

ANALISIS KEAUSAN JENIS-JENIS KAMPAS REM BELAKANG SEPEDA MOTOR DOUBLE DISC BRAKE

Muhamad Fadli

Universitas PGRI Palembang
e-mail: muhamadm012@email.ac.id

Diterima: 8/7/2026; Direvisi: 21/7/2026; Diterbitkan: 14/8/2026

ABSTRAK

Keandalan pengereman pada sepeda motor tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menghasilkan gaya pengereman, tetapi juga dengan kemampuan kampas rem mempertahankan ketebalannya selama menerima gesekan berulang. Perbedaan karakteristik material menjadi perhatian dalam penelitian ini melalui perbandingan kampas *Original Equipment Manufacturer* (OEM), *Original Equipment Supplier* (OES), dan *Aftermarket*. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Honda Vario 150 tahun 2016 yang menggunakan rem cakram belakang hidrolik dengan kondisi operasi 4.000 RPM, tekanan pengereman 2,5 bar, dan durasi 30 menit untuk setiap siklus, dengan lima kali pengulangan. Perubahan ketebalan kampas diamati menggunakan jangka sorong digital, kemudian dibandingkan secara deskriptif melalui perkembangan keausan, nilai keausan akhir, dan persentase keausan. Pola pengujian memperlihatkan bahwa ketiga jenis kampas mengalami peningkatan keausan, tetapi intensitasnya tidak seragam. Pada akhir pengujian, OEM memiliki keausan 0,34 mm dengan persentase 4,75%, sedangkan OES mencapai 1,01 mm dan 12,29%; *Aftermarket* mencapai 1,05 mm dan 11,73%. Perbedaan tersebut menempatkan OEM sebagai kampas dengan ketahanan aus paling baik dalam kondisi pengujian yang diterapkan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemilihan karakteristik material berperan dalam mempertahankan ketahanan kampas selama pengereman berulang.

Kata Kunci: *Double Disc Brake, Kampas Rem, Keausan*

ABSTRACT

Braking reliability in motorcycles is not only related to the ability to generate braking force but also to the ability of brake pads to maintain their thickness under repeated friction. Differences in material characteristics are examined in this study by comparing *Original Equipment Manufacturer* (OEM), *Original Equipment Supplier* (OES), and *Aftermarket* brake pads. Testing was conducted on a 2016 Honda Vario 150 motorcycle equipped with a hydraulic rear disc brake under operating conditions of 4,000 RPM, a braking pressure of 2.5 bar, and a duration of 30 minutes per cycle, with five repetitions. Changes in brake pad thickness were measured using a digital caliper and descriptively compared in terms of wear progression, final wear value, and wear percentage. The testing pattern revealed that all three types of brake pads experienced increased wear, although the intensity varied. At the end of the test, OEM brake pads exhibited 0.34 mm of wear with a wear percentage of 4.75%, while OES reached 1.01 mm and 12.29%; *Aftermarket* reached 1.05 mm and 11.73%. These differences place OEM brake pads as having the highest wear resistance under the applied testing conditions. The findings indicate that material characteristics play an important role in maintaining brake pad durability during repeated braking.

Keywords: *Double Disc Brake, Brake Pad, Wear*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif telah mendorong peningkatan standar keselamatan kendaraan, terutama pada sistem pengereman yang berfungsi sebagai komponen utama dalam mengendalikan laju kendaraan. Sistem rem cakram (*disc brake*) semakin banyak digunakan karena mampu menghasilkan gaya pengereman yang lebih responsif, stabil, dan efisien dibandingkan sistem rem tromol, terutama pada kondisi operasi dengan intensitas pengereman tinggi. Efektivitas sistem ini dipengaruhi oleh kemampuan mekanisme hidrolis dalam mentransmisikan tekanan secara merata menuju kaliper sehingga menghasilkan gaya gesek yang optimal pada piringan rem. Penelitian Saputra dan Munandar (2022) menunjukkan bahwa performa sistem rem cakram sangat dipengaruhi oleh kondisi komponen hidrolis dan karakteristik material penyusun sistem pengereman sehingga pemeliharaan seluruh komponen menjadi faktor penting dalam menjaga keselamatan berkendara.

