjadinya kecelakaan.

## 2 Metode Penelitian

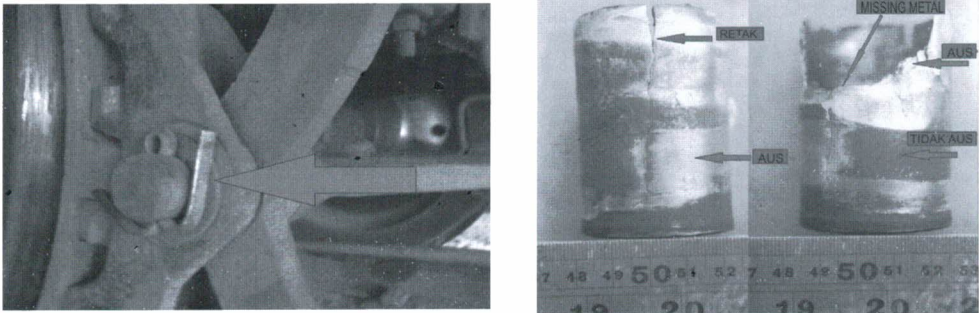
Langkah awal dalam menganalisa kegagalan yang terjadi pada suatu komponen material adalah pemeriksaan visual. Pemeriksaan visual adalah suatu bentuk pemeriksaan yang dilakukan dengan mata telanjang (dengan pengamatan langsung) pada permukaan material yang mengalami kegagalan. Kemudian dilanjutkan dengan analisa fraktografi yang merupakan suatu metode untuk mempelajari retakan pada permukaan patahan, sehingga didapat kesimpulan sementara penyebab terjadinya kegagalan.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan komposisi kimia untuk memastikan komposisi kimia bantalan luncur sesuai dengan spesifikasi bantalan luncur yang direkomendasikan untuk bahan bantalan luncur. Pengujian metalografi dan kekerasan dilakukan untuk melihat apakah terjadi perubahan sifat mekanik pada bantalan luncur yang berupa perubahan fasa ataupun mengalami peningkatan kekerasan.

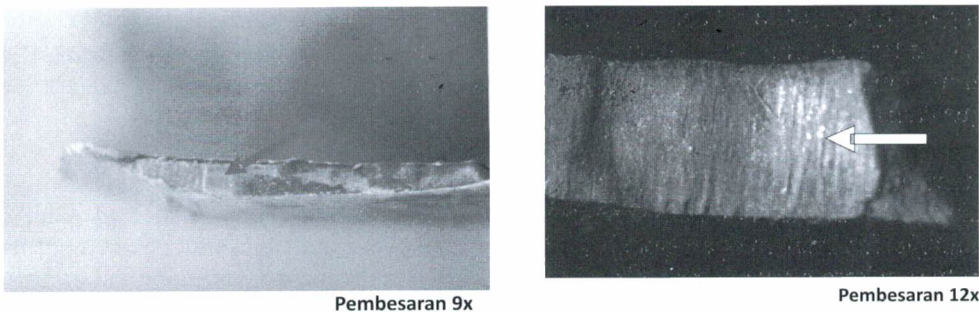
## 3 Data dan Pembahasan

### 3.1 Pemeriksaan Makro

Bantalan luncur pada poros sepatu rem yang mengalami kerusakan atau patah terjadi pada kereta api ekonomi jurusan Bandung – Jakarta. Posisi dan kerusakan pada bantalan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Posisi dan kerusakan bantalan pada poros sepatu rem kereta api



Gambar 2 Perambatan retakan pada bantalan luncur poros sepatu rem kereta api

Gambar 1 menunjukkan jenis kerusakan yang terjadi pada bantalan luncur yang terdiri atas keausan, *missing material* dan retakan. Keausan yang terjadi tidak hanya pada bagian luar *bush* poros sepatu rem saja tetapi juga pada bagian dalam berupa adhesi dengan adanya *galling* (lubang-lubang) akibat hilangnya material bantalan luncur yang menempel poros blok sepatu rem. Hal ini terjadi karena material bantalan luncur ini dirancang lebih lunak dari poros sepatu rem yang akan mempermudah proses pemeliharannya.

