

ANALISIS KEAUSAN KAMPAS REM PADA SEPEDA MOTOR

Sukamto

Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax (0274)543676
E-mail: kadung702@yahoo.com

ABSTRACT

Motor cycle needs maintenance and change of spare part regularly, for instance brake pad. Brake is one of the component that is important for safety. It is used to decelerate, control and stop the rotation of the wheel. There are many kind of product of brake pad in the market. AHM (Astra Honda Motor) is a factory product that is different compare with INDOPART which has many grade of quality. The aim of this research is to analysis the wearing out of brake pads and then compare of the two brand of brake pad. The method of the experiment was using new sample both two brand. Specimens were analyzed to examine the rate of the wearing out of those brake pads. Based on the experiment, the rate of the wearing out of the both brake pads were decreased and the rate of the wearing out of brake pad of Astra Honda Motor lower than INDOPART.

Keyword: brake pad, motor cycle, worn out

PENDAHULUAN

Pada akhir-akhir ini banyak kita dengar adanya kecelakaan yang terjadi di jalan raya baik sepeda motor, mobil maupun bus atau truk. Sebagian dari kasus kecelakaan adalah akibat rem yang tidak bekerja dengan baik. Hal ini bukan berarti akibat kualitas rem yang buruk tetapi lebih banyak akibat kelalaian manusia dalam perawatan kendaraan terutama rem disamping komponen-komponen lain.

Rem merupakan salah satu komponen pada kendaraan yang harus ada dan bekerja dengan baik karena menyangkut keselamatan pengendara dan orang lain.

Secara umum kendaraan bermotor adalah suatu kendaraan yang dijalankan oleh mesin yang dikendalikan oleh manusia di atas jalan, diantaranya sepeda motor, mobil, bus, traktor, dan kendaraan pengangkat. Pada dasarnya proses pengoperasian dan perawatannya sama, perbedaannya terletak pada bentuk dan ukurannya saja.

Rem merupakan komponen pengarah, pengatur gerak dan untuk keamanan kendaraan yang sangat penting keberadaannya. Rem mempunyai fungsi yaitu menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros, dan juga mencegah putaran yang tidak dikehendaki. Rem adalah suatu

peranti untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda. Karena gerak roda diperlambat, secara otomatis gerak kendaraan menjadi lambat. Energi kinetik yang hilang dari benda yang bergerak ini biasanya diubah menjadi panas karena gesekan. Pada rem regeneratif, sebagian energi ini juga dapat dipulihkan dan disimpan dalam rodagila (*flywheel*), kapasitor, atau diubah menjadi arus bolak balik oleh suatu alternator, selanjutnya dilalukan melalui suatu penyearah (*rectifier*) dan disimpan dalam baterai untuk penggunaan lain, seperti untuk penggerak atau sumber listrik.

Energi kinetik meningkat sebanyak pangkat dua kecepatan ($E = \frac{1}{2}mv^2$). Ini berarti bahwa jika kecepatan suatu kendaraan meningkat dua kali, ia memiliki empat kali lebih banyak energi. Rem harus membuang empat kali lebih banyak energi untuk menghentikannya dan konsekuensinya, jarak yang dibutuhkan untuk pengereman juga empat kali lebih jauh.

Gaya gesek

Rem bekerja dengan berdasar gaya gesek antara disk atau drum dengan kampas rem. Gaya gesek merupakan akumulasi interaksi mikro antar kedua permukaan yang

saling bersentuhan. Gaya-gaya yang bekerja antara lain adalah gaya elektrostatik pada bahwa permukaan yang halus akan menyebabkan gaya gesek (atau tepatnya koefisien gaya gesek) menjadi lebih kecil nilainya dibandingkan dengan permukaan yang kasar, akan tetapi dewasa ini tidak lagi demikian. Konstruksi mikro (nano tepatnya) pada permukaan benda dapat menyebabkan gesekan menjadi minimum, bahkan cairan tidak lagi dapat membasahinya (efek lotus).