Kinerja sistem pengereman tidak hanya ditentukan oleh desain mekanisme hidrolis, tetapi juga oleh kualitas kampas rem sebagai komponen yang secara langsung mengalami kontak gesek dengan piringan cakram. Material penyusun kampas rem, seperti resin, serat penguat, bahan pengisi, dan partikel logam, memiliki karakteristik yang berbeda sehingga menghasilkan nilai koefisien gesek, ketahanan aus, dan kemampuan disipasi panas yang tidak sama. Pandriana et al. (2025) menjelaskan bahwa variasi densitas resin pada material komposit kampas rem berpengaruh terhadap koefisien gesek maupun mikrostruktur material, sedangkan Li et al. (2026) melalui kajian *tribological behavior* menegaskan bahwa karakteristik material merupakan faktor dominan yang menentukan stabilitas gesekan, pembentukan panas, dan laju keausan selama proses pengereman. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan material kampas rem memiliki implikasi langsung terhadap umur pakai komponen dan efektivitas pengereman.

Selain dipengaruhi oleh komposisi material, keausan kampas rem juga berkaitan erat dengan kondisi operasional selama proses pengereman. Variasi kecepatan putaran roda, tekanan hidrolis, temperatur kerja, serta distribusi gaya pengereman dapat meningkatkan intensitas gesekan yang akhirnya mempercepat penurunan ketebalan kampas rem. Rizky dan Yudiyanto (2026) membuktikan bahwa peningkatan kecepatan putaran roda dan perbedaan material kampas rem menyebabkan kenaikan temperatur operasional yang berdampak pada perubahan karakteristik keausan. Sejalan dengan itu, Prasetyo et al. (2025) melalui analisis *Finite Element Analysis (FEA)* menunjukkan bahwa distribusi temperatur pada piringan rem memengaruhi tegangan termal dan berkontribusi terhadap penurunan performa sistem pengereman apabila panas tidak dapat terdistribusi secara optimal.

Pada kendaraan yang menggunakan sistem *double disc brake*, rem belakang tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap pengereman, tetapi juga berperan menjaga kestabilan kendaraan melalui distribusi gaya pengereman yang lebih seimbang. Kondisi tersebut menyebabkan kampas rem belakang tetap menerima beban gesekan berulang sehingga berpotensi mengalami keausan yang signifikan selama masa pemakaian. Manathan et al. (2025) menunjukkan bahwa performa sistem rem hidrolis dipengaruhi oleh kondisi setiap komponen penyusunnya, sedangkan Permana et al. (2026) menjelaskan bahwa perubahan diameter *master brake cylinder* akan memengaruhi tekanan hidrolis yang diterima sistem pengereman. Dengan demikian, karakteristik kampas rem belakang menjadi salah satu aspek penting yang perlu dianalisis untuk memperoleh gambaran mengenai ketahanan material pada kondisi operasi yang seragam.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas performa sistem pengereman dari berbagai sudut pandang. Masykuron et al. (2026) meneliti pengaruh penggunaan rem terhadap jarak pengereman sepeda motor, sedangkan Baihaqi dan Naryanto (2025) mengkaji pengaruh tekanan angin ban terhadap efektivitas pengereman. Pada bidang transportasi rel, Magnolia et al. (2026) melaporkan bahwa posisi roda memengaruhi laju keausan blok rem komposit sehingga distribusi beban gesek menjadi faktor yang menentukan umur pakai material. Sementara itu, Zhou et al. (2025) mengembangkan optimasi struktur kampas rem untuk menurunkan kehilangan material akibat keausan pada piringan rem melalui pendekatan desain struktur kampas.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pengereman, sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis performa pengereman, temperatur operasi, desain struktur komponen, maupun karakteristik material secara terpisah. Penelitian yang secara langsung membandingkan tingkat keausan kampas rem OEM, OES, dan *Aftermarket* pada sistem rem belakang *double disc brake* dengan parameter pengujian yang identik masih sangat terbatas. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya mengevaluasi salah satu aspek performa tanpa mengendalikan variabel putaran mesin, tekanan hidrolis, durasi pengereman, dan jumlah pengulangan secara bersamaan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya celah penelitian yang masih memerlukan pembuktian eksperimental secara komprehensif.

Penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) berupa pengujian komparatif terhadap tiga kategori kampas rem, yaitu OEM, OES, dan *Aftermarket*, menggunakan kondisi pengujian yang sepenuhnya dikendalikan, meliputi putaran mesin 4.000 RPM, tekanan hidrolis 2,5 bar, durasi pengereman 30 menit, dan lima kali pengulangan. Pendekatan tersebut memungkinkan setiap jenis kampas rem dievaluasi pada kondisi operasi yang setara sehingga perbedaan tingkat keausan lebih merepresentasikan karakteristik material dibandingkan pengaruh faktor eksternal. Hasil penelitian diharapkan tidak hanya memberikan informasi mengenai ketahanan aus masing-masing jenis kampas rem, tetapi juga memperkaya kajian mengenai perilaku tribologi material kampas rem pada sistem pengereman *double disc brake*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan teknologi material kampas rem serta menjadi referensi dalam penelitian lanjutan di bidang teknik otomotif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keausan kampas rem belakang pada sepeda motor yang menggunakan sistem *double disc brake* serta membandingkan ketahanan aus kampas rem OEM, OES, dan *Aftermarket* pada kondisi pengujian yang sama. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan dasar ilmiah bagi pengguna kendaraan, teknisi bengkel, produsen komponen, maupun peneliti dalam menentukan jenis kampas rem yang memiliki keseimbangan terbaik antara performa pengereman, ketahanan material, dan umur pakai komponen. Selain memberikan manfaat praktis, penelitian ini juga diharapkan memperkuat pengembangan ilmu pengetahuan mengenai hubungan karakteristik material kampas rem dengan perilaku keausan pada sistem pengereman modern. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki relevansi baik dari sisi akademik maupun penerapan di bidang teknologi otomotif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen komparatif untuk membandingkan tingkat keausan tiga jenis kampas rem belakang, yaitu OEM,

OES, dan *Aftermarket*. Objek penelitian berupa sepeda motor Honda Vario 150 tahun 2016 yang telah dimodifikasi menggunakan sistem rem cakram belakang hidrolik (*double disc brake*). Pemilihan ketiga jenis kampas rem dilakukan secara *purposive* karena mewakili produk dengan karakteristik material yang berbeda sehingga memungkinkan dilakukan analisis komparatif pada kondisi pengujian yang sama. Variabel yang diamati adalah perubahan ketebalan kampas rem setelah memperoleh perlakuan pengereman berulang sesuai parameter yang telah ditentukan.

Instrumen penelitian meliputi *tachometer* untuk mengontrol putaran mesin, *pressure gauge* untuk memastikan tekanan pengereman tetap konstan, *stopwatch* untuk mengatur lama pengujian, serta jangka sorong digital untuk mengukur ketebalan kampas rem. Sebelum pengujian dimulai, setiap sampel diukur ketebalan awalnya pada beberapa titik pengukuran agar diperoleh data yang lebih representatif. Pengujian dilakukan dengan menjaga putaran mesin sebesar 4.000 RPM dan tekanan pengereman sebesar 2,5 bar selama 30 menit pada setiap siklus. Setiap jenis kampas rem diuji sebanyak lima kali pengulangan menggunakan prosedur yang sama untuk menjamin keseragaman perlakuan pada seluruh sampel.

Data penelitian diperoleh melalui observasi, dokumentasi, dan pengukuran langsung terhadap perubahan ketebalan kampas rem setelah setiap siklus pengujian. Nilai keausan ditentukan berdasarkan selisih antara ketebalan awal dan ketebalan akhir setelah perlakuan, kemudian dirangkum untuk setiap pengulangan. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif komparatif dengan membandingkan perkembangan keausan, rata-rata keausan, serta persentase keausan masing-masing jenis kampas rem. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian deskriptif untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai perbedaan ketahanan aus pada setiap jenis kampas rem yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian dilakukan pada tiga jenis kampas rem belakang, yaitu OEM, OES, dan *Aftermarket*, dengan kondisi operasi yang dikendalikan pada putaran mesin 4.000 RPM, tekanan pengereman 2,5 bar, durasi 30 menit, dan lima kali pengulangan. Pengukuran ketebalan dilakukan setelah setiap siklus menggunakan jangka sorong digital sehingga perubahan keausan dapat diamati secara bertahap. Keseragaman perlakuan memungkinkan perbedaan respons antarsampel diamati tanpa mengubah parameter pengujian. Perkembangan nilai keausan pada setiap pengulangan disajikan pada Tabel 1.

