

ANALISIS KEAUSAN KAMPAS REM PADA *DISC BRAKE* DENGAN VARIASI KECEPATAN

Ahmad Taufik, Darmanto dan Imam Syafa'at

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan Semarang 50236

¹Email : ahmadtaufik.kiko@gmail.com

ABSTRAK

Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Dalam konsep pengereman hal yang tidak dapat dihindarkan adalah sebuah keausan. Keausan terjadi apabila dua buah benda yang saling menekan dan saling bergesekan. Dalam penelitian ini, dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan terhadap volume keausan, koefisien keausan dan laju keausan kampas rem dengan menggunakan alat uji keausan kampas rem dengan variasi kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam dan 100 km/jam dengan beban pengereman 2 Kg. Durasi waktu pengujian yaitu 10, 15, 20, 25, 30, 35 menit. Hasil penelitian ini untuk volume keausan tertinggi dengan waktu 35 menit yaitu pada kecepatan 60 km/jam sisi kampas A 38,07 mm³ dan sisi kampas B 30,45 mm³, sedangkan kecepatan 80 km/jam sisi kampas A 64,13 mm³ dan sisi kampas B 56,10 mm³, pada kecepatan 100 km/jam sisi kampas A 43,96 mm³ dan sisi kampas B 37,70 mm³. Sedangkan nilai koefisien keausan kampas A pada kecepatan 60 km/jam sisi kampas A $8,21 \times 10^{-8}$ mm³/N.mm dan sisi kampas B $7,72 \times 10^{-8}$ mm³/N.mm, kecepatan 80 km/jam sisi kampas A $1,13 \times 10^{-7}$ mm³/N.mm dan sisi kampas B $1,03 \times 10^{-7}$ mm³/N.mm dan kecepatan 100 km/jam sisi kampas A $1,17 \times 10^{-7}$ mm³/N.mm dan sisi kampas B $1,08 \times 10^{-7}$ mm³/N.mm. Laju keausan pada waktu 35 menit dengan kecepatan 60 km/jam sisi kampas A $3,28 \times 10^{-8}$ gram/s.mm² dan sisi kampas B $2,62 \times 10^{-8}$ gram/s.mm², kecepatan 80 km/jam sisi kampas A $4,60 \times 10^{-8}$ gram/s.mm² dan sisi kampas B $3,94 \times 10^{-8}$ gram/s.mm², untuk kecepatan 100 km/jam kampas A $6,24 \times 10^{-8}$ gram/s.mm² dan B $5,58 \times 10^{-8}$ gram/s.mm².

Kata Kunci : Kampas rem, Volume keausan, Koefisien keausan, Laju keausan.

PENDAHULUAN

Kampas rem adalah salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan bermotor. Pada saat kendaraan kecepatan tinggi kampas rem memiliki peranan yang sangat penting, sehingga menunjang keselamatan jiwa pengendara tergantung pada kualitas dari kampas rem (sasmito, 2012)

Dalam konsep pengereman hal yang tidak dapat dihindarkan adalah sebuah keausan. Keausan terjadi apabila dua buah benda yang saling menekan dan saling bergesekan. Keausan yang lebih besar terjadi pada bahan yang lebih lunak. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan adalah kecepatan, tekanan, kekerasan permukaan dan kekerasan bahan. Semakin besar kecepatan relatif benda yang bergesekan, maka material akan semakin mudah aus. Demikian pula semakin besar tekanan pada permukaan benda yang berkontak, material akan cepat aus, begitu pula sebaliknya. Pengikisan atau dalam kata lain disebut sebagai keausan. Keausan inilah yang menjadi salah satu faktor utama terhadap umur dari komponen-komponen dalam permesinan (Stachowiak, 2005).

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui volume keausan pada kampas rem merk Indopart.
2. Untuk mengetahui koefisien keausan pada kampas rem merk Indopart.
3. Untuk mengetahui laju keausan kampas rem merk Indopart.
4. Untuk mengetahui hasil foto mikro kampas rem merk Indopart pada masing-masing kecepatan dengan waktu 35 menit.

