

## **Analisis dan Perawatan Sistem Rem Mobil Berbasis Evaluasi Kinerja Cakram dan Kampas Rem**

Erma Yuniaty; Bambang Pratowo; Muhamad Abdul Aziz

Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya

Jl. Raya Bogor Km. 28,8 Jakarta Timur

Email: **ahmadladmul@gmail.com**

**erma.yuniaty@gmail.com**

**Abstract.** Sistem rem merupakan salah satu komponen keselamatan paling vital pada kendaraan bermotor. Penelitian ini membahas perawatan sistem rem mobil dengan fokus pada evaluasi kinerja cakram dan kampas rem, khususnya pada kendaraan Kijang Innova Reborn 2.4G. Metode yang digunakan meliputi pemeriksaan ketebalan cakram, pengukuran run out, serta perbandingan daya tahan kampas rem standar dan kampas berbahan keramik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kampas rem keramik memiliki daya tahan lebih tinggi, menghasilkan residu gesekan yang lebih sedikit, serta memberikan jarak tempuh lebih panjang dibandingkan kampas standar. Selain itu, penggunaan kampas keramik mampu mengurangi getaran saat pengereman pada kecepatan tinggi. Temuan ini menegaskan pentingnya perawatan berkala serta pemilihan material kampas rem yang tepat untuk meningkatkan keselamatan berkendara, memperpanjang umur komponen, dan menekan biaya perawatan.

**Keywords:** Sistem Rem, Kampas Rem, Cakram, Perawatan, Daya Tahan.

### **1 Pendahuluan**

Keselamatan lalu lintas merupakan isu utama di berbagai negara, termasuk Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Perhubungan, sekitar 61% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh faktor manusia, 30% oleh kondisi sarana dan prasarana, serta 9% akibat ketidaksesuaian persyaratan teknis kendaraan [1]. Salah satu penyebab utama kecelakaan adalah kegagalan fungsi sistem rem atau yang dikenal dengan istilah rem blong. Kondisi ini tidak hanya membahayakan pengemudi, tetapi juga pengguna jalan lainnya.

Sistem rem pada kendaraan bermotor berfungsi untuk memperlambat, menghentikan, dan menjaga stabilitas kendaraan. Pada umumnya, mobil modern menggunakan kombinasi rem cakram di roda depan dan rem tromol di roda belakang. Rem cakram memiliki keunggulan dalam hal respons pengereman, tetapi lebih rentan terhadap kotoran

karena desainnya terbuka. Sebaliknya, rem tromol yang tertutup cenderung menahan residu gesekan di dalamnya sehingga juga membutuhkan perawatan rutin [2].

Perawatan sistem rem sangat penting untuk menjaga kinerja optimal. Permasalahan umum yang sering ditemui antara lain getaran saat pengereman, bunyi gesekan, dan keausan cakram yang tidak merata. Faktor penyebab utamanya adalah kampas rem yang sudah aus atau penggunaan material kampas yang tidak sesuai spesifikasi. Jika kondisi ini diabaikan, maka dapat menurunkan efisiensi pengereman dan meningkatkan risiko kecelakaan [3].

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa pemilihan material kampas rem berpengaruh signifikan terhadap daya tahan, residu gesekan, serta kenyamanan berkendara. Kampas rem berbahan keramik, misalnya, dikenal memiliki keunggulan berupa umur pakai yang lebih panjang, debu gesekan yang lebih sedikit, serta performa stabil pada kecepatan tinggi [4]. Oleh karena itu, evaluasi penggunaan kampas rem berbahan berbeda, serta perawatan sistem rem secara berkala, menjadi topik penting untuk diteliti.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem rem mobil dengan membandingkan kampas rem standar dan kampas rem berbahan keramik pada Kijang Innova Reborn 2.4G. Fokus penelitian meliputi pengukuran ketebalan cakram, nilai run out, daya tahan kampas rem, serta dampaknya terhadap jarak tempuh dan kenyamanan pengereman. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis terkait perawatan sistem rem sekaligus kontribusi terhadap peningkatan keselamatan lalu lintas.

