

APLIKASI KAMPAS REM BERLAPIS DAN BERALUR UNTUK MENDAPATKAN EFEK Pengereman ANTILOK PADA SEPEDA MOTOR

Wibowo¹

¹Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Keywords :

*Antilock braking
Layer and grooved
Directional stability
Stopping distance*

Abstract :

Antilock braking system (ABS) is mostly used in vehicycles and has good performance when it be applied. The complexity of control system ABS makes it impossible to be applied in motorcycles. In this research is investigation of layer and grooved pad to get better performance in braking motorcycles. The procedure of the research is by measuring the vibration of the braking force when the sample of layer and grooved pad be appllied. Two-treatment-comparison method is used to observe the exsistence of significant difference between braking system with standart pad and the one modified pad. The result of the investigation show that there are increase directional stability, reduce stopping distance and reduce the temperature of the pad.

PENDAHULUAN

Teknologi sistem pengereman, sebagai bagian dari komponen mekanik pada kendaraan, mengalami perubahan secara berkelanjutan untuk mengimbangi meningkatnya unjuk kerja engine. Teknologi sistem pengereman yang banyak digunakan pada kendaraan produksi sekarang adalah *antilock brake system (ABS)*. Pada sistem ini mampu memberikan keamanan dan kenyamanan pengendara kendaraan karena ketika sistem ini dipakai kendaraan akan stabil tidak mengalami slip dan jarak pengereman bisa pendek dibandingkan sistem pengereman sebelumnya, yaitu sistem lock. Wong, J.Y. (1978).

Unjuk kerja hasil pengereman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain; profil jalan, koefisien gesek antara ban dan jalan, berat kendaraan, profil kampas rem, disamping sistem pengereman itu sendiri. Prinsip kerja dari sistem ABS adalah menjaga agar roda tidak terkunci saat direm untuk mendapatkan koefisien gesek antara roda dan jalan yang maksimum sehingga roda tidak mengalami slip. Sistem pengereman antilok mampu memberikan gaya yang tepat pada roda untuk menghentikan kendaraan tanpa slip sehingga jarak pengereman menjadi pendek dan kendaraan tetap stabil.

Sistem rem ABS biasanya terdapat beberapa komponen yang ditempatkan pada kendaraan yang memerlukan lokasi yang banyak sehingga jika peralatan ini ditempatkan pada sepeda motor menjadi tidak cocok. Sehingga perlu adanya perancangan komponen pengereman sepeda motor terutama pada kampasnya untuk menimbulkan getaran pada sepatu rem sehingga efek antilok bisa ditimbulkan, yang seolah-olah kendaraan direm dan dilepas dengan cepat dan berulang-ulang. Perancangan kampas ini juga diharapkan dapat lebih menaikkan unjuk kerja pengereman dengan dibuat alur pada kampas sebagai

saluran pembuang panas dan debu yang dihasilkan oleh gesekan antara tromol atau disk dengan kampas rem.

Pada penelitian yang telah dilakukan adalah perancangan kampas rem berlapis untuk mendapatkan efek pengereman antilok dan beralur yang dirancang sedemikian rupa supaya dengan cepat membuang air atau kotoran dan panas sehingga tidak mengganggu kinerja rem. Dengan demikian model baru ini akan menghasilkan kampas rem yang umur pakainya lebih lama.

LANDASAN TEORI

Penelitian Sebelumnya

William H. Crouse (1993) dalam bukunya berjudul “Automotive Mechanics”, menguraikan sistem rem antilok dari Ford Motor Company dan Chevrolet. Dari kedua mobil tersebut menggambarkan bahwa fluktuasi tekanan rem baik poros depan maupun belakang menunjukkan fluktuasi dapat menghindari terjadinya lok yang berakibat juga kenaikan temperatur pada kampas rem. Dan juga kebasahan kampas rem, ausnya kampas rem dan terbakarnya kampas rem merupakan permasalahan utama yang sering terjadi pada sistem rem.

Yoshinori Toyofuku (1994) melakukan penelitian “Study on The Effects of Motor Cycle Antilock-Brake System for Skilled and Less-Skilled Riders : Regarding Braking in a Turn”. Dengan menggunakan sepeda motor 400 cc dan 200 cc yang dilengkapi dengan hidrolik control unit (HCU), electronic control unit (ECU) dan wheel sensors secara independen untuk roda depan dan belakang. Dengan adanya antilok brake sistem jarak pengereman menjadi lebih pendek dan stabilitas

belok lebih baik ditinjau dari kecepatan yawing dan rolling. Hasil studinya menunjukkan :

- Dengan pemakaian sistem rem antilok unjuk kerja rem sepeda motor meningkat tanpa tergantung pada ketrampilan pengendara.
- Jarak pengereman kendaraan dengan sistem rem antilok dapat lebih pendek 19% – 25 % dibanding kendaraan tanpa ABS.
- Momen yaw yang terjadi dapat berkurang dengan sistem rem ini.