Gaya Gesek (Friction)

Gaya gesek adalah gaya melawan arah gerak benda atau arah kecenderungan benda akan bergerak. Gaya gesek terjadi apabila dua benda saling melakukan kontak atau bersentuhan.

Gaya gesekan statis cenderung mempertahankan keadaan diam benda., dan gaya gesek kinetis yaitu cenderung mempertahankan gerak dari suatu benda.

a. Gaya gesekan statis

Gaya antar permukaan benda yang diam atau tidak ada gerak relatif antara satu benda dengan benda yang lainnya, bila benda ditarik dengan sebuah gaya dan benda tersebut belum bergerak berarti da gaya yang berlawanan arah dengan

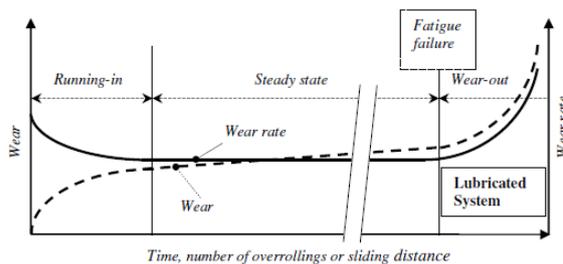
arah gerak benda tersebut. Gaya ini adalah gaya statis (f_s) apabila gaya tarik diperbesar dan benda belum bergerak, berarti gaya gesekan statis (f_s) bertambah besar sampai mencapai harga maksimum (f_{smaks}) sebanding dengan gaya normal (N).

b. Gaya gesekan kinetis

Untuk menggerakkan balok kayu diatas lantai dibutuhkan gaya untuk dapat mengatasi gaya gesekan statis (f_s) setelah bergerak gaya itu mempertahankan gerak benda dan digunakan untuk mengatasi gaya gesekan kinetisnya (f_k). Sehingga hanya diperlukan gaya yang lebih kecil dari gaya yang digunakan untuk mulai menggerakannya. Setelah gaya bergerak, gaya gesek statis (f_s) berkurang sedikit demi sedikit dan berubah menjadi gaya gesekan kinetis (f_k). Sehingga gaya kinetis selalu lebih kecil dari pada gaya gesekan statis maksimum (Sutrisno, 1986).

Keausan (Wear)

Keausan (*wear*) adalah hilangnya materi dari permukaan benda padat sebagai akibat dari adanya gerakan mekanik. Keausan umumnya dianalogikan sebagai hilangnya materi akibat interaksi mekanik dua permukaan yang bergerak *slidding* dan dibebani. Ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika dua benda permukaannya saling bergesekan, maka akan ada keausan atau perpindahan materi yang terjadi antara dua benda yang bergesekan (Blau, 1997).



Gambar 1 Grafik tahapan keausan (Jamari, 2006)

Koefisien keausan dapat dihitung dengan rumus (Archard,1953)

$$K_D = \frac{V}{FN.S}$$

Dimana:

- K_D = koefisien keausan
- V = volume material yang hilang (mm^3)
- S = jarak (mm)
- F_N = beban norman (N)

Volume keausan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Lancaster dkk, 1997)

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho}$$

Dimana:

- V = Volume keausan (mm^3)
- m_1 = berat awal (gram)
- m_2 = berat setelah pengujian (gram)
- ρ = massa jenis material ($gram/mm^3$)

Laju keausan pada kampas rem dapat dihitung dengan rumus (Sukamto, 2012):

$$N = \frac{m_1 - m_2}{t.A}$$

Dimana:

- m_1 = Berat mula benda uji (gram)
- m_2 = Berat pengausan (gram)
- N = Nilai laju keausan ($gram/detik.mm^2$)
- t = Waktu pengausan (detik)
- A = Luas penampang (mm^2)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berisi tentang analisa keausan kampas rem cakram dengan variasi kecepatan dengan eksperimen menggunakan alat uji keausan kampas rem.