## **2 Material dan Metode Penelitian**

### **2.1. Alat dan Bahan**

Penelitian ini menggunakan objek studi pada kendaraan Toyota Kijang Innova Reborn 2.4G. Alat ukur dan bahan yang digunakan antara lain:

#### **Alat**

Dial indicator untuk mengukur run out piringan cakram, Vernier caliper untuk mengukur ketebalan kampas rem dan cakram, Torque wrench untuk pengencangan baut sesuai standar, Mikrometer sekrup untuk pengukuran presisi tebal kampas, Peralatan servis umum (dongkrak, kunci roda, dan obeng).

#### **Bahan**

Kampas rem standar (original equipment manufacturer, OEM), Kampas rem berbahan keramik (aftermarket), Minyak rem DOT-3 sesuai spesifikasi pabrikan, Cakram dan tromol rem bawaan kendaraan.



**Gambar 1.** Repair Manual all New Kijang Innova. Mengukur Run Out pada piringan cakram depan

## 2.2. Metode

Menjelaskan Metode penelitian ini terdiri dari tahapan pemeriksaan, perawatan, penggantian komponen, serta evaluasi performa sistem rem. Langkah-langkah utama meliputi:

### Pemeriksaan Awal

Mengukur ketebalan cakram rem depan dan kampas rem.  
Mengukur run out piringan cakram dengan dial indicator.  
Membandingkan hasil pengukuran dengan standar pabrikan [1].

### Perawatan dan Penggantian Komponen

Melakukan pembersihan komponen rem dari debu dan kotoran.  
Mengganti kampas rem standar dengan kampas rem keramik.  
Menyetel ulang sistem pengereman agar sesuai spesifikasi.

### Pengujian Performa

Uji jarak tempuh kampas rem setelah pemakaian 2000 km.  
Evaluasi getaran pada saat pengereman pada kecepatan 60–100 km/jam.  
Analisis keausan cakram dan residu gesekan yang dihasilkan.

## 2.3. Rencana Desain

Desain penelitian dibuat untuk membandingkan performa kampas rem standar dan keramik melalui parameter teknis sebagai berikut:

Ketebalan awal kampas rem: 10 mm (standar pabrikan).  
Tebal minimum cakram: 27 mm, sesuai manual Toyota.

Batas toleransi run out cakram:  $\leq 0,05$  mm.

Jarak tempuh pengujian:  $\pm 2000$  km dengan kondisi lalu lintas harian.

Diagram alir penelitian ditunjukkan sebagai berikut, yang menggambarkan alur mulai dari pemeriksaan awal, perawatan, penggantian, hingga evaluasi performa sistem rem.



**Gambar 2.** Diagram Alir

#### **2.4. Proses Fabrikasi**

Hasil Proses fabrikasi yang dimaksud adalah tahapan pemasangan komponen baru dan implementasi pada kendaraan:

Melepas roda depan dan belakang.

Membongkar kampas rem lama.

Membersihkan cakram dengan brake cleaner.

Memasang kampas rem keramik sesuai prosedur pabrikan.

Melakukan bleeding minyak rem untuk memastikan tidak ada udara pada sistem hidrolik.

Uji statis di bengkel (penekanan pedal rem berulang).

Uji jalan (road test) pada berbagai kondisi kecepatan..

## 2.5. Melakukan diagnosa terhadap part sistem rem

Pada Melakukan pengukuran pada ketebalan disk brake rem depan bila mana tidak memenuhi standar akan di lakukan penggantian karena disk brake yang tipis akan menyebabkan rem cepat panas karena disk brake tidak maksimal dalam menahan gesekan. Untuk gambar dibawah terlihat tebal disk brake ada di angka 30,0 mm.

Tebal standar:

30.0 mm (1.181 in.)

Ketebalan minimum: 27.0 mm (1.063 in.)

Bila ketebalan disc kurang dari minimum, ganti front disc.

## 3 Hasil dan Pembahasan

Setelah kita mengukur tebal piringan rem depan , ke olengan piringan rem depan, tebal kampas rem depan, lebar tromol rem belakang, dan tebal kampas rem belakang. Mari kita coba bandingkan dengan ukuran standar sesuai dengan anjuran di repair manual.

