

# PENGARUH PROSES HEAT TREATMENT TERHADAP SIFAT MEKANIS BLOK REM KERETA API

**Agus Duniawan**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
[agusduniawan@gmail.com](mailto:agusduniawan@gmail.com)

## ABSTRACT

*Railway brake blocks is a component of the train which functions to stop the train. A railway brake type of brake is used on trains to enable deceleration, control acceleration, to stop them immobile when parked. Limitation of the problem in the study of the effect of the heat treatment process on the mechanical properties of railway brake blocks. The brake block materials was heated at temperatures of 750 °C, 800 °C, and 850 °C, with holding time of 30, 60, and 120 minutes, and the cooling atmosphere in the furnace. The mechanical property was performed using the Rockwell hardness test.*

*The result of the study was obtained the composition of railway brake block material and equivalent carbon (CE) of 3.93, the railroad brake block material is a gray cast iron. Temperature heat treatment has an effect on the hardness railway brake block material. The critical temperature (A1) of gray cast iron used as a train brake block based on the chemical composition content is 765.6 °C (1413.6 °F). The heat treatment process below the critical temperature causes a decrease in the price of hardness, while the heat treatment process above the critical temperature causes an increase in the price of hardness, indicating a higher of hardness compared to raw material.*

**Keywords:** brake block, heat treatment, gray cast iron, carbon equivalent

## ABSTRAK

*Blok rem kereta api merupakan komponen kereta api yang berfungsi untuk menghentikan kereta pada saat dibutuhkan, blok rem adalah salah satu komponen kereta api yang habis dipakai sehingga kehandalan rem diperlukan untuk kendaraan seberat dan sebesar Kereta Api. Batasan masalah pada penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api. Bahan blok rem kereta api Temperatur : 750°C, 800°C, 850°C, Waktu : 30, 60, dan 120 menit, pendinginan didapur pemanas. Pengujian yang digunakan meliputi : pengujian kekerasan (rockwell).*

*Penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api, memperoleh hasil sebagai berikut Berdasarkan data komposisi bahan blok rem kereta api dan perhitungan karbon equivalen (CE) 3,936, bahan blok rem kereta api merupakan jenis besi tuang kelabu (gray iron). Temperatur heat treatment berpengaruh terhadap harga kekerasan bahan blok rem kereta api. Temperatur kritis (A1) besi tuang kelabu yang digunakan sebagai blok rem kereta api berdasarkan kandungan komposisi kimia adalah 765,585 °C (1413,635 °F). Proses heat treatment dibawah temperatur kritis menyebabkan penurunan harga kekerasan, sedangkan proses heat treatment diatas temperatur kritis menyebabkan peningkatan harga kekerasan, menunjukkan harga kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan raw material.*

**Kata kunci :** blok rem kereta api, heat treatment, besi tuang kelabu, karbon equivalen

## PENDAHULUAN

Blok rem kereta api merupakan komponen kereta api yang berfungsi untuk menghentikan kereta pada saat dibutuhkan, blok rem adalah salah satu komponen kereta api yang habis dipakai sehingga kehandalan

rem diperlukan untuk kendaraan seberat dan sebesar Kereta Api.

Kampas rem kereta api yang terbuat dari besi cor mempunyai kelemahan usia keausan yang pendek, mempunyai massa yang besar. Pemilihan cara / proses pembuatan sepatu rem dapat ditentukan sendiri oleh produsen,

syarat mutu terdiri dari : Bahan sepatu rem harus terbuat dari besi cor kelabu, sifat tampak pada sepatu rem tidak tampak retak-retak, cacar-cacat coran atau cacat lain yang mengakibatkan penyimpangan toleransi ukuran, kekerasan sepatu rem harus berkisar antara 175-197 BHN. mampu mesin, sepatu rem harus mampu mesin (dibor dan geramnya berbentuk bulat).

Dalam penelitian ini, penulis mengambil bahan baku untuk pembuatan blok rem dari sentra industri pengecoran di Ceper di wilayah kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah. Bahan yang digunakan berupa bahan hasil pengecoran yang diproduksi oleh pabrik pengecoran di wilayah tersebut.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh media pendinginan untuk mengetahui kekerasan bahan akibat proses heat treatment pada logam hasil pengecoran tersebut. Media pendingin, temperatur dan waktu pemanasan memiliki pengaruh pada proses perlakuan panas.