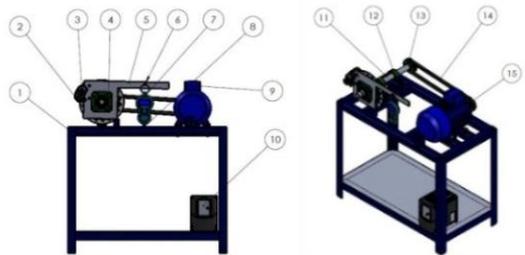
Alat

Alat Uji Keausan Kampas Rem

Alat uji keausan kampas rem adalah suatu alat yang digunakan untuk menguji keausan material kampas rem kendaraan bermotor agar di ketahui umur dari material kampas rem tersebut. Alat uji keausan rem menggunakan penggerak yaitu motor listrik untuk memutar disc, dan inverter sebagai pengatur kecepatan motor. Untuk mengatur putaran disc agar sesuai yang diinginkan maka motor dilengkapi dengan *inverter*. Hasil dari keausan material kampas yang di dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Adapun bagian dan fungsi dari alat uji keausan kampas rem seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2 Alat uji keausan rem



Gambar 3 Gambar teknik alat uji keausan kampas rem

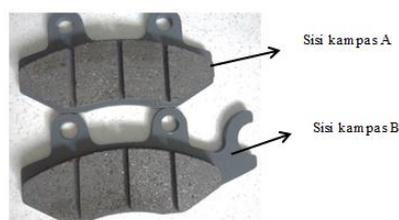
Tabel 1 Bagian-bagian dan Fungsi Alat Uji Keausan Rem

No.	Nama	Fungsi
1.	Rangka atau kontruksi	Penopang komponen alat uji
2.	Disc	Untuk gaya gesek antara disc dengan kampas rem
3.	Kaliper	Untuk pemegang pad
4.	Bantalan	Penumpu poros
5.	Lengan beban	Penghubung antara beban dan disc
6.	Pengunci atas	Sebagai pengunci timbangan digital bagian atas
7.	Timbangan digital	Untuk pengatur beban
8.	Pengunci bawah	Untuk mengunci timbangan digital bagian bawah
9.	Motor listrik	Memutar komponen rangkaian rem
10.	Inverter	Pengatur kecepatan
11.	Poros	Sebagai penggerak disc
12.	Bantalan	Untuk penumpu poros
13.	Pully 1	Meneruskan putaran
14.	v-belt	Menyalurkan putaran
15.	Pully 2	Meneruskan putaran motor

Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada saat pengujian adalah sebagai berikut:

1. Kampas rem cakram.



Gambar 4 Kampas rem

Pengujian

1. Benda yang diuji adalah 3 sampel kampas rem dengan merk Indopart, masing-masing

sampel diberi kecepatan yang berbeda yaitu 60 km/jam, 80 km/jam, 100 km/jam.

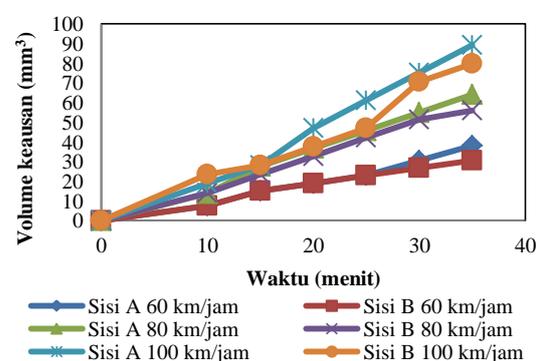
2. Sebelum melakukan pengujian kampas rem terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat mula-mula (tanpa penampang besi) dari kampas rem baik sisi kampas A dan sisi kampas B.
3. Kampas Rem diletakan pada kaliper.
4. Putaran motor diatur dengan inverter untuk mendapatkan variasi kecepatan yaitu 60 km/jam, 80 km/jam, 100 km/jam.
5. Meberikan pembebanan pengereman 2 Kg.
6. Pengambilan data dilakukan pengujian selama 10 menit pertama kemudian kampas rem ditimbang, selanjutnya dilakukan pengujian yang sama dengan waktu 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit dan 35 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian keausan kampas rem menggunakan alat uji keausan rem dengan variasi kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam dan 100 km/jam dengan pembebanan 2 Kg untuk setiap kecepatan pada waktu pengujian 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit

Data hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data yang menunjukkan pengaruh variasi kecepatan terhadap volume keausan, koefisien keausan dan laju keausan.

