

PENGARUH KOMPOSISI STRUKTUR BAHAN PADA PERAMBATAN PANAS PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

Sukamto

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

ABSTRACT

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 compare the heat transfer on the brake pad which the material structure are asbestos and non asbestos. Testing materials were 3 sample of asbestos and 3 sample of non asbestos. Experiment were done by rubbing the surface of sample on the rotating surface of friction.

Based on the experiment, the heat transfer compare with thermal conductivity (q/k) of brake pads with structure material asbestos was lower than brake pads with structure material asbestos.

Keyword: brake pad, heat transfer, asbestos, non asbestos

PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif ini meliputi komponen-komponen sepeda motor dengan berbagai macam produk dan merk sehingga menyebabkan persaingan antar produsen, baik dalam persaingan harga, mutu dan kualitas produk. Pada umumnya masyarakat Indonesia mayoritas menggunakan alat transportasi sepeda motor dan akhir-akhir ini sepeda motor banyak beralih menggunakan perangkat rem cakram dibanding rem tromol.

Rem merupakan komponen yang sangat vital untuk keselamatan pengendara terutama pada komponen kampas rem. Akan tetapi konsumen harus lebih teliti dalam memilih komponen kendaraan sehingga tidak dirugikan dari segi ekonomi ataupun keselamatan. Sepeda motor tentunya membutuhkan perawatan dan penggantian komponen seperti halnya kampas rem. Kampas rem adalah suatu komponen yang sangat penting pada sepeda motor karena berfungsi memperlambat dan menghentikan putaran poros, mengendalikan poros dan untuk keselamatan pengendara sendiri.

Merk komponen kampas rem ditawarkan oleh para produsen sangat beragam, mulai dari standard pabrikan sepeda

motor hingga bervariasi merk yang laris dipasaran karena lebih terjangkau harganya, sehingga harus lebih selektif dalam memilih suatu produk. Akan tetapi untuk standard keselamatan tidak pernah ada toleransi, kampas rem harus tahan aus dari gesekan dan harus aman pada temperatur tinggi yaitu pada saat waktu pengereman lama seperti di jalan menurun yang panjang. Semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi juga panas yang ditimbulkan pada saat pengereman kecepatan tinggi. Dengan adanya permasalahan tersebut maka perlu dilakukan analisis perbandingan tingkat panas kampas rem cakram ditinjau dari komposisi struktur penyusun bahan kampas.

Perangkat rem merupakan komponen yang sangat vital untuk keselamatan pengendara terutama pada komponen kampas rem. Akan tetapi konsumen harus lebih teliti dalam memilih komponen kendaraan sehingga tidak dirugikan dari segi ekonomi ataupun keselamatan. Mempunyai sepeda motor tentunya membutuhkan perawatan dan penggantian komponen seperti halnya kampas rem. Berbagai merk komponen kampas rem ditawarkan oleh para produsen, mulai dari standard pabrikan sepeda motor hingga bervariasi merk yang laris dipasaran, sehingga harus lebih selektif dalam memilih

suatu produk karena harga yang bersaing dan kualitas produk itu sendiri. Akan tetapi untuk standard keselamatan rem harus aman pada temperatur tinggi serta dalam kondisi normal. Semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi panas yang ditimbulkan pada saat pengereman.

a. Rem

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.

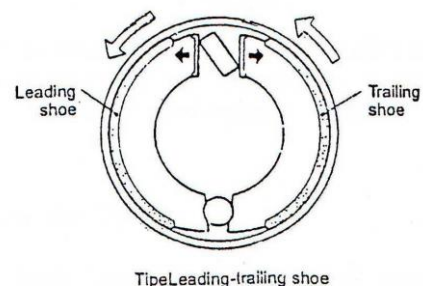
Rem blok yang sederhana, terdiri dari satu blok rem yang ditekan terhadap drum rem. Pada rem tersebut, permukaan geseknya dipasang lapisan rem atau bahan gesek yang dapat diganti apabila telah aus. Suatu hal yang kurang menguntungkan pada rem blok tunggal adalah gaya tekan yang bekerja dalam satu arah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

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.