Permasalahan yang timbul adalah bagaimana cara melakukan proses penelitian mengetahui pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api. Batasan masalah pada penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api. Bahan blok rem kereta api. Temperatur dan waktu proses heat treatment: Temperatur 750°C, 800°C, 850°C. Waktu 30, 60, dan 120 menit, Pendinginan didapur pemanas, Pengujian yang digunakan meliputi : pengujian kekerasan (rockwell),

Tujuan pada penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api ini adalah Mengetahui temperatur kritis (A1) untuk proses heat treatment blok rem kereta api, Mengetahui pengaruh proses heat treatment terhadap perubahan harga kekerasan bahan blok rem kereta api.

Adapun manfaat penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api sebagai berikut :

- Menerapkan metode perlakuan panas pada blok rem kereta api
- Memberikan alternatif proses pengerjaan panas pada komponen blok rem kereta api
- Mendapatkan data teknis karakteristik sifat mekanis blok rem kereta api

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api, adapun komposisi kimia ditunjukkan oleh Tabel 3.1

Tabel 1 Komposisi kimia blok rem kereta api

Unsur	Komposisi kimia (%)
C (Carbon)	3,42
Si (Silikon)	1,72
Mn (Mangan)	0,503
P (Pospor)	0,097
S (Sulfur)	0,003

(Koperasi Batur Jaya)

Bentuk pada penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat fisis dan sifat mekanis blok rem kereta api ditunjukkan oleh Gambar 1



Gambar 1. Blok rem kereta api

Selanjutnya membentuk blok rem kereta api menjadi bagian kecil yang digunakan sebagai spesimen untuk pengujian, bentuk awal spesimen ditunjukkan oleh Gambar 2



Gambar 2 Bentuk awal spesimen

Selanjutnya blok rem kereta api dibentuk menjadi spesimen kekerasan, seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3 Bentuk spesimen**

### Proses Heat Treatment

Padapenelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api menggunakan alat pemanas (furnace) di Laboratorium Pengujian Bahan IST AKPRIND Yogyakarta, adapun urutan pelaksanaan proses heat treatment bahan blok rem kereta api dilaksanakan secara berturut – turut untuk temperatur 750°C, 800°C dan 850°C, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

Persiapkan spesimen untuk proses pemanasan dengan temperatur 750°C, 800°C dan 850°C

Setting pemanas (furnace) dengan lama waktu pemanasan 120 menit setelah temperatur heat treatment mencapai 750°C (diseuaikan dengan setiap temperatur heat treatment 800°C dan 850°C)

Kemudian siapkan stopwatch untuk memantau waktu pemanasan berturut – turut selama 30, 60, dan 120 menit dengan cara menunggu hingga indikator temperatur pada pemanas (furnace) (diseuaikan dengan setiap temperatur heat treatment : 800°C dan 850°C). Selanjutnya pengambilan spesimen yang dipanaskan diseuaikan dengan waktu heat treatment yaitu 30, 60, dan 120 menit. Ulangi langkah 2 – 4 untuk proses heat treatment pada temperatur 800°C dan 850°C

### Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode rockwell dengan skala C. Pada Laboratorium Pengujian Bahan IST AKPRIND Yogyakarta, spesifikasi metode rockwell dengan skala C adalah sebagai berikut

Adapun urutan pelaksanaan pengujian kekerasan (hardness tester) dilaksanakan secara berturut – turut untuk lima buah spesimen, dengan jumlah pengujian untuk masing – masing spesimen berjumlah 6 titik

untuk masing-masing spesimen. Persiapkan spesimen untuk proses pengujian kekerasan (hardness tester). Setting alat uji kekerasan sesuai dengan skala C yang digunakan. Selanjutnya letakan spesimen uji pada anvil, kemudian naikan anvil dengan cara memutar pengatur anvil. Perhatikan jarum indikator pengujian yang terdiri dari jarum pendek dan jarum panjang, pada saat mendekati spesimen menuju penetrator perhatikan jarum pendek sampai menyentuh tanda merah. Setelah itu atur jarum panjang menuju titik nol (0), selanjutnya. Tekan tombol hingga menyala untuk menjalankan alat uji kekerasan. Tunggu hingga tombol mati, selanjutnya catat hasil pengujian. Ulangi langkah 1 – 7 untuk pengujian spesimen lainnya

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Komposisi Kimia

Bahan uji yang digunakan pada penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api berdasarkan jangkauan komposisinya masuk kedalam jenis besi tuang kelabu, adapun perbandingan komposisi kimia ditunjukkan oleh Tabel 2

**Tabel 2. Perbandingan komposisi kimia**

Element	Komposisi kimia *) (%)	
	Blok Rem* )	Besi Tuang**)
C (Carbon)	3,42	2,50-4,00
Si (Silikon)	1,72	1,00-3,00
Mn (Mangan)	0,503	0,25-1,00
P (Pospor)	0,097	0,02-0,25
S (Sulfur)	0,003	0,05-1,00

\*) Koperasi Batur Jaya

\*\*) Krauss, 1995.