Gaya gesek statis adalah gesekan antara dua benda padat yang tidak bergerak relatif satu sama lainnya. Seperti contoh, gesekan statis dapat mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Koefisien gesek statis umumnya dinotasikan dengan μ_s , dan pada umumnya lebih besar dari koefisien gesek kinetis. Gaya gesek statis dihasilkan dari sebuah gaya yang diaplikasikan tepat sebelum benda tersebut bergerak. Gaya gesekan maksimum antara dua permukaan sebelum gerakan terjadi adalah hasil dari koefisien gesek statis dikalikan dengan gaya normal atau $f = \mu_s F_n$. Ketika tidak ada gerakan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum. Setiap gaya yang lebih kecil dari gaya gesek maksimum yang berusaha untuk menggerakkan salah satu benda akan dilawan oleh gaya gesekan yang setara dengan besar gaya tersebut namun berlawanan arah. Setiap gaya yang lebih besar dari gaya gesek maksimum akan menyebabkan gerakan terjadi. Setelah gerakan terjadi, gaya gesekan statis tidak lagi dapat digunakan untuk menggambarkan kinetika benda, sehingga digunakan gaya gesek kinetis. (Anonim,2010,http://id.wikipedia.org/wiki/Rem_cakram)

Sistem rem dalam teknik otomotif adalah suatu sistem yang berfungsi untuk :

1. Mengurangi kecepatan kendaraan.
2. Menghentikan kendaraan yang sedang berjalan.
3. Menjaga agar kendaraan tetap berhenti.

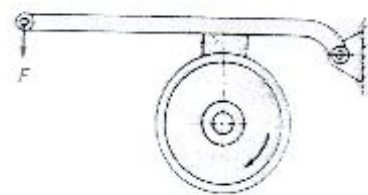
Ber macam merk komponen kampas rem ditawarkan oleh para produsen, mulai dari standard pabrikan sepeda motor hingga bervariasi merk yang laris dipasaran seperti halnya kampas rem Indopart karena lebih terjangkau harganya, sehingga harus lebih

masing-masing permukaan. Dulu diyakini

selektif dalam memilih suatu produk karena disudutkan oleh harga yang bersaing dan kualitas produk itu sendiri. Akan tetapi untuk standard keselamatan tidak pernah ada toleransi, kampas rem harus tahan aus dari gesekan dan harus aman di temperatur tinggi serta dalam kondisi normal. Semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi juga keausan pada saat pengereman. Dengan adanya permasalahan tersebut maka perlu dilakukan analisis perbandingan tingkat keausan kampas rem cakram standard pabrikan merk AHM (*Astra Honda Motor*) dengan kampas rem *after market* merk INDOPART pada sepeda motor, sehingga dengan uji perbandingan tersebut dapat diuji mutu dan kualitasnya.

Rem Blok Tunggal

Yaitu rem blok yang sederhana, terdiri dari satu blok rem yang ditekan terhadap drum rem. Pada rem tersebut, permukaan geseknya dipasang lapisan rem atau bahan gesek yang dapat diganti apabila telah aus. Suatu hal yang kurang menguntungkan pada rem blok tunggal adalah gaya tekan yang bekerja dalam satu arah saja pada drum sehingga pada poros timbul momen lentur sehingga rem blok tunggal tidak banyak dipakai pada mesin-mesin yang memerlukan pengereman besar.



Gambar 1: Rem blok tunggal
(Sularso & Suga K, 2002,hal.77)

Blok rem merupakan bagian yang penting, material drum rem biasanya dibuat dari besi cor atau baja cor, sedangkan untuk material gesek dahulu biasanya dipakai besi cor, baja liat, perunggu, kuningan, tenunan asbes, pasta asbes, serat, dan lainnya, akan tetapi "akhir akhir" ini banyak dikembangkan material gesek dari damar, serbuk logam dan keramik. Bahan yang menggunakan tenunan terdiri dari tenunan asbes sebagai kerangka,

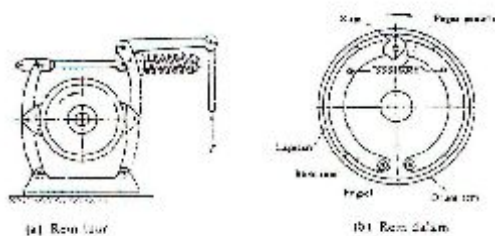
dengan plastik cair atau minyak kering yang diserapkan sebagai perekat, dan dikeraskan dengan cetak panas atau perlakuan panas. Damar cetak dan setengah logam umumnya hanya berbeda dalam hal kadar serbuk logamnya, keduanya dibuat dengan mencampurkan serat pendek dari asbes, plastik serbuk, dan bahan tambahan berbentuk serbuk, kemudian dibentuk.