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 1: Tipe Leading dan Trailing
(PT. Astra Honda Motor, "Honda Technical Service", hal.131)

Cam digunakan untuk menekan dengan paksa dua buah sepatu rem yang mempunyai pengaruh pengereman kuat adalah "*leading shoe*" dan yang lain "*trailing shoe*".

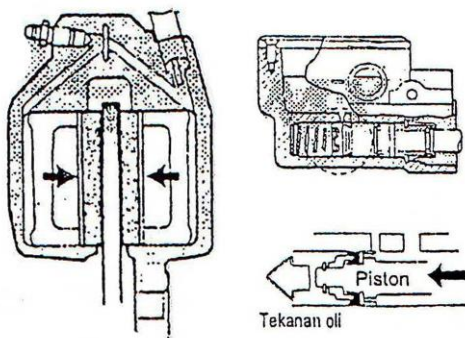
Gaya pengereman leading brake shoe (gaya yang searah dengan putaran roda) dipaksa bergerak oleh "*cam*", maka terjadi gaya gesek yang searah dengan putaran roda. Gesekan antara sepatu dan rem tromol, menghasilkan gaya pengereman yang lebih besar dibandingkan dengan gaya pengereman yang berlawanan arah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

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 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 *hydraulic*.

Agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat, sistem *hydraulic* 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.

Penggunaan rem depan adalah yang paling *effective* untuk pengereman, karena memberikan antara 60% - 80% dari kekuatan beban total pengereman pada saat melakukan pengereman secara maksimal (*Hardstop*), hal ini dikarenakan berat dari kendaraan dan pengendara berpindah kedepan di atas roda depan saat dilakukan pengereman.



Gambar 2: Cara kerja rem cakram saat bekerja (PT. Astra Honda Motor, "Honda Technical Service", hal.133)

Jika menggunakan rem depan secara perlahan (*progresive*) dan tidak mendadak maka roda depan meluncur dengan sangat terkendali. Akan tetapi jika menggunakan rem depan dengan tekanan yang keras, roda depan akan meluncur tidak terkendali (*sliding*) dan akan membuat pengendara jatuh.

Dengan hampir semua berat di transfer ke roda depan, maka tugas rem belakang menjadi ringan. Akan tetapi jika menggunakan rem belakang dengan tekanan yang keras dan cepat maka rem belakang akan mudah terkunci dan *sliding*. Jadi walaupun tugas rem belakang lebih ringan tapi harus menggunakannya dengan *progresive* dan tidak terlalu keras.

Fading hilangnya kemampuan pengereman. Kejadian ini dapat terjadi jika terjadi panas yang berlebihan yang disebabkan karena gesekan terus menerus antara kampas rem dan teromol atau cakram, sehingga membuat kemampuan pengereman akan hilang. Banyak sekali orang yang berpendapat bahwa dengan membuat alur pada permukaan *lining* kampas rem akan mengatasi rem blong, padahal itu adalah kesalahan yang fatal. Pakem atau tidaknya kampas rem tergantung dari formula/komposisi material kampas rem tersebut.

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.

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 (www.ibpbrake.com / www.situsotomotif.com).

Asbestos adalah mineral silikat yang ditemukan di alam dalam bentuk serat dan terbentuk secara alamiah, dapat dipakai sebagai bahan isolator, dalam bentuk itu daya tahan suhunya kira-kira sampai 500°C. Asbestos dalam dunia otomotif sering kita

temui sebagai bahan utama dalam pembuatan kampas rem, kampas kopling dan gasket (sumber: www.wikipedia.org). Beberapa kelebihan asbestos diantaranya yaitu :

- Isolator yang baik
- Tahan terhadap panas tinggi
- Tahan terhadap berbagai bahan kimia dan oli
- Biaya produksi ekonomis dan juga murah

Resin dihasilkan dari polimerisasi pada pemanasan. Resin juga sering dijadikan bahan pengikat agar antar material akan menjadi satu dan mengisi rongga dalam kampas rem sehingga akan menjadikan kampas rem menjadi padat dan keras. Bahan ini mempunyai sifat sukar larut dalam pelarut dan sulit dilelehkan oleh panas. Akan tetapi jika resin dipadukan dengan serat asbestos akan mempunyai sifat tahan panas, isolator, serta baik untuk penggunaan komponen tahan bakar (www.oto.co.id).