Gambar 2 memperlihatkan retakan yang terjadi berupa retak getas dengan ditandai permukaan retakan yang memiliki pola perambatan retak *radial mark*. Pada permukaan retakan tidak terlihat adanya deformasi elastis secara makro yang ditunjukkan dengan penampang patahannya mengkilat. Retakan mula-mula terjadi pada dinding bantalan luncur yang mengalami penipisan akibat adanya tekanan dari poros pada saat pengereman. Karena pengereman terjadi berulang-ulang maka dinding bantalan luncur mengalami deformasi plastis sehingga permukaan bantalan menipis dan menyebabkan terjadinya efek getas. Penggetasan ini akan menyebabkan retakan yang selanjutnya saling bertemu pada satu lokasi hingga berakibat pada pelepasan sebagian material (*missing material*). Karena pemeriksaan gerbong kereta dilakukan 2 tahun sekali, maka kerusakan ini tidak terdeteksi. Akibatnya komponen lain seperti *brake block head* (rumah sepatu rem) mengalami keausan pada lubang dudukan bantalan luncur yang akan menyebabkan peningkatan getaran dan kelonggaran antar komponen pengikat lengan dengan *triangle*.

**3.2 Pengujian Komposisi Kimia**

Hasil pengujian komposisi kimia ditunjukkan ada tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian komposisi kimia bantalan pada poros sepatu rem kereta api

Unsur	Simbol	% Berat Hasil pengujian	Standart AISI 1010 (% Berat) <sup>(10)</sup>
Karbon	C	0.08	0.08-0.13
Mangan	Mn	0.44	0.30-0.60
Phospor	P	0.025	0.040max
Sulfur	S	0.024	0.050max
Silikon	Si	0.03	-
Crom	Cr	0.06	-
Besi	Fe	Sisa	Sisa

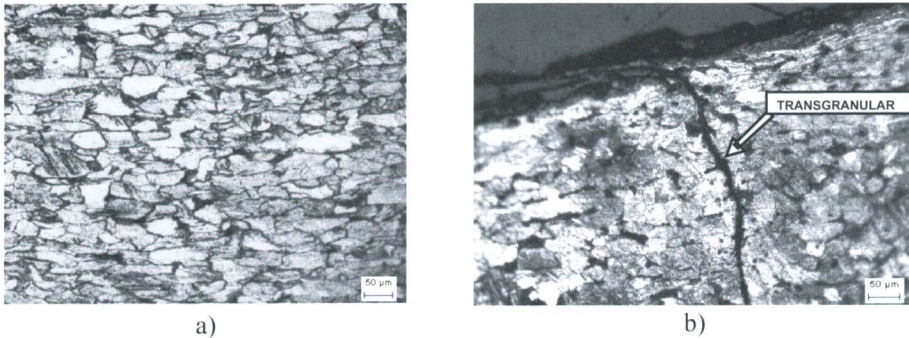
Dari hasil pemeriksaan komposisi kimia diketahui material bantalan luncur sesuai dengan standar STKM1 6A atau AISI 1010.

**3.3 Pengujian Kekerasan**

Pengujian kekerasan dilakukan pada bagian luar dari bantalan luncur poros sepatu rem yang mengalami keausan dan bagian penampang permukaan yang tidak mengalami kerusakan. Kekerasan rata-rata pada bagian yang mengalami keausan adalah 204,2 Hv dan bagian yang tidak mengalami keausan adalah 176,4 Hv.

### 3.4 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan pada bantalan luncur poros sepatu rem yang mengalami patah seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2 Struktur mikro bantalan luncur poros sepatu rem kereta api yang terdiri dari fasa ferit (putih) dan perlit (hitam),  
a) daerah yang mengalami keausan, b) daerah yang mengalami patah

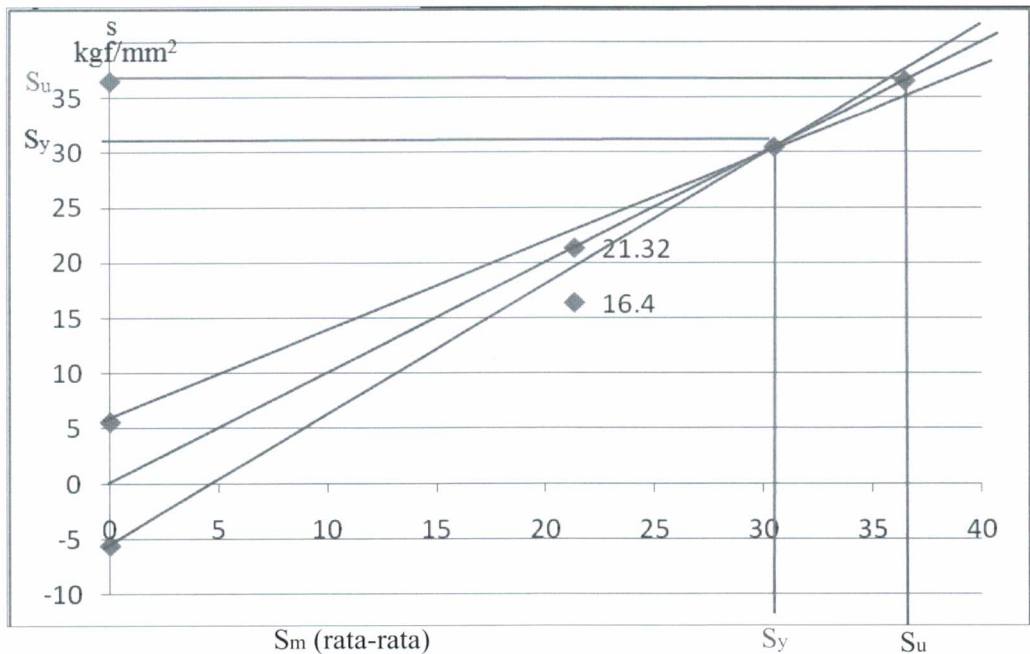
Pada struktur mikro bantalan luncur poros sepatu rem yang mengalami patah menunjukkan adanya perubahan bentuk butir yang berbentuk pipih yang menunjukkan adanya proses deformasi pada saat pemakaian.

