

OPTIMALISASI PENGGUNAAN *BRAKE SHOE* PADA KERETA MRT JAKARTA DENGAN METODE KOMPARASI

Kukuh Roni Cahyadi

Program Studi DIII Teknologi
Mekanika Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok,
Nambangan Lor, Kec.
Manguharjo, Kabupaten Madiun,
Jawa Timur
kukuh.tmp2130171@taruna.ppi.a
c.id

Damar Isti Pratiwi

Program Studi D-III Teknologi
Mekanika Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo, Kabupaten
Madiun, Jawa Timur
damar@ppi.ac.id

Ilham Satrio Utomo

Program Studi D-III Teknologi
Mekanika Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo, Kabupaten
Madiun, Jawa Timur
ilham.satrio@ppi.ac.id

Abstract

The *brake shoe* is a braking system component that wears and requires periodic replacement. This study aims to compare mileage with thickness and ensure operational safety according to UIC set-07 standards. Methods include radiographic testing and Vickers microhardness testing per JIS 4309 standards. Results show that *brake shoes* on trailer cars wear faster than those on motor cars. A 20 mm thick *brake shoe* shows better durability compared to an 18 mm thick one. Radiographic tests reveal no cracks in the *brake shoe* structure. The hardness of a 20 mm thick *brake shoe* is 303.39 HV, while an 18 mm thick one has a hardness of 293.75 HV. The wear difference between 20 mm and 18 mm is less than between 26 mm and 24 mm, 24 mm and 22 mm, and 22 mm and 20 mm, indicating that lower hardness values lead to faster wear.

Keywords: MRT Jakarta, brake shoe, radiography, Vickers, UIC

Abstrak

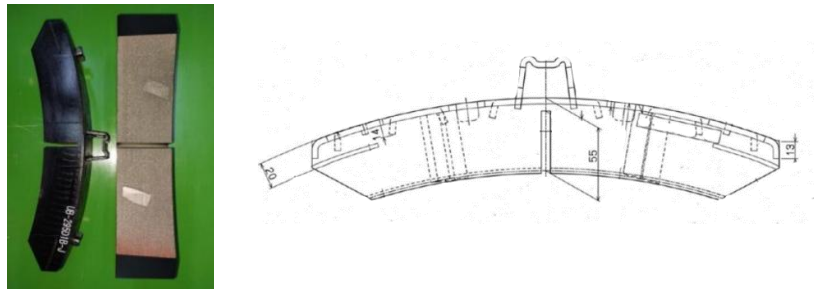
Brake shoe adalah komponen dalam sistem pengereman yang mengalami keausan dan perlu diganti secara berkala. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan penggunaan *brake shoe*, serta memastikan keamanan operasional sesuai dengan standar. Metode penelitian menggunakan metode komparasi meliputi pengujian visual, pengujian radiografi, dan kekerasan mikro *Vickers*. Hasil penelitian menunjukkan *brake shoe* pada *trailer car* mengalami keausan lebih cepat dibandingkan dengan *motor car*. *Brake shoe* dengan ketebalan 20 mm menunjukkan ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan ketebalan 18 mm. Pengujian radiografi menunjukkan tidak adanya retakan dalam struktur *brake shoe*. Nilai kekerasan *brake shoe* dengan ketebalan 20 mm adalah 303,39 HV, sedangkan pada ketebalan 18 mm memiliki nilai kekerasan 293,75 HV lebih rendah dari ketebalan 20 mm namun masih sesuai Standar JIS 4309. Selisih jarak pada ketebalan 20 - 18 lebih rendah daripada ketebalan 26 - 24, 24 - 22, dan 22 - 20. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai kekerasan, semakin cepat *brake shoe* mengalami keausan.