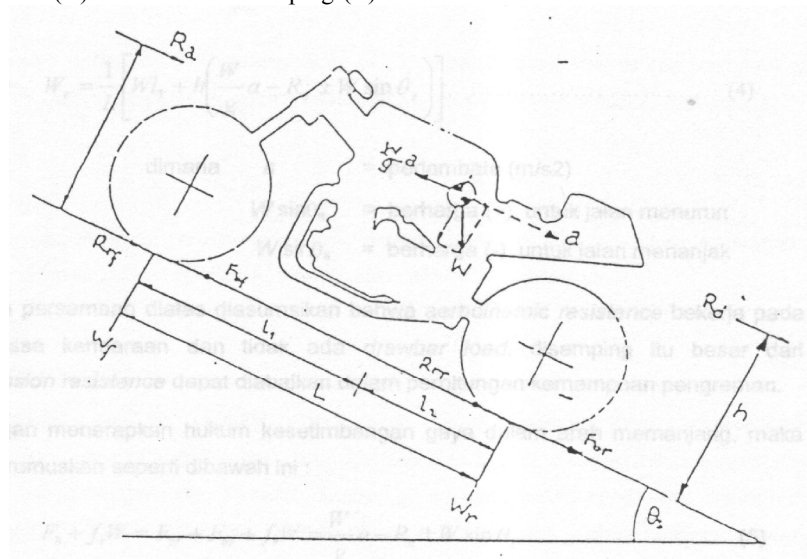
Zuhri Saifudin (2000) melakukan kaji eksperimental tentang pengaruh pelapisan kampas rem dengan karet untuk memperoleh efek antilok. Dari penelitian ini menunjukkan hasil bahwa pelapisan kampas rem dengan karet dapat meningkatkan efek ABS dengan mempertimbangkan koefisien kekakuan (K) dan koefisien damping (C).

Harga K harus disesuaikan dengan gaya pengereman dan jika C mempunyai harga yang terlalu besar, maka kinerja rem akan kurang baik. Pelapisan dengan karet ini bisa diaplikasikan jika dapat diusahakan rekayasa karet yang mempunyai karakteristik yang diinginkan.

Analisa Teoritis

a. Gaya-gaya pada Sepeda Motor

Gaya luar yang bekerja pada kendaraan saat pengereman terlihat pada gambar 1. Gaya rem F_b dihasilkan oleh sistem rem dan bekerja di bidang kontak antara ban dan jalan. Pada saat gaya rem lebih kecil dari gaya adhesi antara ban dan jalan, maka gaya pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 1. Gaya-gaya yang bekerja pada sepeda motor.

$$F_b = \frac{M_b - \sum I\alpha}{r} \quad (1)$$

M_b = momen rem

I = momen inersia

α = perlambatan roda

R = radius roda

Selain gaya rem, rolling resistance dari ban, aerodynamic resistance, transmission resistance, dan grade resistance juga mempengaruhi gerak kendaraan sewaktu dilakukan pengereman.

$$F_{res} = F_b + f_r W \cos \theta_s + R_a + W \sin \theta_s + R_r \quad (2)$$

Pada saat pengereman dilakukan terjadi perpindahan beban dari sumbu belakang ke sumbu depan kendaraan. Dengan memperhatikan keseimbangan momen melalui titik tumpu depan dan

belakang, maka gaya normal dapat dihitung sebagai berikut :

$$W_f = \frac{1}{L} \left[W l_2 + h \left(\frac{W}{g} a - R_a \pm W \sin \theta_s \right) \right] \quad (3)$$

$$W_r = \frac{1}{L} \left[W l_1 + h \left(\frac{W}{g} a - R_a \pm W \sin \theta_s \right) \right] \quad (4)$$

a = perlambatan (m/s²)

$W \sin \theta_s$ = berharga (+) untuk jalan menurun

$W \sin \theta_s$ = berharga (-) untuk jalan menanjak

Pada persamaan diatas diasumsikan bahwa aerodynamic resistance bekerja pada titik massa kendaraan dan tidak ada drawbar load, disamping itu

besar dari *transmission resistance* dapat diabaikan dalam perhitungan pengereman.