Metode ini mempunyai keuntungan karena susunannya dapat dirubah sesuai dengan keperluan, sedangkan material gesek logam, logam keramik, dan keramik tidak mengandung asbes sama sekali. Cara pembuatannya adalah dengan mengepress dan membentuk satu macam atau lebih serbuk logam atau serbuk keramik, dan mengeraskannya pada temperatur dibawah titik cair bahan yang bersangkutan.

Material rem harus memenuhi persyaratan keamanan, ketahanan, dan dapat mengerem dengan halus dan juga harus mempunyai koefisien gesek yang tinggi, keausan yang minim, kuat, tidak melukai permukaan drum, dan dapat menyerap getaran.

Rem Blok Ganda

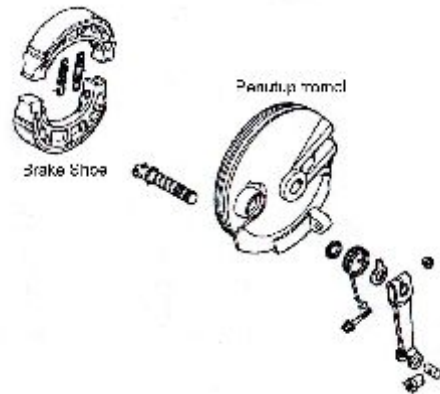
Jika pada rem blok tunggal mempunyai kekurangan, maka dapat diatasi dengan menggunakan rem blok ganda, yaitu jika dipakai dua blok rem yang menekan drum dari dua arah yang berlawanan, baik dari sebelah dalam atau sebelah luar drum. Rem dengan blok yang menekan dari luar dipergunakan untuk mesin-mesin industri dan kereta rel yang pada umumnya digerakkan secara *numatic*, sedangkan yang menekan dari dalam dipakai pada kendaraan jalan raya yang digerakkan secara *hidraulic*.



Gambar 2: Rem blok ganda (Sularso & Suga K, 2002, hal. 83).

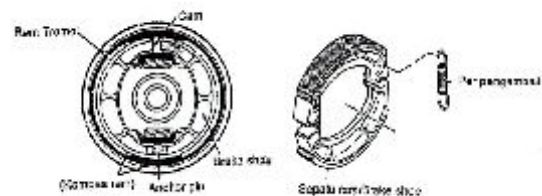
Rem Drum (Drum Brake)

Rem drum mempunyai ciri lapisan yang terlindung, dapat menghasilkan gaya rem yang besar untuk ukuran rem yang kecil, dan umur lapisan rem yang panjang. Rem drum mempunyai kelemahan yaitu sistem pemancaran panasnya yang buruk, serta membuat partikel kotoran pada ruang drum tersebut, untuk membersihkannya harus membuka roda agar rumah rem dapat dibersihkan dari kotoran.



Gambar 3: Rem drum (PT. Astra Honda Motor, 2000,hal.129)

Blok dari rem ini disebut sepatu rem karena bentuknya yang mirip sepatu. Gaya rem tergantung pada letak engsel sepatu dan silinder *hidraulic* serta arah putaran roda. Sistem pengereman pada sepeda motor dapat diklasifikasikan menjadi dua sistem yaitu Rem Tromol dan Rem Cakram. Bila rem tromol dioperasikan secara mekanis, rem cakram dioperasikan dengan sistem *hidraulic* dengan memakai tekanan fluida.

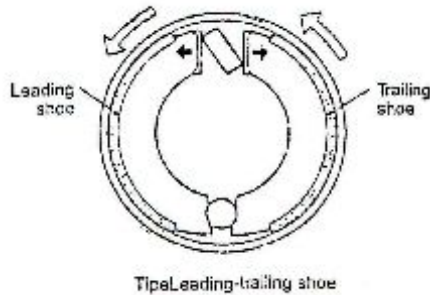


Gambar 4: Sepatu rem (PT. Astra Honda Motor, 2000,hal.129)

Tipe Leading dan Trailing

Dengan sebuah cam yang dapat digunakan untuk menekan dengan paksa dua buah sepatu rem yang mempunyai pengaruh

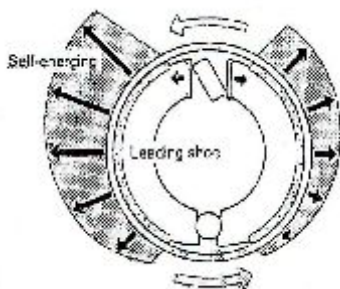
pengereman kuat adalah "leading shoe" dan yang lain "trailing shoe".