Kata kunci: MRT Jakarta, *brake shoe*, radiografi, *vickers*, UIC

PENDAHULUAN

Brake shoe adalah komponen penting dalam sistem pengereman kereta api yang mengalami keausan dan perlu diganti secara berkala. Gesekan antara *brake shoe* dengan roda secara

terus menerus dapat mengakibatkan keausan pada *brake shoe* (Putri, 2023). Kereta MRT Jakarta saat ini menggunakan sepatu rem komposit, yang terbuat dari campuran bahan. Komponen ini sering diganti setiap bulan karena aus saat pengereman. Tingkat keausan pada setiap sepatu rem berbeda-beda dan memiliki batas. Hal ini disebabkan karena kereta MRT Jakarta beroperasi setiap harinya maka dari itu dampak yang ditimbulkan sangat signifikan.



Gambar 1. *Brake shoe* MRT Jakarta

Brake shoe yang digunakan masih menggunakan produk dari Jepang, sehingga diperlukan waktu lama untuk sampai ke Indonesia. Penggantian *brake shoe* pada MRT Jakarta memiliki standar maksimal ketebalan 20 mm, sedangkan pada standar UIC (*International Union of Railways*) maksimal penggantian di ketebalan *brake shoe* 10 mm. Desain pada struktur *brake shoe* MRT Jakarta memiliki tulangan sepanjang 14 mm sedangkan pada standar pergantian pada ketebalan 20 mm. Terdapat selisih ketebalan 6 mm yang masih dapat digunakan seperti pada gambar 1, tetapi perlu nya pengujian nilai kekerasan pada ketebalan 18 mm untuk memastikan nilai kekerasan tidak melebihi dari standar yang ditetapkan serta keamanan operasional penggunaan *brake shoe* pada ketebalan 18 mm.

Dari beberapa penelitian yang telah melakukan pengujian kekerasan pada *brake shoe*, pengujian kekerasan mikro vickers digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan *brake shoe*. Menurut Putri (2023) kekerasan yang tinggi memiliki ketahanan aus lebih lama. Selain itu, pengujian visual dan radiografi juga dapat digunakan untuk memastikan keamanan operasional. Radiografi merupakan metode pengujian *non-destruktif* yang digunakan mendeteksi cacat atau ketidak sesuaian yang tersembunyi pada material *brake shoe* (Sulaiman et al., 2020). Selain itu pengujian visual dilakukan dengan berpedoman pada standar UIC set-07. Yang digunakan sebagai acuan dalam operasional perkeretaapian (Astuti, 2023). Standar itu mengatur tentang klasifikasi *brake shoe* wajib diganti.

Dari beberapa hal diatas penelitian ini bertujuan mengoptimalkan penggunaan *brake shoe* dengan mengetahui kinerja *brake shoe* pada ketebalan 18 mm serta memastikan keamanan operasional dengan melakukan pengujian visual dengan standar UIC set 0-7 , pengujian radiografi untuk mendeteksi keretakan pada struktur luar dan dalam, dan memastikan nilai kekerasan sesuai dengan standar JIS 4309. Dengan mengoptimalkan penggunaan *brake shoe*, diharapkan dapat mencapai peningkatan efisiensi dalam hal biaya, waktu, dan upaya perawatan. Selain itu dari penelitian ini dapat menjadi sebuah pedoman bagi penelitian yang mengambil contoh kasus yang sama.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode komparasi dengan membandingkan data hasil pengujian *brake shoe* dengan standar yang ditetapkan, kemudian data hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan ketebalan dan jarak tempuh yang diperoleh langsung di lapangan. Dengan metode komparasi ini cocok untuk menentukan hasil kesimpulan pada penelitian ini (Prawiro et al., 2021). Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data melalui metode observasi, yang terdiri dari data primer berupa pengukuran langsung ketebalan *brake shoe* dan sampel *brake shoe* yang akan diuji. Data sekunder mencakup jarak tempuh, riwayat pengukuran *brake shoe*, dan spesifikasi *brake shoe*. Setelah data dikumpulkan, data diolah menggunakan metode tabulasi dengan Microsoft Excel, kemudian dianalisis menggunakan metode komparasi. Data yang dianalisis meliputi hasil pengujian visual dengan standar UIC set-07, hasil pengujian radiografi, hasil uji kekerasan dengan standar JIS 4309, serta data ketebalan dan jarak tempuh terhadap nilai kekerasan, untuk menghasilkan kesimpulan dari penelitian ini.