Dengan menerapkan hukum kesetimbangan gaya dalam arah memanjang, maka dapat dirumuskan seperti dibawah ini :

$$F_b + f_r W = F_{br} + F_{br} + f_r W = \frac{W}{g} a - R_a \pm W \sin \theta_s \quad (5)$$

dimana F_{br} adalah gaya rem di depan, F_{br} adalah gaya rem di belakang.

Dengan mensubstitusikan persamaan (3) pada persamaan (4) dan (5), beban normal pada axle menjadi :

$$W_f = \frac{1}{L} (W L_2 + h (F_b + f_r W)) \quad (6)$$

$$W_r = \frac{1}{L} (W L_1 + h (F_b + f_r W)) \quad (7)$$

dimana jika diterapkan hanya pada rem belakang saja maka persamaan (7) akan menjadi :

$$W_r = W \left[\frac{(L_1 - h \cdot f_r)}{(L + h \cdot \mu)} \right]$$

b. Stopping Distance

Stopping distance adalah parameter untuk mengevaluasi kemampuan pengereman secara keseluruhan dari kendaraan. Untuk memperkirakan stopping distance, gaya pengereman, massa kendaraan dan kecepatan kendaraan digunakan prinsip-prinsip dalam dinamika. Perumusannya persamaan deferensialnya adalah sebagai berikut :

$$a \cdot ds = \left(\frac{F_b + \sum R}{\gamma_b \cdot \frac{W}{g}} \right) \cdot ds = V \cdot dV \quad (8)$$

Pada umumnya pengendara kendaraan menginjak pedal rem disertai dengan menekan kopling mesinnya, sehingga kopling menjadi netral, maka harga γ_b dapat didekati dengan harga γ_m yang disekati dengan harga 1,04. Jika kecepatan awal ketika kendaraan mulai direm adalah V_1 dan kecepatan akhir kendaraan $V_2 = 0$ dan tahanan

transmisi diabaikan, maka dengan mengganti R (hambatan angin) dengan C_{ae} , maka persamaan di atas dengan faktor massa $\gamma_b = 1$, dapat dirumuskan menjadi :

$$S = \frac{W}{2g \cdot C_{ae}} \ln \left(1 + \frac{C_{ae} V_1^2}{\mu W + f_r W \cos \theta_s \pm W \sin \theta_s} \right) \quad (9)$$

METODE PENELITIAN

Pengujian Material Elastis Kampas Rem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat statik dan dinamik dari material yang akan digunakan untuk melapisi kampas rem. Metode pengujian ini didasarkan pada standart pengujian SAE J1085 yang merupakan pengembangan dari American Standart Testing Meterial. Metode ini merupakan prosedur untuk mengukur, menguji dan mengklasifikasikan sifat-sifat dinamik dan elastomer yang digunakan untuk dudukkan atau ganjal pada komponen otomotif dengan menggunakan force vibration testing machine.

Sifat-sifat dinamik ini antara lain :