Gambar 5: Tipe Leading dan Trailing (PT. Astra Honda Motor,2000, hal.131)

a. Prinsip kerja Leading Shoe

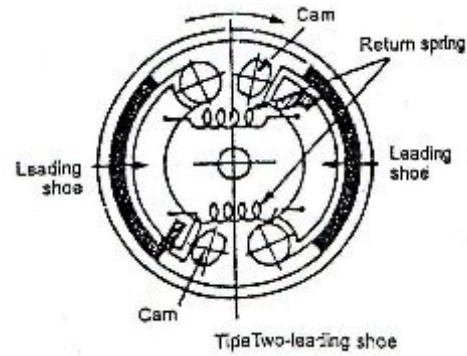
Gaya pengereman leading brake shoe (gaya yang searah dengan putaran roda) dipaksa bergerak oleh "cam", maka terjadi gaya gesek yang searah dengan putaran roda. Gesekan antara sepatu dan rem tromol, menghasilkan gaya pengereman yang lebih besar dibandingkan dengan gaya pengereman yang berlawanan arah putaran roda.



Gambar 6: Prinsip kerja Leading Shoe (PT. Astra Honda Motor,2000, hal.131)

b. Tipe Two Leading Shoe

Dua buah "cam" digunakan untuk menekan kedua buah sepatu rem, sehingga dapat bekerja seperti leading shoe. Jadi dapat menghasilkan gaya pengereman "kira kira" 5 kali dari trailing shoe brake terutama digunakan sebagai rem depan, tetapi ini digantikan oleh rem disc brake.



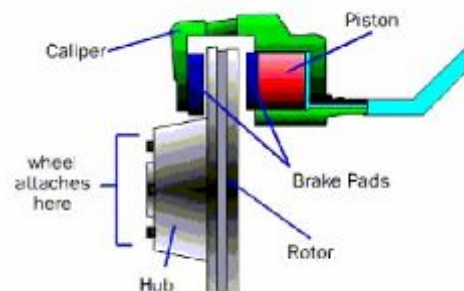
Gambar 7: Tipe Two - Leading Shoe (PT. Astra Honda Motor,2000, hal.131)

Rem tromol terbuat dari besi tuang, pada saat rem digunakan panas akibat gesekan akan timbul, jadi daya pengereman akan berkurang. Untuk mengatasi hal tersebut, permukaan luar dari hubungan terdapat sirip-sirip pendingin yang terbuat dari aluminium alloy yang mempunyai daya penyaluran panas yang sangat baik. Pada bagian tromol terdapat alur yang berfungsi untuk menyaring debu dan air agar tidak masuk ke dalam tromol (www.digilib.petra.ac.id).

Rem tromol mempunyai sepatu rem yang bergerak berlawanan dengan putaran roda untuk mengerem roda dengan gesekan, ini disebut "internal expansion lining brake". Rem tipe ini kebanyakan digunakan pada rem belakang sepeda motor. (PT. Astra Honda Motor, 2000, hal.130)

Rem Cakram

Rem cakram terdiri atas sebuah cakram dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman. Rem cakram mempunyai sebuah piringan (disc), untuk menjepit piringan ini diperlukan tenaga yang cukup kuat. Guna memenuhi kebutuhan ini, rem cakram dilengkapi dengan sistem hidraulic. (Prof. Ir. I Nyoman Sutrinta, MSc, Phd, 2001)



Gambar 8: Rem cakram

Agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat, sistem hidraulic terdiri dari master silinder, torak, reservoir untuk tempat minyak rem, kampas rem (*brake pad*), dan komponen penunjang lainnya. Pada sepeda motor, ketika handle rem ditarik, bubungan yang terdapat pada handle rem akan menekan torak yang terdapat pada master silinder. Torak ini akan mendorong minyak rem ke arah saluran minyak, yang selanjutnya masuk kedalam ruangan silinder dalam pada caliper, pada bagian torak sebelah luar dipasang kampas atau brake pad, kampas ini akan menjepit piringan baja dengan memanfaatkan tekanan torak ke arah luar yang diakibatkan oleh tekanan minyak tadi.

Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik, dan lainnya, sehingga sangat banyak dipakai untuk roda depan. Adapun kelemahannya adalah umur lapisan yang pendek, serta kotoran mudah menempel pada piringan.

Jenis Kampas Rem Menurut Klasifikasi International

1. OEM (*Original Equipment Manufactured*)
OEM adalah jenis kampas rem yang sudah terpasang pada saat membeli motor baru, dimana untuk produsen Honda, Suzuki, dan Kawasaki dikeluarkan oleh pabrikan rem Nissin, sedangkan untuk Yamaha dikeluarkan oleh Akebono.
2. OES (*Original Equipment Sparepart*)
OES adalah jenis kampas rem yang digunakan sebagai pengganti kampas rem OEM dimana kampas rem ini dibuat oleh pabrikan OEM sehingga mempunyai kode formula yang sama, proses yang sama, kualitas yang sama dan bahan yang sama dengan kampas rem OEM.
3. AM (*After Market*)
Jenis ini adalah kampas rem yang beredar di pasaran, dengan kualitas yang beragam. Ada yang mempunyai kualitas lebih rendah dari OEM, dan ada yang lebih tinggi kualitasnya dari OEM.
4. Genuine
Pada dasarnya kampas rem ini masuk dalam kategori jenis *After Market*. Istilah *Genuine* hanya untuk membedakan antara asli dan palsu tidaknya produk tersebut (Anonim, 2008, www.astra-honda.com)

Bahan Kampas Rem Asbestos

Pada umumnya 60% material dari komposisi kampas rem ini adalah Asbestos sebagai serat utama pembuatan kampas rem, Resin, *Friction Aditive*, *Filler*, serpihan logam, karet sintetis dan keramik sebagai bantalan tahan aus. Kampas rem asbestos akan *fading* pada temperatur 200°C, ini disebabkan karena faktor kandungan resin yang tinggi pada asbestos sehingga pada temperatur tinggi kampas rem cenderung licin (*glazing*) dan mengeras, juga ketika terkena air.

Bahan Kampas Rem Non Asbestos

Pada kampas rem non asbestos, sebagai pengganti komposisi asbestos adalah bahan *Friction Aditive* untuk mengisi komposisi utama kampas rem dan *Filler* untuk mengisi ruang kosong, lalu penggunaan Resin, serpihan logam, karet sintetis dan keramik sebagai bantalan tahan aus. Kampas rem non asbestos akan *fading* pada temperatur yang cukup tinggi yaitu 350°C, hal ini dikarenakan tidak adanya kandungan asbestos yang tidak tahan terhadap temperatur diatas 200°C. Karena kampas ini mempunyai komposisi *Friction Aditive* yang lebih banyak, maka ketika terkena air masih memiliki koefisien gesekan yang tinggi (Anonim, 2009, www.ibpbrake.com)

Komposit

Komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang dimiliki sejumlah sifat yang tidak dimiliki oleh masing-masing komponennya termasuk bahan yang diberi lapisan, bahan yang diperkuat dan kombinasi lain yang memanfaatkan sifat khusus beberapa bahan yang ada. Sebagai bahan komposit dan plastik yang diperkuat, sekarang banyak dipakai adalah serat gelas, asbes dan sebagainya, yaitu merupakan komposit yang diperkuat antara resin dan serat.

Terdapat dua hal yang perlu diperhatikan pada komposit yang diperkuat agar dapat membentuk produk yang efektif yaitu:

1. Komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriksnya.
2. Harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dan matriks.

METODE PENELITIAN

Benda Uji

Pada penelitian keausan kampas rem cakram (*brake pad*) yang digunakan adalah 3 buah kampas rem cakram sepeda motor Honda Supra X 125 merk AHM dan merk INDOPART non asbestos, menggunakan benda uji yang sudah jadi dan masih baru dibeli secara acak, pemilihan benda uji dilakukan dengan mempertimbangkan perbedaan harga. Berikut data benda uji kampas rem :

1. Kampas rem standar pabrikan merk AHM (Astra Honda Motor)
 Jenis : OES (*Original Equipment Sparepart*)
 Kode : 06455 – KR3 - 404
2. Kampas rem *after market* merk INDOPART
 Jenis : *After Market*
 Kode : 59100 – 21850 - NA