Menentukan jangkauan temperatur kritis bawah (the lower temperature of the critical range) dari besi tuang kelabu (gray iron) sebagai bahan blok rem kereta api, dengan menggunakan persamaan berikut (ASM Handbook Vol 4, 1991:1451):

$$\begin{aligned} \text{Critical temperature,} \\ T^{\circ}\text{F} &= 1350 + 50 (\% \text{Si}) - 45 (\% \text{Mn}) \\ &= 1350 + 50 (1,72) - 45 (0,50) \\ &= 1350 + (86 - 22,635) \\ &= 1413,6^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

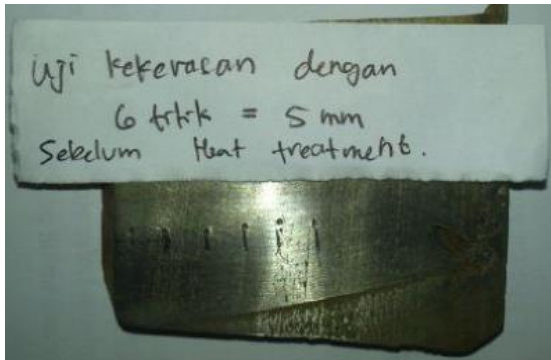
$$\begin{aligned} \text{Critical temperature,} \\ T^{\circ}\text{C} &= 730 + 28 (\% \text{Si}) - 25 (\% \text{Mn}) \\ &= 730 + 28 (1,72) - 25 (0,503) \end{aligned}$$

$$= 730 + (48,16 - 12,575)$$

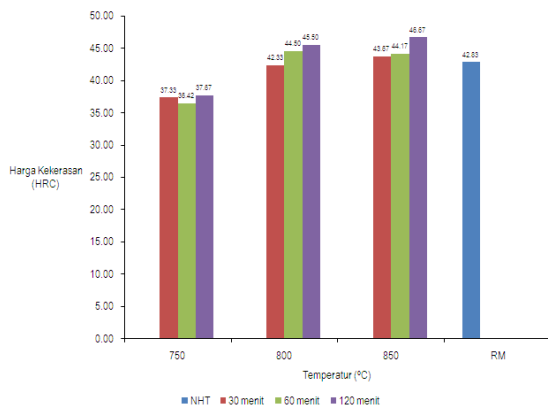
$$= 765,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan untuk mengetahui pengaruh proses heat treatment terhadap harga kekerasan blok rem kereta api, spesimen yang digunakan untuk pengujian kekerasan ditunjukkan oleh Gambar 4

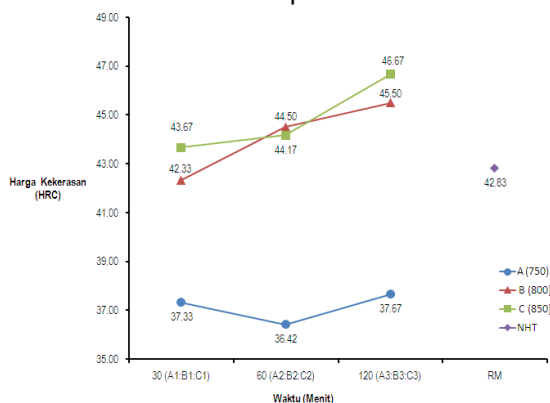


**Gambar 4** Jejak uji kekerasan pada spesimen



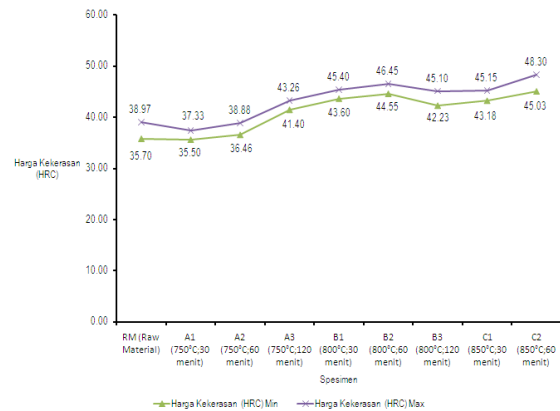
**Gambar 5** Grafik harga kekerasan

berdasarkan temperatur dan waktu



**Gambar 6** Grafik hubungan harga kekerasan

dengan waktu pemanasan



**Gambar 7.** Grafik hasil uji kekerasan minimum dan maksimum spesimen A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, dan C3