1. Hasil volume keausan pada sisi kampas A dan sisi kampas B dengan kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam dan 100 km/jam

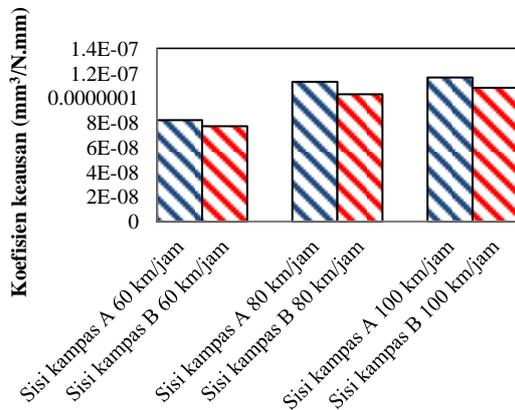


Gambar 5 Grafik hubungan volume keausan dengan waktu pada sisi kampas A dan sisi kampas B pada masing-masing kecepatan

Gambar 5 menunjukkan volume keausan pada masing-masing kecepatan berbanding lurus dengan lama waktu pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengujian kampas rem maka semakin besar

pula volume keausan yang terjadi pada kampas rem tersebut. Hasil volume keausan dengan kecepatan 60 km/jam pada waktu 10 menit sisi kampas A $7,61 \text{ mm}^3$ dan sisi kampas B $7,61 \text{ mm}^3$, pada waktu 35 menit volume keausan sisi kampas A $43,96 \text{ mm}^3$ dan sisi kampas B $37,70 \text{ mm}^3$. Volume keausan dengan kecepatan 80 km/jam pada waktu 10 menit sisi kampas A $13,74 \text{ mm}^3$ dan sisi kampas B $14,02 \text{ mm}^3$, dengan waktu 35 menit sisi kampas A $64,13 \text{ mm}^3$ dan sisi kampas B $56,10 \text{ mm}^3$. Volume keausan kampas rem dengan kecepatan 100 km/jam pada waktu 10 menit sisi kampas A $18,77 \text{ mm}^3$ dan sisi kampas B $23,49 \text{ mm}^3$, dengan waktu 35 menit sisi kampas A $89,16 \text{ mm}^3$ dan sisi kampas B $79,88 \text{ mm}^3$.

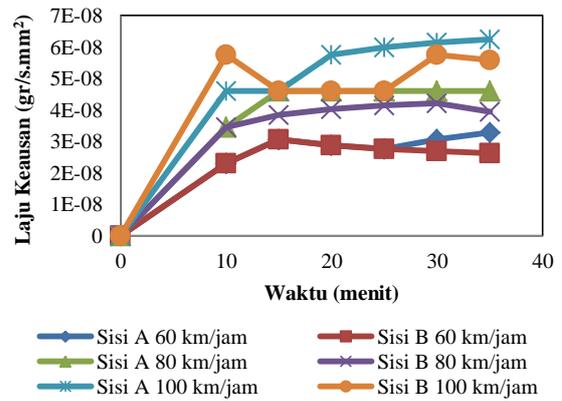
2. Hasil koefisien keausan pada sisi kampas A dan sisi kampas B dengan kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam dan 100 km/jam.



Gambar 6 Koefisien Keausan yang terjadi pada sisi kampas A dan sisi kampas B pada masing-masing kecepatan

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan yang diberikan maka semakin tinggi pula koefisien keausan. Hasil koefisien keausan dengan kecepatan 100 km/jam pada sisi kampas A $1,17 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$ dan Sisi kampas B $1,08 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$. Hasil koefisien keausan dengan kecepatan 80 km/jam pada sisi kampas A $1,13 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$ dan sisi kampas B $1,03 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$, sedangkan koefisien keausan kecepatan 60 km/jam sisi kampas A $8,21 \times 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$ dan sisi kampas B $7,72 \times 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$.