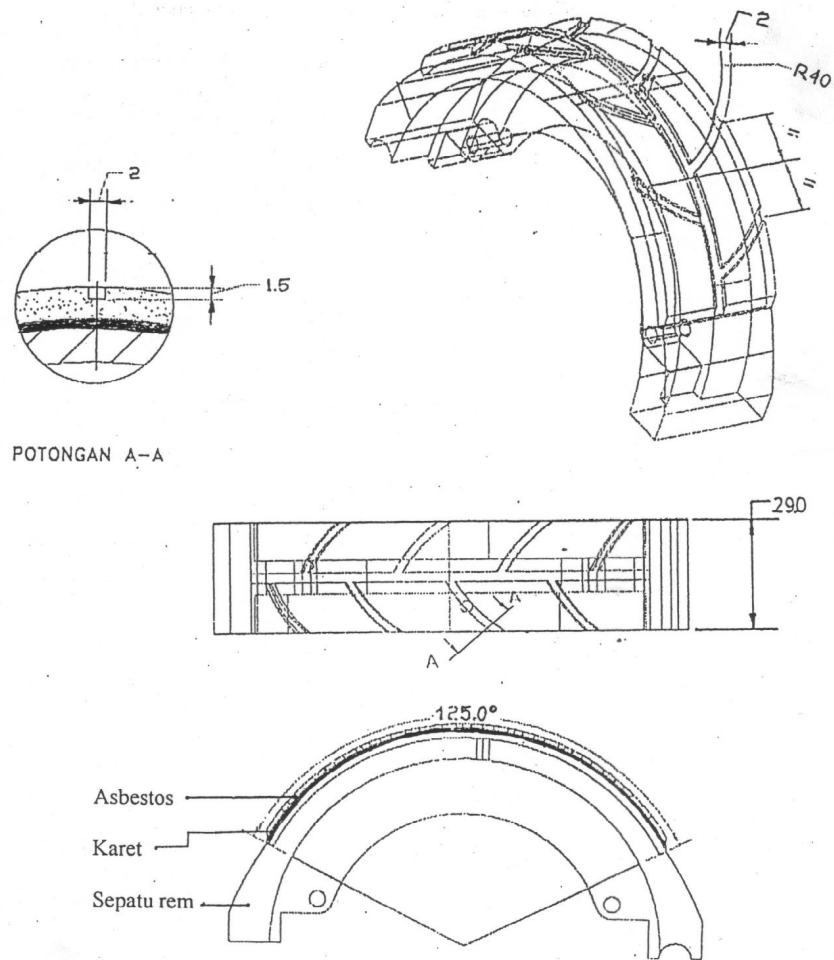
1. Koefisien elastik spring [K]
2. Koefisien damping [C]

Desain kampas rem berlapis yang direncanakan seperti pada gambar 2 diterapkan pada roda belakang.

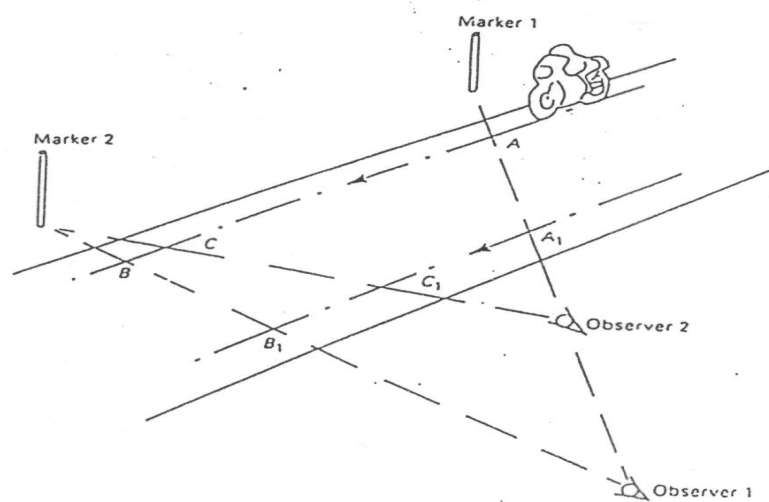
Pengujian Pengereman

Langkah Pengujian

- Membuat garis jarak interval sepanjang 100 m di jalan rata dimana gaya input rem yang tetap diaplikasikan.
- Pengujian dgn kecepatan 40 km/jam sampai 80 km/jam masing-masing 5 kali untuk tiap kenaikan kecepatan dan dilakukan untuk sepeda motor dengan kampas standar maupun kampas modifikasi.
- Pengukuran data-data stopping distance pada tiap kecepatan.
- Menganalisa data-data yang didapat dari percobaan.



Gambar 2. Kampas uji hasil modifikasi perancangan



Gambar 3. Skema pengujian lapangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Statik

Jenis karet lapisan : NR
Ambient temperatur : 24°C±2°C
Amplitudo : 0,5 mm
Frekuensi : 20 hz
 x = displacement

Tabel 1. Data hasil pengujian Statik

Kekerasan HR	Tebal (mm)	x rata2 (mm)
90	3	0,18
	2	0,04
	1	0,014
80	3	0,198
	2	0,048
	1	0,018
70	3	0,21
	2	0,05
	1	0,02
60	3	0,25
	2	0,058
	1	0,026

Pengujian Dinamik

Jenis karet lapisan : NR
Ambient temperatur : 24°C±2°C
Amplitudo (z) : 0,5 mm
Frekuensi : 20 hz
Displacement global koordinat (y) dengan data-data pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data hasil pengujian Dinamik

Kekerasan HR	Tebal (mm)	z (mm)	y rata2 (mm)
90	3	0,5	0,704
	2	0,5	0,535
	1	0,5	0,511
80	3	0,5	0,735
	2	0,5	0,542
	1	0,5	0,515
70	3	0,5	0,755
	2	0,5	0,545
	1	0,5	0,517
60	3	0,5	0,838
	2	0,5	0,553
	1	0,5	0,523