Filler sebagai bahan pengisi untuk mengisi ruang yang kosong agar tidak ada celah ruang udara didalam cetakan komposit kampas rem. *Filler* terdiri dari barium sulfat dan alumina. Semakin banyak *Filler* akan mengakibatkan koefisien gesek yang besar sehingga sering di gunakan agar bertujuan menurunkan biaya produksi terutama pada kampas rem non asbestos sebagai bahan tambahan pengganti asbestos (sumber: www.oto.co.id).

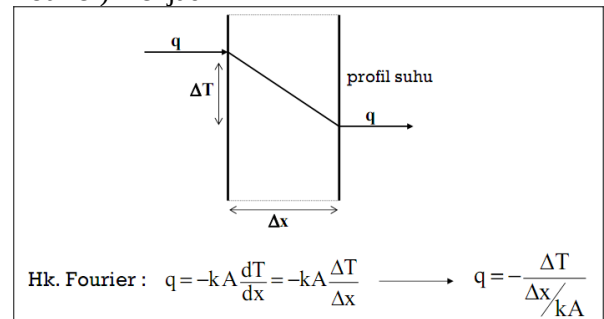
Rem yang dipakai terlalu banyak akan menyebabkan kerusakan sehingga rem tidak bekerja. Kampas rem mengalami *fading* yang terjadi akibat panas yang berlebihan yang disebabkan karena gesekan terus menerus antara kampas rem dan teromol atau cakram, sehingga membuat kemampuan pengereman akan hilang. pada rem jenis drum, panas yang berlebihan bisa diketahui dengan cara memegang permukaan drum roda. Apabila setelah pengereman terasa panas yang berlebihan berarti kampas rem isa mengalami *fading*, bahkan panas bisa dirasakan sampai ke jari-jari roda.

Pada rem jenis cakram juga bisa diketahui panas berlebih akibat pengereman yaitu dengan menyentuh permukaan *caliper* , dimana panas dari kampas rem merambat sampai ke permukaan *caliper*. Kampas rem yang panas akan menyebabkan *caliper* menjadi panas sehingga menyebabkan minyak rem menguap dan gelembung uap akan dihasilkan di dalam saluran rem. Gejala ini disebut *vapor lock* , dimana pada saat awal

aksi pengereman baik tetapi perlahan-lahan berkurang. Disamping itu bsa juga bisa dikenali dari bau kampas yang terbakar. Untuk segera menemukan drum atau caliper yang terlampaui panas maka kendarailah sepeda motor pada jarak yang pendek lalu periksalah temperatur permukaan drum atau caliper.

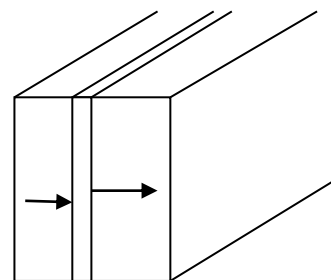
b. Perpindahan kalor konduksi

Jika suatu benda terdapat gradien suhu maka akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu rendah. Energi berpindah secara konduksi maka laju perpindahan kalor berbanding dengan gradien suhu normal dan jika dimasukkan konstanta proporsional (hk Fourier) menjadi



Gambar 3: Perpindahan Panas Konduksi pada Plat

Pada umumnya nilai konduktivitas termal dianggap tetap namun sebenarnya dipengaruhi oleh suhu. Konduktor adalah bahan yang memiliki konduktivitas termal yang baik sedang asbes adalah bahan yang memiliki konduktivitas termal yang jelek. Hukum kedua Termodinamika menyatakan bahwa kalor mengalir ke tempat yang lebih rendah dalam skala suhu. Apabila suhu berubah menurut waktu dan terdapat sumber kalor dalam zat padat maka dapat digambarkan sbb



Gambar 4: Aliran Kalor ke tempat yang lebih rendah suhunya

Energi yang dibangkitkan dalam unsur + Energi yang dihantarkan di muka kiri = Perubahan energi dalam + Energi yang dihantarkan keluar melalui muka kanan

Jika molekul bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah maka molekul mengangkut energi kinetik dan menyerahkan energinya pada waktu bertumbukan dengan molekul yang energinya lebih rendah. Angka konduktivitas termal menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan. Konduktivitas termal gas tergantung suhu. Mekanisme fisis konduksi energi termal dalam zat cair secara kualitatif sama dengan gas. Energi termal dihantarkan dalam zat padat dengan dua macam cara:

- melalui getaran kisi (lattice vibration)
- melalui angkutan elektron bebas

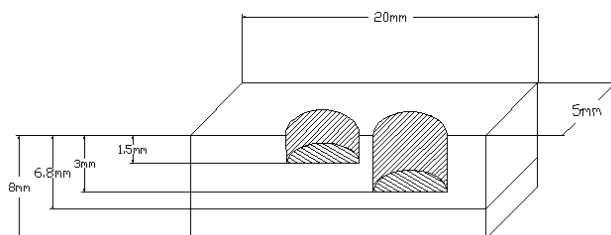
METODE PENELITIAN

Benda yang diuji adalah 2 merk kampas rem yaitu 3 buah kampas rem cakram dengan bahan asbestos dan 3 buah kampas rem non 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.

Pengujian perambatan panas dilakukan dengan menggesek permukaan benda uji kampas rem pada piringan yang berputar dan dilapisi amplas dengan mengatur kecepatan putaran dan dengan tekanan satuan. Kemudian benda uji diukur suhunya dengan 3 tingkat kedalaman yaitu bagian permukaan kampas, 1,5 mm bagian dalam kampas, dan 3 mm bagian kampas rem sebelum dan sesudah pengujian dengan alat uji pengukur temperatur suhu panas.

Langkah Pengujian :

1. Benda yang di uji dibuat specimen dengan ukuran panjang 20 mm, lebar 5 mm dan tinggi 8 mm.



Gambar 5: Specimen Benda Uji Perambatan Panas

2. Bor benda uji dengan diameter 3 mm pada 2 tingkat kedalaman 1,5mm dan 3 mm.
3. Letakkan benda uji pada penjepit dengan kuat.
4. Tentukan beban tekan 1350 gram.
5. Tentukan waktu pengausan 120 detik.
6. Tekan saklar "ON" mesin akan bekerja sesuai dengan ketentuan no 3 dan 4 diatas.
7. Setelah pengujian selesai, lepas benda uji dari penjepitnya.
8. Segera ukur suhu dengan menekan tombol "ON" pada alat pengukur suhu dengan menyentuhkan ujung pengukur pada permukaan benda uji, pada kedalaman 1,5 mm, 3 mm pada masing-masing benda uji.
9. Lakukan pengujian dengan proses dan jangka waktu yang sama selama 6 kali pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian rem cakram bahan asbestos

1. Titik pembacaan pertama yaitu pada permukaan benda uji.
2. Titik pembacaan kedua yaitu pada kedalaman 1,5 mm.
3. Titik pembacaan ketiga yaitu pada kedalaman 3 mm.

Hukum Fourier

$$q = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots\dots\dots(1)$$

ΔT = beda temperatur antar titik (°C)

Δx = jarak antar titik (m)

K = konduktivitas termal(Watt/m.°C)

A = luas permukaan benda uji (m²)
= 20 x 5 mm²

Δx = 1,5 mm

Tabel 1. Data hasil pengujian specimen 1

Titik	Temp. awal	Temp. akhir	ΔT dg ttk sebelumnya
1	26,3	28,2	
2	26,3	29,1	0,9
3	26,3	30,3	1,2

Tabel 2. Data hasil pengujian specimen 2

Titik	Temp.	Temp.	ΔT dg ttk
-------	-------	-------	-------------------

	awal	akhir	sebelumnya
1	26,3	28,0	
2	26,3	28,8	0,8
3	26,3	29,9	1,1

Tabel 3. Data hasil pengujian specimen 3

Titik	Temp. awal	Temp. akhir	ΔT dg ttk sebelumnya
1	26,2	29,7	
2	26,2	30,5	0,8
3	26,2	31,9	1,4

Tabel 4. Harga q/k

	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
$\frac{q}{k}$	0,07	0,063	0,073

Tabel 5. Harga rata-rata temperatur akhir tiap titik

Titik 1	Titik 2	Titik 3
28,6	29,4	30,7

Hasil pengujian bahan non asbetos

Tabel 6. Data hasil pengujian specimen 1.