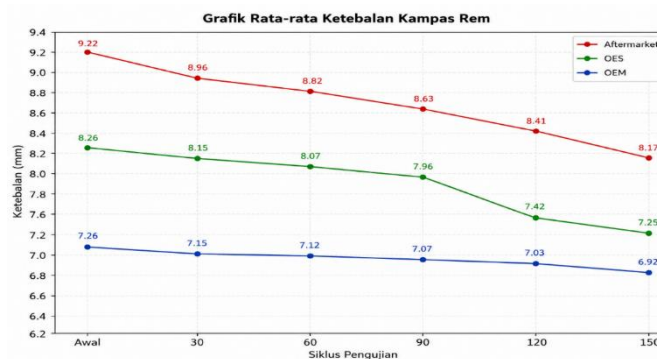
Tabel 1. Perkembangan keausan kampas rem pada lima pengulangan

Jenis Kampas	Awal (mm)	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5
OEM	0,00	0,11	0,14	0,19	0,23	0,34
OES	0,00	0,11	0,19	0,30	0,84	1,01
<i>Aftermarket</i>	0,00	0,26	0,40	0,59	0,81	1,05

Pola pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa ketiga sampel bergerak dalam arah yang sama, tetapi dengan intensitas perubahan yang berbeda. Kampas OEM mempertahankan kenaikan yang relatif kecil dan stabil sepanjang lima pengujian, sehingga posisinya tetap menjadi sampel dengan keausan terendah pada setiap siklus. Sebaliknya, kampas *Aftermarket*

sejak pengujian pertama sudah memperlihatkan keausan paling besar, kemudian tetap berada pada posisi tertinggi hingga pengujian ketiga. Perubahan yang lebih mencolok terjadi pada kampas OES pada pengujian keempat, ketika nilainya meningkat tajam hingga 0,84 mm dan melampaui *Aftermarket* yang berada pada 0,81 mm. Memasuki pengujian kelima, *Aftermarket* kembali mencatat nilai tertinggi sebesar 1,05 mm, diikuti OES sebesar 1,01 mm, sedangkan OEM tetap jauh lebih rendah pada 0,34 mm. Pola tersebut memperlihatkan bahwa perbedaan antarsampel tidak hanya terletak pada nilai akhir, tetapi juga pada karakter perkembangan keausannya selama pengujian berulang.

Untuk melihat kecenderungan tersebut secara lebih jelas, data pada Tabel 1 divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1. Representasi grafis diperlukan karena perubahan antarsiklus tidak sepenuhnya terlihat melalui angka secara terpisah. Kemiringan perkembangan masing-masing kurva dapat membantu memperlihatkan sampel yang mengalami perubahan lebih cepat maupun yang cenderung stabil. Grafik perkembangan keausan selama lima kali pengujian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik perkembangan keausan kampas rem pada setiap pengulangan

Pola visual pada Gambar 1 mempertegas adanya tiga karakter perkembangan yang berbeda. Kurva OEM cenderung landai sehingga perubahan keausannya berlangsung lebih terkendali dibandingkan dua sampel lainnya. Kurva *Aftermarket* berada pada tingkat keausan tertinggi pada tiga pengujian awal dan kembali mencapai posisi tertinggi pada akhir pengujian, yang memperlihatkan kecenderungan kehilangan material lebih besar secara keseluruhan. Sementara itu, OES memperlihatkan perubahan yang lebih tidak seragam karena terjadi lonjakan antara pengujian ketiga dan keempat sebelum kemudian meningkat secara lebih moderat pada pengujian terakhir. Dengan demikian, grafik tidak sekadar memperlihatkan kenaikan nilai, tetapi juga memperlihatkan bahwa laju perubahan setiap material memiliki pola yang berbeda sepanjang siklus pengujian.

Perkembangan antarsiklus selanjutnya diringkas melalui ukuran keausan akhir dan persentase keausan. Ringkasan ini digunakan untuk melihat posisi relatif ketiga sampel setelah seluruh rangkaian pengujian selesai, sehingga perbandingan tidak hanya didasarkan pada pola perubahan setiap siklus. Nilai yang diperoleh dari pengukuran akhir disajikan pada Tabel 2.

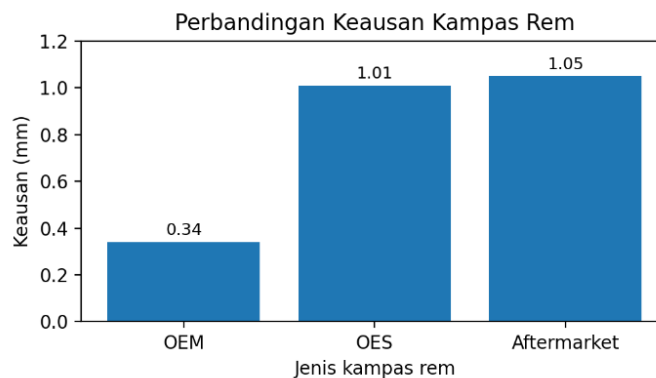
Tabel 2. Rata-rata keausan dan persentase keausan akhir