PEMBAHASAN

Pengujian *Brake shoe*

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian di Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) meliputi uji visual, uji radiografi, dan uji kekerasan yang akan digunakan sebagai data hasil penelitian dan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan.

1. Hasil Uji visual

Hasil uji visual *brake shoe* pada ketebalan 18 mm berpedoman pada standar *UIC set 07*, dengan jumlah sampel 8 *brake shoe*.

- Blok rem terbelah secara radial dari permukaan gesekan ke tepi pelat.
- Blom rem terlihat hancurnya material gesekan lebih seperempat bagian panjang blok.
- Terdapat inklusi logam.

Tabel 1. Hasil uji visual

Uji visual A		
		
Contoh <i>brake shoe</i> terbelah secara radial	<i>Brake shoe 1</i>	<i>Brake shoe 2</i>
Uji visual B		

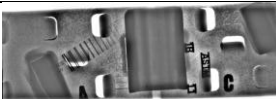
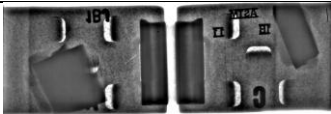
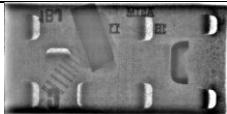
		
Contoh <i>brake shoe</i> hancur seperempat bagian	<i>Brake shoe 1</i>	<i>Brake shoe 2</i>
Uji visual C		
		
Contoh <i>brake shoe</i> terdapat inklusi logam	<i>Brake shoe 1</i>	<i>Brake shoe 2</i>

(Sumber: Hasil Pengujian, 2024)

Pada hasil uji visual *brake shoe 1* dan *2* tidak terdapat kondisi terbelah secara radial, hancur seperempat bagian, dan inklusi logam, sehingga dapat dinyatakan dalam kondisi aman.

2.
- Hasil uji radiografi
- Uji radiografi dilakukan 2 sampe *brake shoe* dari *trailer car* dan *motor car*.

Tabel 2. Hasil Uji Radiografi

<i>Trailer car</i>		
		
Sisi Kiri	Sisi tengah	Sisi kanan
<i>Motor car</i>		
		
Sisi kiri	Sisi tengah	Sisi kanan

(Sumber: Hasil Pengujian, 2024)

Hasil uji radiografi pada *brake shoe trailer car* dan *motor car* tidak ada ditemukan keretakan dari sisi kiri, tengah dan sisi kanan, sehingga dapat dinyatakan aman.

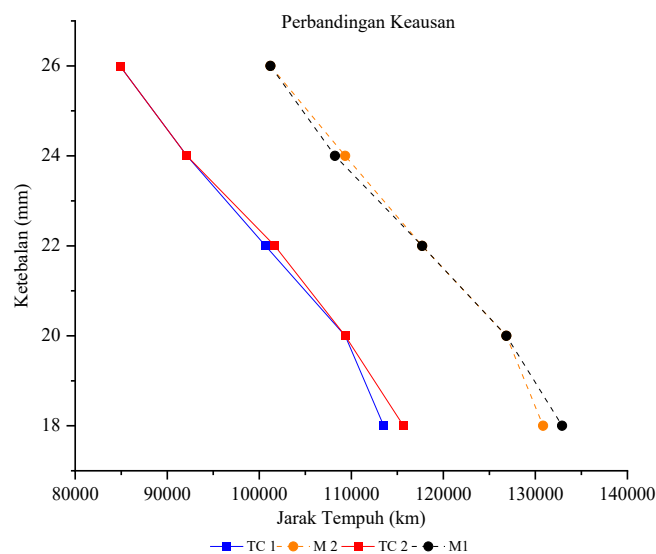
3.
- Hasil pengujian kekerasan
- Hasil dari pengujian kekerasan, rata rata nilai kekerasan *brake shoe* ketebalan 18 adalah 293,75 HV sedangkan ketebalan 20 mm adalah 303.39 HV, masih sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan

Nama sampel	Kode Sampel	Titik Uji	drerata (μm)	HV	HVrerata	Standar JIS E 4309
Komposit 18	4304-153844-1	1	45,91	252,51	293,75	286-310
		2	40,78	320,11		
		3	44,27	271,62		
		4	42,94	288,71		
		5	39,81	335,82		
Komposit 20	4304-153844-2	1	40,64	322,32	303,39	
		2	42,99	287,97		
		3	39,95	333,47		
		4	41,82	304,38		
		5	44,50	268,82		

(Sumber: Hasil Pengujian, 2024)

Perbandingan ketebalan terhadap jarak tempuh



(Sumber: Hasil analisis, 2024)

Perbandingan pada ketebalan 20 TC1 dan TC2 mencapai Jarak 109.331 km dan pada M2 dan M1 mencapai Jarak 126.853 km. Pada ketebalan 18 mm TC1 mencapai jarak 113.518 km, TC2 mencapai jarak 115.666 km, M2 mencapai jarak 130.840 km dan M1 mencapai jarak 132.991 km.

Tabel 4. Selisih Jarak tempuh terhadap ketebalan.

TC1		TC2	
Ketebalan (mm)	Selisih Jarak Tempuh (km)	Ketebalan (mm)	Selisih Jarak Tempuh (km)
26 - 24	7.281	26 - 24	7.281
24 - 22	8.546	24 - 22	9.558
22 - 20	8.642	22 - 20	7.630

TC1		TC2	
Ketebalan (mm)	Selisih Jarak Tempuh (km)	Ketebalan (mm)	Selisih Jarak Tempuh (km)
20 - 18	4.187	20 - 18	6.335
M2		M1	
Ketebalan (mm)	Selisih Jarak Tempuh (km)	Ketebalan (mm)	Selisih Jarak Tempuh (km)
26 - 24	8.112	26 - 24	7.015
24 - 22	8.368	24 - 22	9.465
22 - 20	9.154	22 - 20	9.154
20 - 18	3.987	20 - 18	6.058

(Sumber: Hasil analisis, 2024)

Pada tabel 4 selisih jarak tempuh pada ketebalan 20- 18 mm lebih rendah daripada 26-24, 24-22, dan 22-20. Sehingga dapat dinyatakan pada ketebalan 20-18 mm lebih cepat mengalami keausan.

Berdasarkan hasil uji visual *brake shoe* pada Tabel 1, yang diklasifikasikan sesuai standar UIC set-07, *brake shoe* wajib diganti jika terbelah secara radial dari permukaan gesekan ke tepi pelat, terlihat hancurnya material gesekan lebih dari seperempat bagian, atau terdapat inklusi logam. Namun, hasil pengujian visual pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada kondisi abnormal seperti yang dijelaskan dalam standar UIC set-07, sehingga *brake shoe* dengan ketebalan 18 mm dinyatakan aman. Pada pengujian radiografi yang dilakukan dengan dua sampel pada *brake shoe trailer car* dan *motor car*, hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada keretakan baik dari struktur dalam maupun luar pada Tabel 2. Oleh karena itu, *brake shoe* dinyatakan dalam keadaan aman.