Dari data-data pengujian statik dan dinamik, apabila dicari dengan persamaan :

$$\zeta = \sqrt{\frac{\{Z^2 - Y^2(1 - (\omega/\omega_n)^2)^2\}}{(Y\omega/\omega_n)^2 - (Z\omega/\omega_n)^2}} \quad (10)$$

$$C = \zeta 2m\omega_n \quad (11)$$

$$k^2(Y^2 - Z^2) - k(Y^2 2m\omega^2) + \{Y^2(m\omega^2)^2 +$$

$$(Y^2 - Z^2)(\omega C)^2\} = 0 \quad (12)$$

didapatkan harga koefisien damping, C dan koefisien kekakuan, k seperti pada tabel 3.

Tabel 3 Data hasil pengujian karet.

HR	Tebal (mm)	C (Ns/m)	k (N/m)
60	3	26,08	117331,5
	2	271,07	491814,4
	1	880,63	1065484,6
70	3	55,57	140104,9
	2	328,55	570630,4
	1	1027,75	1429856,2
80	3	37,15	147988,1
	2	347,63	608080,1
	1	1111,70	1614238,1
90	3	41,48	163286,7
	2	423,86	720068,3
	1	1784,94	2177378,7

Pengujian Lapangan

Jenis Sepeda motor : Honda Supra
S = jarak pengereman
V = kecepatan saat di rem

Tabel 4 Data hasil pengujian lapangan untuk harga HR 90.

V Km/jam	Tebal (mm)	Rata2 S (m)	
		Standart	Modifikasi
40	3	8,8	17
	2		8,0
	1		8,1
50	3	11,4	17,6
	2		11,2
	1		10,9
60	3	13,5	21,6
	2		13,2
	1		12,4
70	3	16,1	25,5
	2		24,6
	1		16,1
80	3	19,8	-
	2		-
	1		19,5

Dari data-data pengujian menunjukkan bahwa semakin keras lapisan kampas yang dipakai, maka harga koefisien redaman dan konstanta kekakuannya semakin naik. Pada lapisan yang lebih tebal yaitu 3 mm dan angka HR yang relatif lebih kecil unjuk kerja penge-remannya tidak baik, selain temperatur-nya mudah naik, respon pengeremannya juga terlalu panjang. Perbandingan unjuk kerja pengereman antara kampas standart dan modifikasi dengan variabel kecepatan pada waktu aplikasi pedal rem memperlihatkan perbedaan yang cukup signifikan untuk kecepatan yang relatif lebih rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dengan beberapa variabel kekerasan, ketebalan dan kecepatan pengujian menunjukkan bahwa unjuk kerja pengereman akan meningkat jika digunakan lapisan yang mempunyai harga kekerasan yang lebih tinggi dan ketebalan yang lebih tipis, sedangkan unjuk kerja yang kampas rem hasil modifikasi hanya signifikan pada kecepatan yang rendah.

Untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk pemakaian lapisan kampas yang mempunyai koefisien redaman yang kecil dan kekakuan yang lebih tinggi dan angka kekerasan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Chan, S.N., Mottershead, E.J., Cartmell, P.M., 1994, *Parametric Resonances at Subcritical Speed in Discs with Rotating Frictional Loads*, Proc. Instn. Mechanical Engineering. Vol. 208.
- Crouse W.H., , 1993, *“Automotive Mechanic”*, Mc.Graw – Hill, New York.
- Moore, D.F., 1975, *The Friction of Pneumatic Tire*, Elsevier Scientific Publishing Co., New York.
- Nyoman, I.S., 2001, *Teknologi Otomotif*, Guna Widya, Surabaya. Indonesia.
- Thomson, W.T., 1981, *“Theory of Vibration with Application”*, New York – Prentice Hall.
- Wong, J.Y., 1978, *Theory of Ground Vehicles*, John Willey and Sons Inc., New York.
- Yoshinori Toyofuku, 1994, *“Study on The Effects of Motor Cycle Antilock-Brake System for Skilled and Less-Skilled Riders : Regarding Braking in a Turn”*. Jurnal.
- Zuhri Saifudin, 2000, *Perancangan Kampas Rem Multy Layer*”, Tugas Akhir, Teknik Mesin – FTI, ITS Surabaya.