No Jenis Kampas Rem	Rata-rata Keausan	Persentase Keausan
1 OEM	0,34 mm	4,75%

No	Jenis Kampas Rem	Rata-rata Keausan	Persentase Keausan
2	OES	1,01 mm	12,29%
3	Aftermarket	1,05 mm	11,73%

Perbandingan pada Tabel 2 menempatkan OEM sebagai sampel dengan kehilangan material paling rendah sekaligus persentase keausan terendah. Kondisi tersebut konsisten dengan pola pada lima pengujian sebelumnya, sehingga keunggulan OEM bukan hanya muncul pada satu siklus tertentu, tetapi bertahan hingga pengujian selesai. Di sisi lain, *Aftermarket* memiliki nilai keausan akhir paling tinggi, meskipun persentase keausannya sedikit lebih rendah daripada OES. Perbedaan ini memperlihatkan bahwa besarnya keausan absolut dan persentase keausan memberikan sudut pandang yang tidak sepenuhnya identik dalam membandingkan ketiga sampel. OES memiliki nilai absolut sedikit di bawah *Aftermarket*, tetapi persentase keausannya justru menjadi yang paling tinggi, sehingga material tersebut memperlihatkan proporsi kehilangan ketebalan yang relatif paling besar terhadap ukuran awal yang digunakan dalam perhitungan.

Perbandingan antarsampel tersebut juga ditampilkan secara visual pada Gambar 2. Grafik batang digunakan untuk menegaskan jarak nilai keausan akhir sehingga perbedaan performa ketiga jenis kampas dapat diamati dengan lebih cepat. Penyajian ini melengkapi Tabel 2 tanpa mengulang fungsi tabel secara tekstual. Grafik perbandingan rata-rata keausan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik perbandingan rata-rata keausan kampas rem

Gambar 2 memperlihatkan jarak yang cukup jelas antara OEM dan dua sampel lainnya. Nilai keausan OEM berada jauh di bawah OES dan *Aftermarket*, sedangkan kedua jenis terakhir memiliki nilai yang relatif berdekatan pada akhir pengujian. Kedekatan OES dan *Aftermarket* pada nilai akhir tidak berarti keduanya memiliki pola perkembangan yang sama, karena OES mengalami lonjakan keausan yang lebih nyata pada pengujian keempat, sementara *Aftermarket* telah berada pada tingkat keausan lebih tinggi sejak pengujian pertama. Perbedaan pola tersebut menjadi penting dalam membaca ketahanan material, sebab nilai akhir saja belum sepenuhnya menggambarkan bagaimana keausan berkembang selama penggunaan berulang. Secara keseluruhan, konsistensi nilai rendah pada OEM dan kecenderungan nilai lebih tinggi pada OES serta *Aftermarket* memberikan gambaran komparatif bahwa respons ketiga material terhadap perlakuan pengereman yang sama tidak berlangsung dengan karakter yang seragam.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat keausan kampas rem dipengaruhi oleh karakteristik material penyusunnya. Kampas rem OEM menunjukkan tingkat keausan paling rendah dibandingkan OES dan *Aftermarket*, yang mengindikasikan bahwa formulasi material sesuai standar pabrikan mampu mempertahankan kestabilan gesekan selama proses pengereman berulang. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Ramadhani et al. (2026) yang menyatakan bahwa komposisi material kampas rem berpengaruh langsung terhadap laju keausan karena setiap material memiliki kemampuan berbeda dalam menahan gaya gesek. Sejalan dengan itu, Mufarida dan Dermawan (2025) menjelaskan bahwa tingkat kekerasan material berkorelasi positif terhadap ketahanan aus, sehingga material dengan kekerasan yang lebih tinggi cenderung mengalami kehilangan material yang lebih kecil selama proses pengereman.

Perbedaan performa keausan antarjenis kampas rem tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat kekerasan material, tetapi juga oleh karakteristik mekanik komposit penyusunnya. Kampas rem OEM diduga memiliki distribusi bahan pengikat, serat penguat, dan bahan pengisi yang lebih homogen sehingga mampu mempertahankan kestabilan kontak gesek selama pengujian berlangsung. Hasil tersebut selaras dengan penelitian Marentiko et al. (2024) yang menunjukkan bahwa sifat mekanik komposit berpengaruh terhadap performa kampas rem non-asbestos, terutama dalam menjaga keseimbangan antara kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap abrasi. Bustomi et al. (2024) juga melaporkan bahwa penggunaan *phenol formaldehyde* bersama aditif biokomposit mampu meningkatkan performa kampas rem ramah lingkungan melalui peningkatan stabilitas material selama menerima beban gesekan yang berulang.