Benda yang diuji adalah 2 merk kampas rem yaitu 3 buah kampas rem cakram merk AHM dan 3 buah kampas rem cakram merk INDOPART non asbestos. Semua pengujian dilakukan di Laboratorium Ilmu Logam Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta. Pada benda uji kampas rem AHM mengandung material asbestos, sedangkan pada INDOPART tidak mengandung material

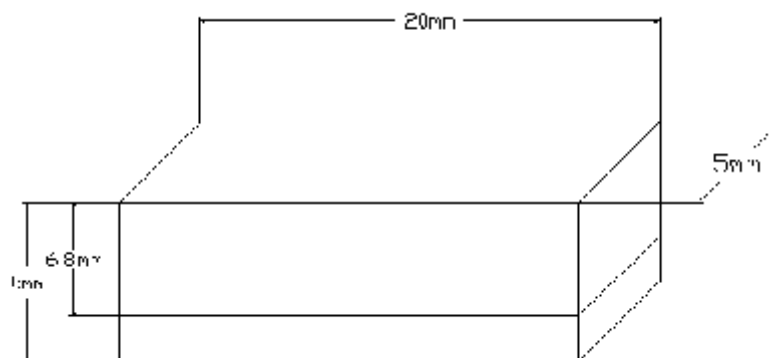
asbestos. Hal ini dapat diketahui dari masing-masing keterangan *label* produk, serta mempunyai ciri fisik yaitu warna kampas rem yang mengandung asbestos lebih cerah daripada yang tidak mengandung asbestos.

Sebelum memulai pengujian maka benda uji harus dipersiapkan terlebih dahulu agar pengujian bisa berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Banyaknya benda uji yang digunakan dalam pengujian tersebut adalah masing-masing merk 1 pasang kampas rem cakram. Jumlah benda uji 2 buah dan tiap benda uji mengalami 6 kali pengausan.

Uji Keausan

Langkah Pengujian :

1. Benda yang di uji dibuat specimen dengan ukuran panjang 20mm, lebar 5mm dan tinggi 8 mm.
2. Letakkan benda uji pada penjepit dengan kuat.
3. Tentukan beban tekan 1350 gram.
4. Tentukan waktu pengausan 120 detik.
5. Tekan saklar "ON" mesin akan bekerja sesuai dengan ketentuan no 3, 4, dan 5 diatas.
6. Setelah pengausan selesai, lepas benda uji dari penjepitnya.
7. Lakukan pengujian sebanyak 6 kali untuk masing-masing sampel.



Gambar 9: Specimen Benda Uji Keausan

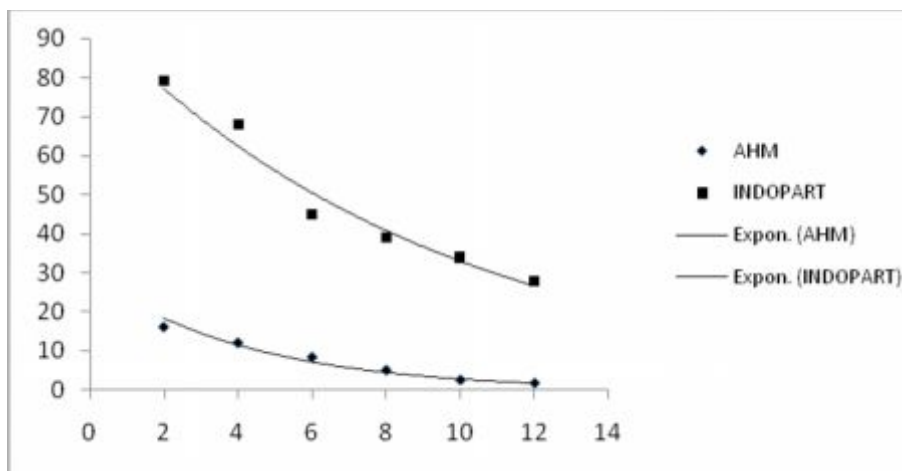
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Laju keausan kampas rem merk AHM

Tahap	Laju keausan keausan (gram/det. mm ²)
1	16 x 10 ⁻⁶
2	12 x 10 ⁻⁶
3	8,3 x 10 ⁻⁶
4	5 x 10 ⁻⁶
5	2,5 x 10 ⁻⁶
6	1,7 x 10 ⁻⁶