Titik	Temp. awal	Temp. akhir	ΔT dg ttk sebelumnya
1	26,4	34,3	
2	26,4	36,2	1,9
3	26,4	37,7	1,5

Tabel 7. Data hasil pengujian specimen 2.

Titik	Temp. awal	Temp. akhir	ΔT dg ttk sebelumnya
1	26,4	31,0	
2	26,4	33,1	2,1
3	26,4	35,3	2,2

Tabel 8. Data hasil pengujian specimen 3.

Titik	Temp. awal	Temp. akhir	ΔT dg ttk sebelumnya
1	26,8	29,8	
2	26,8	31,2	1,4
3	26,8	33,4	2,2

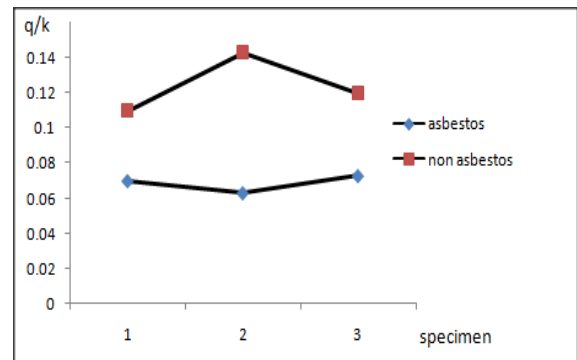
Tabel 9. Harga q/k

	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
--	------------	------------	------------

$\frac{q}{k}$	0,11	0,143	0,12
---------------	------	-------	------

Tabel 10. Harga rata-rata temperatur akhir tiap titik

Titik 1	Titik 2	Titik 3
31,7	33,5	35,4

Gambar 6. Grafik Harga q/k

Dari harga-harga tersebut diatas terlihat pada grafik bahwa laju perambatan panas dibanding konduktivitas termal (q/k) kampas dengan bahan asbestos lebih rendah dibanding non asbestos. Temperatur rata-rata bahan asbestos lebih rendah daripada bahan non asbestos. Distribusi temperatur kedua macam kampas tersebut sama yaitu semakin kedalam semakin tinggi. Hal ini disebabkan titik 1 berada di permukaan sehingga temperatur cepat turun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengamatan dan analisis melalui pengujian perambatan panas dengan metode gesekan abrasif, maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan dari hasil pengujian perambatan panas yang dilakukan, menunjukan bahwa specimen kampas rem cakram dengan bahan asbestos mempunyai harga perambatan panas dibanding konduktivitas termal (q/k) lebih rendah dibandingkan dengan bahan non asbestos.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, S., W., 2008, *Karakteristik Mekanik Kampas Rem Akibat Variasi Kondisi pengoperasian, Rotasi*, Volume 10, Nomor 4.

- J.P. Holman, 1994, **Perpindahan Kalor**, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta.
- Multazam, A., Zainuri, A & Sujita, 2012, *Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol Dan Kecepatan Sepeda Motor Honda Supra X125 Terhadap Keausan Kampas Rem*, Teknik Mesin Universitas Mataram.
- PT. Astra Honda Motor, 2010, **Honda Technical Service**, Edisi Pertama, Honda Parts Catalog.
- Suganda, H & Kageyama, 1996, **Pedoman Perawatan Sepeda Motor**, Edisi kelima, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutrantana, I. N., 2001, **Teknologi Otomotif**, Buana Widya, Surabaya.
- Anonim, 2008, **Disk Brake**, www.wikipedia.org, diakses 11 Oktober 2009
- Anonim, 2008, **Asbestos**, www.digilib.petra.ac.id, diakses 5 Agustus 2009.
- Anonim, 2008, **Jenis Kampas Rem**, www.astra-honda.com, diakses 25 September 2009
- Anonim, 2009, **Perpindahan Panas**, www.osun.org, diakses 10 September 2009.
- Anonim, 2009, **Fundamentals of Friction and Wear of Automobile Brake Materials**, www.sar.org, diakses 15 Oktober 2009
- Anonim, 2009, **Rem**, www.situsotomotif.com, 30 februari 2009
- Anonim, 2009, **Kampas Rem Non Asbestos**, www.ibpbrake.com, diakses 4 Nopember 2009.