Fenomena meningkatnya keausan pada kampas rem OES dan *Aftermarket* dapat dijelaskan melalui mekanisme tribologi yang terjadi selama proses pengereman. Gesekan yang berlangsung terus-menerus menyebabkan terbentuknya panas, deformasi mikro, dan pelepasan partikel permukaan yang secara bertahap mengurangi ketebalan kampas rem. Yusubov (2025) menjelaskan bahwa mekanisme keausan pada kampas rem berbasis polimer dipengaruhi oleh karakteristik permukaan, pembentukan *transfer layer*, serta interaksi antarpartikel selama proses gesekan. Hasil tersebut diperkuat oleh Gehlen et al. (2022) yang menemukan bahwa performa tribologi material gesek sangat ditentukan oleh kemampuan material mempertahankan stabilitas koefisien gesek sekaligus meminimalkan kehilangan material akibat proses *wear*.

Kondisi operasi selama pengujian juga memberikan kontribusi terhadap perbedaan tingkat keausan yang diperoleh. Putaran mesin sebesar 4.000 RPM, tekanan pengereman 2,5 bar, dan durasi pengujian selama 30 menit menghasilkan beban termal yang terus-menerus diterima oleh permukaan kampas rem. Sekarjati et al. (2025) melalui analisis *Finite Element* menunjukkan bahwa distribusi temperatur pada *disc brake* dapat meningkatkan tegangan termal yang akhirnya mempercepat degradasi material apabila panas tidak terdistribusi secara merata. Dengan demikian, kemampuan material dalam mengendalikan akumulasi panas menjadi salah satu faktor penting yang menjelaskan mengapa kampas rem OEM memiliki laju keausan yang lebih rendah dibandingkan dua jenis kampas rem lainnya.

Selain temperatur, kondisi kekerasan material juga menjadi faktor yang memengaruhi ketahanan aus selama proses pengereman. Material dengan tingkat kekerasan yang lebih baik cenderung mampu mempertahankan bentuk permukaan kontak sehingga kehilangan material berlangsung lebih lambat. Penelitian Nurdhani (2024) menunjukkan bahwa perlakuan panas

pada *disc pad* OEM mampu meningkatkan kualitas kekerasan material sehingga berpotensi memperpanjang umur pakai komponen. Sementara itu, Khafidh et al. (2023) menjelaskan bahwa sifat mekanik dan perilaku tribologi pada cakram rem berubah seiring intensitas penggunaan sehingga interaksi antara permukaan cakram dan kampas rem menjadi salah satu faktor utama yang menentukan laju keausan.

Dari sisi sistem pengereman, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketahanan kampas rem tidak dapat dipisahkan dari karakteristik kerja sistem rem secara keseluruhan. Efektivitas pengereman dipengaruhi oleh distribusi energi kinetik menjadi energi panas, kestabilan tekanan hidrolik, serta kemampuan material dalam mempertahankan gaya gesek. Nurhamidah et al. (2025) menjelaskan bahwa proses pengereman merupakan bentuk konversi energi sesuai konsep hukum kekekalan energi, sehingga sebagian besar energi kendaraan berubah menjadi energi panas akibat gesekan. Oleh karena itu, material kampas rem yang memiliki kemampuan disipasi panas lebih baik akan menunjukkan ketahanan aus yang lebih tinggi dibandingkan material yang mudah mengalami degradasi termal.

