

Sifat Getar Elastik Pegas dan Membran Karet untuk Aplikasi Sistem Rem Antilock Brake (ABS)

Wibawa EJ¹⁾, Jaka SB²⁾, Wibowo³⁾

Teknik Mesin FT UNS Surakarta
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57728
wibowo_uns@yahoo.com

Abstrak

Antilock braking system (ABS) and locking braking system are mostly used on vehicles. Lock braking system has some weaknesses. These can be overcome by using ABS, but with higher cost. For these reasons, the present study on lock breaking system with additional vibrator is conducted. It is expected that the pad will vibrate and non-lock braking will be obtained to get better in braking vehicle. The procedure of the research is by measuring the vibration of the braking force when the vibrator be applied. Two-treatment-comparison method is used to observe the existence of significant difference between braking system without vibrator and the one with vibrator. The result of the investigation shows that there are significant influences on pad-vibration and braking force of the treatments.

Key words : **Antilock braking systems, vibrator, non-lock braking, pad vibration, braking force.**

Pendahuluan

Kendaraan yang sekarang umumnya masih memakai sistem rem *lock*, dimana roda berhenti berputar atau mengurangi kecepatan putar roda untuk menghentikan kendaraan atau mengurangi kecepatan kendaraan, hal ini dilakukan dengan cara menginjak pedal rem secara variabel gaya tekannya sesuai dengan kebutuhan pengereman. Sistem *lock* ini mempunyai kelemahan, yaitu jarak berhenti yang panjang karena koefisien adhesi antara roda dan jalan ke arah longitudinal menjadi kecil sehingga gaya pengereman menjadi minim. Kelemahan kedua adalah pada pengereman yang mendadak yang membutuhkan pengereman yang kuat dapat menyebabkan kehilangan kestabilan dari perilaku arah kendaraan. Pada saat roda *lock*, kemampuan menahan gaya samping menjadi kecil yang disebabkan koefisien adhesi kearah lateral antara ban dan jalan atau gaya samping menjadi kecil.

Antilock brake system (ABS) adalah sistem pengereman dimana tekanan minyak rem yang bekerja pada silinder roda dikontrol supaya putaran roda tidak mengunci bila pengereman dilakukan secara tiba-tiba. Ini membantu dalam menjaga kestabilan arah kendaraan selama terjadi pengereman. Peralatan ABS pada kendaraan masih relatif mahal, sehingga hanya kendaraan mewah saja yang baru menerapkan alat ini, sehingga dilakukan penelitian untuk mencari alternatif permasalahan tersebut. Dengan

menambahkan alat penggetar yang menimbulkan getaran pada master roda mengakibatkan getaran pada *pad* dan menyebabkan pengereman tidak *lock*. Sehingga ini menjadi sistem ABS yang baru.

Prinsip Kerja ABS

Kendaraan yang dijalankan pada kecepatan yang tetap, maka kecepatan bodi kendaraan dengan kecepatan roda-rodanya sama. Akan tetapi bila terjadi pengereman yang memperlambat kendaraan, maka kecepatan roda-rodanya akan berangsur-angsur berkurang dan tidak lagi sama dengan kecepatan bodi kendaraan yang melaju dalam kelembaman (inersia) sendiri yang memungkinkan terjadi slip antara ban dan permukaan jalan, sehingga diperoleh *slip ratio*, yaitu :

$$SlipRatio = \frac{v - \omega r}{v}$$

dimana : v = kecepatan kendaraan
ω r = kecepatan roda

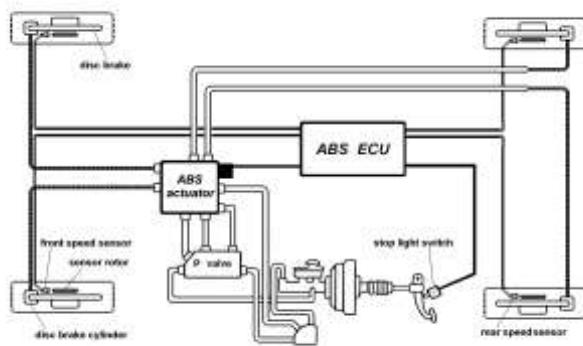
Bila perbedaan antara kecepatan roda dan kecepatan bodi kendaraan terlalu besar, maka akan terjadi slip antara ban dan permukaan jalan, hal ini dapat menimbulkan gesekan dan selanjutnya menjadi gaya pengereman yang dapat memperlambat laju kendaraan.