**Tabel I.** Hasil Pengukuran Komponen Sistem Rem

No.	Pengukuran	Hasil Pengukuran	Standar Repair Manual	Keterangan
1	Ke Olengan Piringan Cakram Depan	0.05 mm	Maximum 0.05 mm	Sudah Di Batas Maximum
2	Tebal Piringan Cakram Depan	30.00 mm	27.0 - 30.00 mm	Sesuai Ukuran
3	Tebal Kampas Rem Depan	5 mm	1 - 10.0 mm	Sudah Tipis 5 mm Dari Standar
4	Lebar Tromol Rem Belakang	254.1 mm	254.0 - 256.0 mm	Sudah Lebar 0.1 mm Dari Standar
5	Tebal Kampas Rem Belakang	3.50 mm	1.0 - 5.0 mm	Sudah Tipis 1.50 mm Dari Standar

### 3.1. Improvisasi Penggunaan Kampas Rem Bahan Keramik Titanium Kijang Innova Reborn 2.4G

Keausan pada cakram rem disebabkan oleh ausnya kampas rem, atau memakai kampas rem replika sehingga tidak sesuai spesifikasi pabrikan yang dapat menimbulkan ausnya cakram rem hal ini dapat menimbulkan getaran saat sistem rem bekerja di kecepatan tinggi maupun menengah, biasanya batas minimum keausan pada cakram rem adalah 0.05 mm.

Hal ini wajar dikarenakan lebar piringan cakram rem depan belakang bawaan mobil Innova Reborn 2.4G Diesel sama hal nya dengan yang versi Innova Reborn 2.0G

Bensin yaitu dengan diameter 296 mm. Padahal dari bobot, torsi, dan tenaga kedua versi ini berbeda.

**Tabel II.** Perbandingan Kinerja Kampas Rem mesin Bensin dan mesin Diesel

Spesifikasi Mesin	Bensin	Diesel
Kode Mesin	1 TR-FE	2GD FTV
Kapasitas Mesin	1998 cc	2393 cc
Tenaga	137 hp	147 hp
Putaran	5600 rpm	3.400 rpm
Daya Maksimal	139 Ps	149 Ps
Torsi	183 Nm	360 Nm

Jadi tingkat keausan lebih condong besar di mesin diesel apalagi mengingat bobot 1.730 untuk bensin dan 1.930 kg untuk mesin diesel

### 3.2. Data Pengukuran Tebal Kampas Rem



**Gambar 3.** Pengukuran tebal cakram rem (*disc brake*)

Nilai yang dihasilkan jangka sorong adalah 9mm untuk kampas Original (kiri) dan 9,4mm untuk kampas Ceramic (kanan) dimana tebal kampas barunya ada di 10mm, dalam jarak tempuh 2000Km.

Menghitung Jarak Tempuh Kampas Rem:

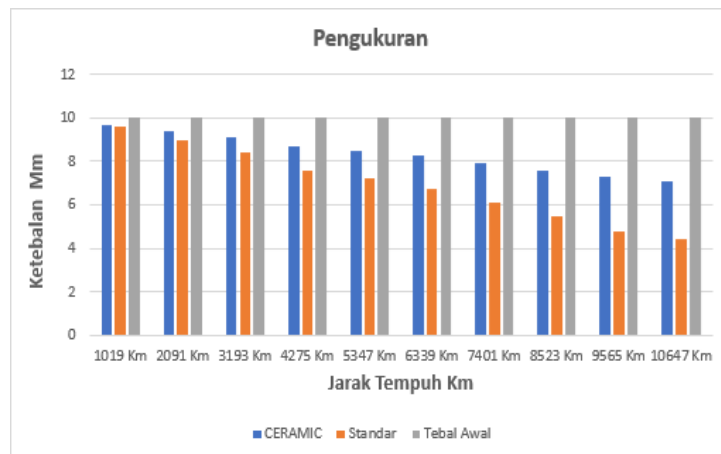
$$\frac{\text{Tebal Kampas Rem Ukuran Awal} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Pengukuran}} \times 2000 \quad (1)$$