Pada grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.9 memberikan gambaran bahwa proses heat treatment yang dilakukan terhadap bahan blok rem kereta api memberikan penurunan dan peningkatan harga kekerasan. Pada bahan blok rem kereta api yang tidak mengalami proses perlakuan panas menunjukkan harga kekerasan rata-rata 42,83 HRC. Dari data hasil penelitian diperoleh penurunan harga kekerasan pada temperatur 750°C adapun harga kekerasan rata-rata pada temperatur 750°C pada sampel A1 adalah 37,33 HRC, A2 adalah 38,42 HRC, A3 adalah 37,67 HRC sedangkan heat treatment pada temperatur 800°C penurunan harga kekerasan terjadi pada sampel B1 yaitu menjadi 42,33 HRC, sedangkan peningkatan harga kekerasan terjadi pada proses perlakuan panas dengan temperatur 800°C dan 850°C, adapun harga kekerasan pada perlakuan panas dengan temperatur 800°C adalah sebagai berikut, sampel B2 harga kekerasan rata-rata adalah 44,50 HRC, sampel B3 adalah 45,50 HRC, sedangkan proses perlakuan panas pada temperatur 850°C harga kekerasan rata-rata pada masing-masing sampel adalah sebagai berikut: C1 adalah 43,67 HRC, sampel C2 adalah 46,67 HRC, dan sampel C3 adalah 44,17 HRC.

Perbedaan harga kekerasan pada proses perlakuan panas di pengaruhi oleh temperatur dan holdingtime. Proses perlakuan panas pada besi tuang kelabu secara umum dapat berupa : Annealing (Ferritizing Annealing, Medium (full) annealing, Graphitizing Annealing), normalizing, hardening dan tempering (ASM Handbook Vol 4, 1991:1456-1462). Pelunakan (Annealing) pada besi tuang kelabu dapat terjadi pada 700 °C-760°C

secara umum proses annealing berpengaruh terhadap penurunan harga kekerasan, hal ini dikarenakan pada temperatur annealing dapat menghaluskan, meminimalkan, atau mengurangi bentuk masive dari eutectic carbides, proses pelunakan bertujuan untuk meningkatkan mampu permesinan dari besi tuang kelabu, proses annealing berpengaruh terhadap penurunan sifat meaknik besi tuang kelabu (ASM Handbook Vol 4, 1991:1456).

Penurunan harga kekerasan pada proses perlakuan panas di temperatur 750 °C dikarenakan sampel berada pada jangkauan temperature annealing yaitu 700°C - 760 °C. Sedangkan peningkatan harga kekerasan pada sampel yang mengalami proses perlakuan panas 800 °C dan 850 °C karena mengalami proses pengerasan (hardening), proses hardening pada besi tuang kelabu dapat terjadi pada temperatur 55 °C diatas temperatur kritis (A1) besi tuang kelabu, selain temperatur yang berpengaruh terhadap harga kekerasan pada proses hardening adalah holding time. Holding time yang semakin meningkat lebih banyak karbon laraut dalam austenit, hal ini berpengaruh terhadap peningkatan harga kekerasan (ASM Handbook Vol 4, 1991:1456).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api, memperoleh hasil sebagai berikut Berdasarkan data komposisi bahan blok rem

kereta api dan perhitungan karbon equivalen (CE) 3,936 maka bahan blok rem kereta api merupakan jenis besi tuang kelabu (gray iron). Temperatur heat treatment berpengaruh terhadap harga kekerasan bahan blok rem kereta api. Temperatur kritis (A1) besi tuang kelabu yang digunakan sebagai blok rem kereta api berdasarkan kandungan komposisi kimia adalah 765,585 °C (1413,635 °F). Proses heat treatment dibawah temperatur kritis menyebabkan penurunan harga kekerasan, sedangkan proses heat treatment diatas temperatur kritis menyebabkan peningkatan harga kekerasan, menunjukan harga kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan raw material.

### **Saran-saran**

Penelitian pengaruh proses heat treatment terhadap sifat mekanis blok rem kereta api kedepan harap dimasukan variable untuk pengaruh media pendingin terhadap perubahan harga kekerasan besi tuang bahan blok rem kereta api.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ASM HANDBOOK VOL 4, 1991, *Heat Treating*, ASM International.  
Buku petunjuk dari koperasi Batur Jaya KJlaten  
Krauss. G., 1995, *Steel: Heat Treatment And Processin Principles*, ASM International, Ohio