Hasil penelitian ini juga memiliki implikasi praktis bagi pengguna kendaraan maupun industri otomotif. Kampas rem dengan tingkat keausan rendah tidak hanya mampu memperpanjang umur pakai komponen, tetapi juga menjaga konsistensi performa pengereman sehingga meningkatkan aspek keselamatan berkendara. Anitasari (2024) menjelaskan bahwa kerusakan sistem rem sering kali diawali oleh penurunan kualitas komponen gesek yang tidak segera terdeteksi, sehingga pemilihan kampas rem yang memiliki ketahanan aus baik menjadi bagian penting dari kegiatan perawatan preventif. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu dasar pertimbangan dalam memilih kampas rem yang sesuai dengan kebutuhan operasional kendaraan, terutama pada sepeda motor yang telah menggunakan sistem *double disc brake*.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Pengujian dilakukan pada kondisi *standing test* dengan jumlah sampel yang terbatas sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi pengereman aktual di jalan yang dipengaruhi oleh variasi beban kendaraan, kondisi lingkungan, maupun pola pengendaraan. Meskipun demikian, penggunaan parameter pengujian yang seragam memungkinkan perbedaan keausan lebih merefleksikan karakteristik material daripada pengaruh variabel luar. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengombinasikan pengujian laboratorium dan *road test*, menambahkan pengukuran temperatur aktual, koefisien gesek, kekerasan material, serta analisis mikrostruktur permukaan agar mekanisme keausan kampas rem dapat dijelaskan secara lebih komprehensif dan memberikan kontribusi ilmiah yang lebih luas terhadap pengembangan teknologi material sistem pengereman.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mencapai tujuan untuk membandingkan tingkat keausan kampas rem belakang OEM, OES, dan *Aftermarket* pada sistem *double disc brake* menggunakan parameter pengujian yang seragam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik material kampas rem merupakan faktor penting yang memengaruhi ketahanan aus selama proses pengereman, sehingga setiap jenis kampas rem memperlihatkan respons yang berbeda terhadap beban gesekan yang sama. Temuan ini memperkuat pemahaman bahwa pemilihan kampas rem tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menghasilkan gaya pengereman, tetapi juga berhubungan dengan stabilitas performa dan umur pakai komponen pada penggunaan berulang. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa bukti komparatif

mengenai perilaku keausan tiga kategori kampas rem pada sistem *double disc brake*, sekaligus mengisi kesenjangan penelitian yang sebelumnya masih terbatas pada kajian material atau performa pengereman secara terpisah.

Secara praktis, hasil penelitian dapat dijadikan sebagai salah satu dasar pertimbangan bagi pengguna kendaraan, teknisi bengkel, maupun produsen komponen dalam memilih kampas rem yang mampu memberikan keseimbangan antara ketahanan aus, keandalan pengereman, dan efisiensi pemeliharaan kendaraan. Temuan ini juga membuka peluang pengembangan material kampas rem dengan karakteristik tribologi yang lebih baik untuk mendukung peningkatan keselamatan dan keandalan sistem pengereman pada sepeda motor. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan pengujian melalui *road test* pada berbagai kondisi operasional, menambahkan pengukuran temperatur, koefisien gesek, kekerasan material, serta analisis mikrostruktur permukaan guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme keausan kampas rem. Pengembangan tersebut diharapkan dapat memperluas aplikasi hasil penelitian sekaligus mendukung inovasi material sistem pengereman yang lebih efektif, tahan lama, dan sesuai dengan kebutuhan teknologi otomotif modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Anitasari, M. E. (2024). Analisis gangguan dan kerusakan sistem rem sepeda motor serta penanganannya. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 7(1), 37–51. <https://doi.org/10.21831/jpvo.v7i1.76509>
- Baihaqi, S. B. F., & Naryanto, R. F. (2025). Analisis pengaruh tekanan angin ban terhadap jarak pengereman sepeda motor Honda Supra X 125 CC. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 12(1), 12–18. <https://doi.org/10.46447/ktj.v12i1.684>
- Bustomi, A., Nur, H. R., Muhammad, R., & Zaman, M. N. (2024). Analisis performa kampas rem rekayasa ramah lingkungan: Peran *phenol formaldehyde* dan aditif biokomposit. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(2), 125–132. <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm/article/view/1623>
- Gehlen, G. D. S., Neis, P. D., Barros, L. Y. D., Poletto, J. C., Ferreira, N. F., & Amico, S. C. (2022). Tribological performance of eco-friendly friction materials with rice husk. *Wear*, 500, 204374. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043164822001363>
- Khafidh, M., Kasim, M. A. M., & Purwaningrum, Y. (2023). Analisis sifat mekanik dan tribologi pada cakram baru dan bekas. *ROTASI*, 25(4), 14–22. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/58860>
- Li, D., Mi, R., Chen, L., & Dai, J. (2026). A review of tribological behavior of brake pads for high-speed train. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 240(5), 701–727. <https://doi.org/10.1177/13506501251364938>
- Magnolia, A. N., Akmal, J., Tanti, N., Nugraha, N., & Anwar, S. (2026). Pengaruh posisi roda terhadap laju keausan blok rem komposit pada lokomotif kereta api. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, 12(1), 49–55. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/id/article/view/6910>
- Manathan, Y., Shafa, F., Prataman, A., & Ariyanto, S. R. (2025). Analisis kondisi dan performa sistem rem hidrolis pada sepeda motor Yamaha Freego: Studi kasus perawatan dan