Kampas Rem Standar

$$\frac{10 - 9}{9} \times 2000 = 18.000 \text{ Km} \quad (2)$$

Kampas Rem Ceramic

$$\frac{10 - 9,4}{9,4} \times 2000 = 31.333 \text{ Km} \quad (3)$$



**Gambar 4.** Hasil perbandingan visual keausan kampas rem

### 3.3 Pembahasan Daya Tahan Dan Jarak Tempuh

Dari tabel pengukuran di atas terlihat kampas rem bahan ceramic lebih unggul dari pada kampas rem bahan standar, di karenakan kampas rem ini adalah bentuk improvisasi dari bahan kampas rem standar mobil.

Di karenakan bahan kampas rem standar dinilai tidak effisein lebih banyak residu, bahanya yang cepat terkontaminasi yang sering terjadi bunyi gesekan, selisih jarak tempuh kampas rem standar dan ceramic cukup lumayan tinggi antara lain 31.333Km. Dilihat dari harga untuk kampas rem ceramic unggul karena lebih murah terlihat selisih Rp 643.000 lebih murah dari pada originalnya, belum lagi kampas rem otiginal banyak yang barang palsu di khawatirkan pengereman mobil tidak maksimal, dari residu debu juga lebih sedikit jadi aman untuk lingkungan sekitar karena mengurangi polusi, pada gambar dibawah juga kampas rem standar banyak pori-pori dan tidak rata sehingga daya cengkram menjadi berkurang.

## 4 Kesimpulan

Perawatan dan Perbaikan sistem rem itu sangat penting bagi pengemudi mobil karena jika rem tidak terawat dapat membahayakan pengemudi dan pengguna jalan yang lain, bahkan dapat menyebabkan rem blong, maka dari itu saya membagikan pengetahuan edukasi yang penting untuk perawatan sistem rem, serta merawat sistem rem pada mobil dapat meningkatkan umur pakai kampas rem dan cakram atau tromol rem karena kerja sistem rem lebih minim gesekan di karenakan pelumasan saat melakukan perawataan sistem rem, dan juga tentunya meminimalisir buget berlebih karena bila perawatan sistem rem secara rutin tentu sangat meminimalisir kerusakan pada sistem rem dan juga meminimalisir terjadinya hal – hal yang tidak diinginkan.

## References

1. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, *Statistik Kecelakaan Lalu Lintas Jalan 2022*. Jakarta: Ditjen Perhubungan Darat, 2023.
2. R. Limpert, *Brake Design and Safety*, 3rd ed. Warrendale, PA: SAE International, 2011.
3. M. Y. Dhiyauddin, A. R. Ismail, and N. A. N. Mohd Ali, “Review of Brake Pad Materials: Current Trends and Future Development,” *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, vol. 17, no. 1, pp. 7825–7840, Mar. 2020.
4. Toyota Motor Corporation, *Repair Manual: All New Kijang Innova*, Toyota Motor Corporation, 2012.
5. J. Blau, “Compositions, Functions, and Testing of Friction Brake Materials and Their Additives,” *Oak Ridge National Laboratory Report*, U.S. Department of Energy, 2001.
6. S. Talib, R. Rahman, and A. R. Ismail, “Tribological Behaviour of Ceramic and Semi-Metallic Brake Pads for Passenger Vehicles,” *Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES)*, vol. 13, no. 3, pp. 5409–5421, Sept. 2019.
7. A. K. Sinha, *Automobile Engineering*, 2nd ed. New Delhi: McGraw-Hill Education, 2016.
8. Auto2000, “Kapan Harus Mengganti Kampas Rem Mobil? Kenali Ciri-Cirinya,” [Online]. Available: <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/berapa-kali-kampas-rem-diganti-tips>. [Accessed: Sept. 21, 2025].
9. M. Wirawan, “Penerapan Perangkat Lunak CFD untuk Analisis Aerodinamika Toyota Innova dan Yaris,” Tugas Akhir, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 2021.
10. PT Toyota Astra Motor, *Training Manual: Brake System Step 2*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor, 1994.