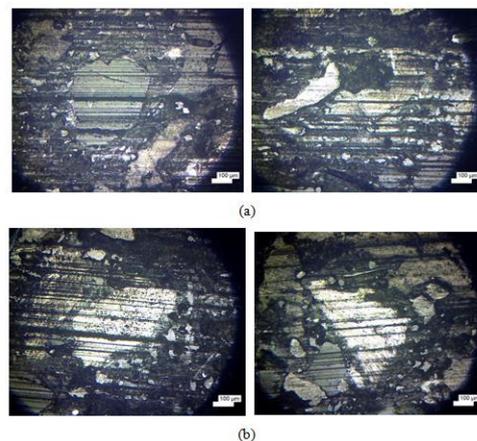
3. Hasil laju keausan sisi kampas A dan sisi kampas B pada masing-masing kecepatan

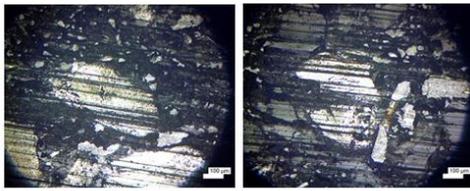


Gambar 7 Grafik laju keausan sisi kampas A dan sisi kampas B pada masing-masing kecepatan

Gambar 7 diawal pengujian meningkat seiring berjalannya waktu laju keausan yang terjadi cenderung stabil dan mengalami penurunan. Hasil laju keausan dengan kecepatan 60 km/jam dengan waktu 10 menit sisi kampas A $2,30 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$ dan sisi kampas B $2,30 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$, pada waktu 35 menit sisi kampas A $3,28 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$ dan sisi kampas B $2,62 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$. Pada kecepatan 80 km/jam dengan waktu 10 menit sisi kampas A $3,45 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$ dan sisi kampas B $3,45 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$ dan pada waktu 35 menit sisi kampas A $4,60 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$, sisi kampas B $3,94 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$. Kecepatan 100 km/jam dengan waktu 10 menit sisi kampas A $4,60 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$, sisi kampas B $5,75 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$, dengan waktu 35 menit sisi kampas A $6,34 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$, sisi kampas B $5,58 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$.

4. Hasil foto mikro keausan kampas rem pada waktu 35 menit dengan pembesaran 100 kali.





(c)

Gambar 8 Hasil foto mikro waktu pengujian 35 menit sisi kampas A dan B dengan perbesaran 100 kali untuk variasi kecepatan (a) 60 km/jam, (b) 80 km/jam, (c) 100 km/jam.

Dari hasil foto mikro pembesaran 100 kali, lama pengujian 35 menit dengan variasi kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam dan 100 km/jam dapat dilihat adanya pola goresan yang searah pada permukaan kampas rem. Kesamaan pola keausan yang terbentuk pada permukaan kampas rem hanya berupa keausan abrasi. Gambar (a) Pada saat kecepatan 60 km/jam dapat dilihat pola goresan yang terlihat lebih banyak, namun dengan dimensi yang lebih sempit atau kecil. Jarak kerapatan pada goresan sangat dekat, adapun area keausan yang terjadi pada permukaan kampas rem terlihat lebih luas. Untuk kecepatan 80 km/jam pola goresan yang terbentuk terlihat lebih lebar dari Gambar (a) untuk kedalaman goresan terlihat lebih dalam dari Gambar (a). Sedangkan pada Gambar (c) kecepatan 100 km/jam terjadi pembentukan pola goresan yang lebih sedikit, begitu juga dengan kedalaman keausan yang terlihat jauh lebih dalam.