Hasil uji kekerasan pada Tabel 3 menggunakan metode uji kekerasan mikro vickers menunjukkan bahwa *brake shoe* dengan ketebalan 18 mm memiliki kekerasan 293,75 HV, sementara *brake shoe* dengan ketebalan 20 mm memiliki kekerasan 303,39 HV. Menurut standar JIS 4309, nilai kekerasan *brake shoe* adalah antara 286 – 310 HV, sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai kekerasan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Dari hasil perbandingan ketebalan terhadap jarak tempuh pada Tabel 4, *brake shoe* pada *trailer car* lebih cepat mengalami keausan dibandingkan dengan *motor car*. Pada ketebalan 20 mm, TC1 dan TC2 mencapai jarak masing-masing 109.331 km dan 126.853 km, sementara M2 dan M1 mencapai jarak 126.853 km. Pada ketebalan 18 mm, TC1 mencapai jarak 113.518 km, TC2 115.666 km, M2 130.840 km, dan M1 132.840 km. Selisih jarak tempuh rata-rata pada ketebalan 26-24 mm adalah 7.281 km untuk TC1 dan TC2, 8.112 km untuk M2, dan 7.015 km untuk M1. Pada ketebalan 24-22 mm, selisihnya adalah 8.546 km untuk TC1, 9.558 km untuk TC2, 8.368 km untuk M2, dan 9.465 km untuk M1. Pada ketebalan 22-20 mm, selisihnya adalah 8.642 km untuk TC1, 7.630 km untuk TC2, dan 9.154 km untuk M2 dan M1. Pada ketebalan 20-18 mm, TC1 mencapai 4.187 km, TC2 6.335 km, M1 3.987 km, dan M1 6.058 km. Hasil uji kekerasan mikro vickers menunjukkan bahwa pada ketebalan 20 mm, kekerasannya adalah 303,39 HV, dan pada ketebalan 18 mm adalah 293,75 HV. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai kekerasan, semakin cepat *brake shoe* mengalami keausan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Simpulan dari penelitian yang dilakukan dari hasil pengamatan pada 8 sampel *brake shoe* dengan berpedoman pada standar *UIC set-07* tidak terdapat kondisi abnormal, dari hasil uji radiografi tidak terdapat keretakan di struktur dalam *brake shoe* maupun retakan pada *frame brake shoe*. Dari hasil uji kekerasan mikro *vickers*, *brake shoe* dengan ketebalan 20 mm memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 303,39 HV dari 5 titik uji, sedangkan *brake shoe* dengan ketebalan 18 mm memiliki nilai rata-rata 293,75 HV. Berdasarkan standar JIS 4309, yang menetapkan nilai kekerasan sebesar 286 – 310 HV. *Brake shoe* pada *trailer car* lebih cepat mengalami keausan dibandingkan dengan *motor car*. Dari data yang sudah diketahui bahwa pada ketebalan 20 mm TC1 dan TC2 mencapai jarak 109.331 km dan pada M2 dan M1 mencapai jarak 126.853 km. Pada ketebalan 18 mm TC1 mencapai jarak 113.518 km, TC2 mencapai ketebalan 115.666 km, M2 mencapai ketebalan 130.840 km dan M1 mencapai ketebalan 132.840 km, dengan selisih jarak pada ketebalan 20 - 18 mm lebih rendah daripada ketebalan 26 - 24, 24 -22, dan 22 – 20. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai kekerasan, semakin cepat *brake shoe* mengalami keausan.

Saran

Dari hasil penelitian ini, maka pada penelitian selanjutnya parameter pengujian dapat ditambahkan berupa pengujian SEM untuk memastikan *break shoe* bersifat homogen. Selain itu, pengujian sebaiknya dilaksanakan pada laboratorium BRIN agar hasil selaras dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, R. D. (2023). Analisis Ergonomi Kursi Kereta Api: Systematic Literature Review. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 12(1), 95–104. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v12i1.6536.95-104>
- Prawiro, E. C., Setyawan, M. Y. H., & Pane, S. F. (2021). Studi Komparasi Metode Entropy dan ROC dalam Menentukan Bobot Kriteria. *Jurnal Tekno Insentif* |, 15(1), 1–14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/jti.v15i1.353>
- Putri, V. P., Dahlan, & Suryono, T. (2023). Analisis Pola Keausan Brake Shoe pada Kereta. *Jurnal Teknik Transportasi*, 2(2), 1–12. <https://jtt.itltrisakti.ac.id>
- Sulaiman, S., Utomo, B., & Ardi Wijana, I. P. A. (2020). Analisis Uji Tidak Merusak pada Sambungan Las Lambung Frame 103 Bagian Kamar Mesin Kapal Patroli 73 dengan Metode Radiography Test. *Gema Teknologi*, 20(4), 146–152. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i4.28516>