### 3.5 Pembahasan

Dari pemeriksaan makro menunjukkan bahwa bantalan luncur poros sepatu rem mengalami keausan yang tidak merata pada permukaan luar pada bagian tertentu yang disebabkan adanya tekanan dari poros yang bekerja saat pengereman. Karena tidak simetris (miring) maka terjadi keausan dan retak pada sisi bantalan luncur poros sepatu rem. Hal ini terjadi karena konsentrasi tegangan pada poros terjadi pada satu sisi saja, sehingga kerja poros tidak sesuai yang mengakibatkan munculnya retakan. Penggantian sepatu rem hanya dilakukan pada bagian yang mengalami kerusakan sehingga terjadi ketidak seimbangan pada waktu pengereman.

Dari hasil pengujian kekerasan terjadi peningkatan kekerasan material bantalan luncur poros sepatu rem dari 192.4 Hv pada daerah yang tidak mengalami keausan menjadi 206.3 Hv pada daerah aus. Hal ini disebabkan oleh adanya gesekan yang menyebabkan deformasi plastis secara mikro dan adanya tekanan dari poros yang menyebabkan deformasi plastis secara makro, sehingga terjadi proses pengerasan regangan (*strain hardening*).

Salah satu cara untuk mengetahui penyebab kegagalan pada komponen bantalan luncur poros sepatu rem pada kereta api yaitu dengan menganalisa tegangan yang terjadi akibat pembebanan pada saat pengoperasiannya. Dari hasil perhitungan, kehilangan material selama satu siklus pengereman adalah 0,17 mm<sup>3</sup>. Karena selama pemakaian ada 3320 siklus maka total kehilangan material sebesar 253,98 mm<sup>3</sup> atau 1981,044 gr. Dan apabila gaya-gaya yang bekerja dihitung selama pemakaian bantalan luncur pada poros sepatu rem dan diplot dalam diagram *goodman*, maka dihasilkan gambar sebagai berikut:



Gambar 3 Diagram Goodman bantalan pada poros sepatu rem kereta api

Tegangan yang bekerja pada bantalan luncur pada poros sepatu rem sebesar 24,32 kgf/mm<sup>2</sup> berada dalam daerah yang tidak aman sehingga sewaktu-waktu dapat mengalami patah.

#### 4 Kesimpulan

1. Faktor – faktor penyebab terjadinya kegagalan adalah :
  - a. Terjadinya keausan adhesi, retak getas *transgranular*, dan *missing metal*.
  - b. Peningkatan nilai kekerasan rata-rata Material bush poros sepatu rem sebesar 5,7 % setelah terjadi keausan (197,4 HV menjadi 206,3 HV).
  - c. Adanya konsentrasi tegangan sebesar 1.3 menyebabkan peningkatan tegangan menjadi 21,32 kgf/mm<sup>2</sup> sehingga mengakibatkan material AISI 1010 pada bantalan luncur poros sepatu rem ini mengalami kegagalan.
2. Kerusakan bantalan yang terjadi dalam waktu 83 hari kerja, mengharuskan pihak kereta api harus memeriksa dan mengganti komponen bantalan maksimal 3 bulan kerja.

#### Daftar Pustaka

1. Sularso, “*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*”, PT.Pradnya Paramita, 1994.
2. Hartono As, “*Konstruksi dan Perkembangan Bogie Kendaraan Rel*”, PJK, 1985.
3. Metals Handbook, American Society for Metals Volume 7, “*Atlas of Microstructures of Industrial Alloys*”, 1972.
4. Metals Handbook ASM volume 1, “*Properties and Selection of Metals*”, 1961.
5. Metal Handbook ASM volume 11, “*Failure Analysis And Prevention*”
6. Dieter, G.E 1989, *Mechanical Metallurgy*, Mc. Graw Hill, New York