Apabila dibandingkan foto mikro permukaan kampas dari ketiga variasi kecepatan yang diberikan, maka dapat disimpulkan bahwa keausan yang terbentuk dari gesekan dengan metode abrasif. Dapat juga disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan yang diberikan maka pola goresan yang dihasilkan terlihat lebih sedikit dengan kedalaman keausan yang terlihat lebih dalam. Jika diperhatikan lebih seksama, dapat dilihat bahwa pada foto mikro permukaan kampas dengan kecepatan 100 km/jam, terjadi pembentukan pola goresan yang lebih sedikit dengan kedalaman keausan yang terlihat jauh lebih dalam jika di banding dengan keausan pada permukaan kampas dengan kecepatan 80 km/jam dan 60 km/jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pengujian keausan dengan variasi kecepatan dapat disimpulkan bahwa:

1. Volume keausan pada masing-masing kecepatan yang dialami oleh kampas rem berbanding lurus dengan lama waktu pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengujian kampas rem maka semakin besar pula volume keausan yang terjadi pada kampas rem tersebut. Hasil volume keausan terbesar dengan waktu 35 menit pada kecepatan 100 km/jam sisi kampas A $89,16 \text{ mm}^3$ dan volume terkecil pada kecepatan 60 km/jam sisi kampas B $30,45 \text{ mm}^3$.
2. Hasil koefisien keausan menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan yang diberikan maka semakin besar pula koefisien keausan. Koefisien terbesar terjadi pada kampas yang menggunakan kecepatan 100 km/jam pada sisi kampas A $1,17 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$ dan nilai koefisien terkecil ada di kecepatan 60 km/jam pada sisi kampas B $7,72 \times 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$.
3. Diawal pengujian meningkat seiring berjalannya waktu laju keausan yang terjadi cenderung stabil dan mengalami penurunan, hasil laju keausan tertinggi pada waktu pengujian 35 menit dengan kecepatan 100 km/jam sisi kampas A $6,24 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$ dan nilai laju keausan terendah dengan kecepatan 60 km/jam pada sisi kampas B $2,62 \times 10^{-8} \text{ gram/s.mm}^2$.
4. Foto mikro permukaan kampas dari ketiga variasi kecepatan yang diberikan, maka dapat disimpulkan bahwa keausan yang terbentuk dari gesekan dengan metode abrasif. Dapat juga disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan yang diberikan maka pola goresan yang dihasilkan terlihat lebih sedikit dengan kedalaman keausan yang terlihat lebih dalam. Jika diperhatikan lebih seksama, dapat dilihat bahwa pada foto mikro permukaan kampas dengan kecepatan 100 km/jam terjadi pembentukan pola goresan yang lebih sedikit dengan kedalaman keausan yang terlihat jauh lebih dalam jika di banding dengan keausan pada permukaan kampas dengan kecepatan 80 km/jam dan 60 km/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Archard, J.F., (1953). "Contact and rubbing of flat surfaces". *J. Appl. Phys.*, 24, 981-988.
- Blau., (1997). "Friction Science and Technology". *From Concepts to Applications*, Visit the Taylor & Francis.

- Jamari., (2006), *“Running-In Of Rolling Contacts”*, PhD Thesis, University Of Twente, Enschede, The Nedherlands.
- Lancaster J. G. Dowson D. Isaac G. H. and Fisher J., (1997). *“The Wear Of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Sliding On Metallic And Ceramic Counterfaces Reepresentative Of Current Femoral Surface In Join Replacement”*. Proc. Instn Mech Engrs. Vol 211 Part H.
- Sasmito D.P., (2012). *Perbandingan Kampas Rem Nonasbes Berserat Fiberglass Dengan Variasi Tembaga 2 Gram, 4 Gram, 6 Gram Dengan Kampas Rem Yamaha Terhadap Keausan*, Tugas Akhir. Kekerasan dan Waktu Pengereman, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Stachowiak dan Batchelor., (2001). *“Engineering Tribology”*, Elsevier Butterworth, Burlington, Amerika Serikat.
- Sukamto., (2012). "Analisis keausan kampas rem pada sepeda motor", *Jurnal Teknik* vol. 2 NO. 1, Teknik Mesin Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Sutrisno., (1986). *“Fisika Dasar Mekanika I”*, Institut Teknologi Bandung, Bandung