- diagnosa komponen. *Automotive Innovations Journal*, 1(2).
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/aij/article/view/72810>
- Marentiko, F., Luqyana, D., Rizkia, V., & Muslimin, M. (2024). Karakteristik sifat mekanik pada pembuatan komposit terhadap performa kampas rem *non-asbestos*. *Jurnal Mekanik Terapan*, 5(3), 160–167. <https://doi.org/10.32722/jmt.v5i3.7098>
- Masykuron, F., Fatra, F., & Ariwibowo, B. (2026). Pengaruh penggunaan rem terhadap jarak pengereman pada sepeda motor Honda GL 100. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*, 8(1), 54–60.
<https://e-journal.ivet.ac.id/index.php/joveat/article/view/4460>
- Mufarida, N. A., & Dermawan, M. F. (2025). Analisis keausan dan kekerasan kampas rem terbuat dari serat daun nanas yang di arangkan dengan resin *epoxy*. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 6(2), 70–77. <https://doi.org/10.24127/armatur.v6i2.6303>
- Nurdhani, A. (2024). Pengaruh perlakuan panas terhadap kualitas kekerasan *discpad* Honda *original equipment manufacture*. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 4.
<https://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/5657>
- Nurhamidah, N., Antika, N., Destina, D., & Nuraini, N. (2025). Kajian efisiensi energi pada sistem rem sepeda motor dengan konsep hukum kekekalan energi. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 433–444. <https://doi.org/10.37478/optika.v9i2.7062>
- Pandriana, A., Alva, S., Noviyanto, A., & Kurniawan, K. (2025). Pengaruh variasi densitas resin PVC terhadap koefisien gesek dan mikrostruktur komposit kampas rem berbasis serat sabut kelapa dan serbuk arang. *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 5(1), 50.
<https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/JREM/article/view/13828>
- Permana, A. B., Utami, D. T., & Permana, M. P. (2026). Pengaruh diameter master rem terhadap tekanan pengereman pada sepeda motor. *Journal of Automotive Technology Vocational Education*, 7(1). <https://journal.upy.ac.id/index.php/jatve/article/view/9158>
- Prasetyo, A. B., Sekarjati, K. A., Putra, I. R., & Assagaf, I. P. A. (2025). *Steady-state thermal* dan struktur analysis *disc brake* motor menggunakan metode *finite element analysis* (FEA). *Journal of Energy, Materials, & Manufacturing Technology*, 4(1), 23–29.
<https://doi.org/10.61844/jemmtec.v4i01.977>
- Ramadhani, S. Y., Monasari, R., & Anugrah, A. (2026). Analisis laju keausan kampas rem campuran arang sabut kelapa dan kulit pisang: *Wear rate analysis of coconut coir and banana peel charcoal brake pads*. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 14(2), 213–222. <https://doi.org/10.23887/jptm.v14i2.115099>
- Rizky, D. M. Z., & Yudianto, E. (2026). Pengaruh variasi kecepatan putaran roda dan bahan kampas terhadap temperatur operasional rem cakram: *Effect of wheel rotation speed variations and pad material on the operational temperature of disc brake*. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 523–531. <https://doi.org/10.33795/j-meeg.v5i1.8294>
- Saputra, H., & Munandar, A. (2022). Analisis kinerja sistem pengereman cakram pada sepeda motor. *Jurnal Rekayasa Otomotif*, 8(1), 12–20.
<https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/strg/article/view/54281>
- Sekarjati, K. A., Rusianto, T., Prasetyo, A. B., & Assagaf, I. P. A. (2025). Analisis *thermal transient* dan *static structure* pada *disc brake* berbasis *finite element*. *Journal of Energy, Materials, & Manufacturing Technology*, 4(2), 99–108.
<https://doi.org/10.61844/jemmtec.v4i02.1095>



- Yusubov, F. (2025). Surface characteristics and wear mechanisms of polymer-based brake pads. *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, 54(3), 248–256. <https://link.springer.com/article/10.1134/S1052618825700153>
- Zhou, S., Wang, J., Xin, X., & Sun, Y. (2025). Optimization of brake disk wear loss due to brake pad structure. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, 53(2), 1368–1391. <https://doi.org/10.1080/15397734.2024.2385016>