Tabel 2. Laju keausan kampas rem merk INDOPART

Tahap	Laju keausan keausan (gram/det. mm ²)
1	79 x 10 ⁻⁶
2	68 x 10 ⁻⁶
3	45 x 10 ⁻⁶
4	39 x 10 ⁻⁶
5	34 x 10 ⁻⁶
6	28 x 10 ⁻⁶



Gambar 10: Grafik perbandingan laju keausan

Perhitungan Harga Keausan

Keausan pada kampas rem cakram Honda Supra X 125 dapat dihitung dengan rumus :

$$N = \frac{W_0 - W_1}{t \cdot A} \text{ gram/detik.mm}^2$$

- W₀ : Berat mula benda uji (gram)
- W₁ : Berat pengausan 120 detik pertama (gram)
- N : Nilai laju keausan (gram/detik.mm²)
- t : Waktu pengausan (detik)
- A : Luas pengausan (mm²)

Analisis Pengujian Keausan.

Dari data hasil pengujian keausan yang dilakukan pada kampas rem cakram merk AHM dan merk INDOPART didapatkan bahwa laju keausan keduanya sama-sama semakin kecil pada tahap berikutnya. Hal ini disebabkan koefisien gesek kampas semakin kecil sehingga permukaan semakin licin (*glazing*). Hasil pengujian juga menunjukkan

bahwa kampas rem cakram merk AHM mempunyai tingkat keausan lebih rendah dari kampas rem cakram merk INDOPART. Hal ini karena kampas rem merk AHM mempunyai kandungan Asbestos yang tidak dimiliki INDOPART, akibatnya permukaan kampas rem AHM menjadi licin saat pengausan sehingga lapisan kampas rem ini tidak mudah aus, serta mempunyai kadar resin yang lebih tinggi dari INDOPART, karena semakin tinggi kadar resin maka kampas rem akan semakin mengeras saat temperatur naik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengamatan dan analisis melalui pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian keausan dengan metode abrasif maka dapat disimpulkan bahwa laju keausan kampas rem semakin kecil dan specimen kampas rem

cakram Honda Supra X 125 merk AHM mempunyai tingkat keausan lebih rendah dibandingkan merk INDOPART, sehingga kampas rem merk AHM lebih tahan terhadap keausan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006, *Asbestos*, www.wikipedia.org, 5 Oktober 2009
- Anonim, 2006, *Caliper*, www.balipost.co.id, 12 Agustus 2009
- Anonim, 2008, *Disk Brake*, www.wikipedia.org, 3 Desember 2009
- Anonim, 2008, *Asbestos*, www.digilib.petra.ac.id, 30 Januari 2010
- Anonim, 2008, *Jenis Kampas Rem*, www.astra-honda.com, 4 Februari 2010
- Anonim, 2008, *Optimasi Kampas Rem*, www.puslit.petra.ac.id, 20 Februari 2010
- Anonim, 2009, *Friction Material*, www.oto.co.id, 2 Juni 2010
- Anonim, 2009, *Fundamentals of Friction and Wear of Automobile Brake Materials*, www.sar.org, 8 Mei 2010
- Anonim, 2009, *Gaya Pengereman*, www.mxrider.or.id, 11 Juni 2010
- Anonim, 2009, *Gaya Pengereman*, www.centrinova.com, 13 Juni 2010
- Anonim, 2010, *Kampas Rem Non Asbestos*, www.ibpbrake.com, 24 Mei 2010
- Anonim, 2009, *Rem*, www.situsotomotif.com, 24 Mei 2010
- Anonim, 2010, *Rem cakram*, <http://id.wikipedia.org/wiki>, 5 April 2010
- Daryanto, 1999, **Pengetahuan Komponen Mobil**, Bumi Aksara, Jakarta.
- PT. Astra Honda Motor, 2000, **Honda Technical Service**, Edisi Pertama, Honda Parts Catalog.
- Rudenko. N, 1994, **Mesin Pengangkat**, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Suganda. H, Kageyama K, 1996, **Pedoman Perawatan Sepeda Motor**, Edisi kelima, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sularso & Suga K, 2002, **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Edisi kesepuluh, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia T, Shinroku, 1999, **Pengetahuan Bahan Teknik**, Edisi keempat, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutranta I.N, 2001, **Teknologi Otomotif**, Buana Widya, Surabaya