Gaya pengereman tidak harus seimbang dengan *ratio slip* dan mencapai maksimum pada waktu *ratio slip* berada diantara 15% - 25%. Setelah melampaui 25% maka gaya pengereman akan berkurang secara bertahap. Oleh karena itu untuk menjaga agar gaya pengereman

berada pada tingkat maksimal, maka *ratio slip* diusahakan dalam kisaran 15% - 25%. ABS adalah sistem pengembangan rem yang mengupayakan supaya kemampuan pengereman ini dapat maksimal tanpa mempertimbangkan keadaan permukaan jalan.

Dasar pengoperasian sistem ABS standar yang ada seperti ditunjukkan gambar 1 dengan penjelasan sebagai berikut :

- Dalam situasi pengereman tiba-tiba, sensor kecepatan roda mendeteksi perubahan kecepatan roda yang terjadi mendadak.
- ECU ABS mengkalkulasikan kecepatan kendaraan. ECU menentukan keadaan ban-ban dan jalan, memberikan signal pada aktuator-aktuator untuk memberikan tekanan rem yang optimal kepada setiap roda.
- Unit-unit pengontrol hidrolik bekerja atas perintah dari ECU, mengurangi atau menambah tekanan minyak rem agar rem bekerja sesuai dengan keadaan yang diperlukan, untuk menjaga slip rasio yang optimal (15% - 25%) dan mencegah penguncian roda.

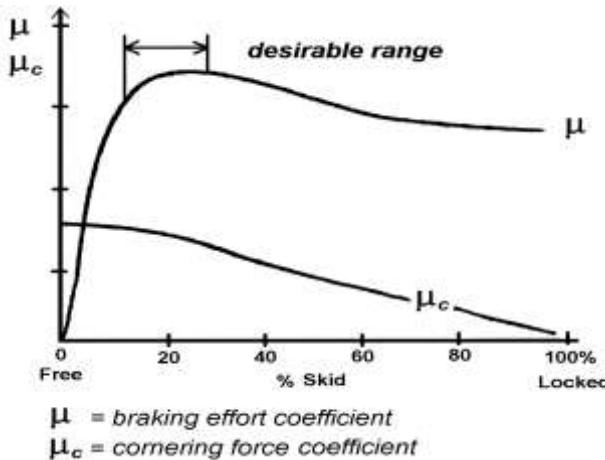


Gambar 1. Skema sistem ABS.

Moore, D.F. (1975) dalam studinya tentang *friction of Pneumatic Tires* menyatakan bahwa koefisien gesek longitudinal antara ban dan jalan pada saat ban *lock* lebih kecil dibandingkan sebelum *lock* dan harga koefisien gesek sebesar 20% merupakan harga terbesar pada saat roda *slip*.

Wong, J.Y. (1978) dalam bukunya berjudul "*Theory of Ground Vehicle*" mengemukakan bahwa pada kendaraan roda empat jika direm pada saat belok dan roda belakang mengunci lebih dulu, maka kendaraan akan kehilangan kestabilan. Dan apabila roda depan mengunci lebih dulu, maka kendaraan akan kehilangan kendali. *Lock* roda belakang duluan pada kenyataannya lebih berbahaya daripada *lock* roda depan duluan dimana kendaraan akan kehilangan kestabilan

yang bisa berakibat kecelakaan tergantung kondisi kendaraannya. Menurut Wong pada rem yang menggunakan sistem ABS, *ratio slip* roda dan ban selalu berada antara 15% - 25%, pada keadaan ini koefisien gesek roda dan jalan paling besar (gambar. 2).



Gambar 2. Hubungan koefisien adhesi ban dan jalan dengan proses *slip* roda pada sistem ABS

Fluktuasi pada sistem rem *antilock* dapat terjadi kurang lebih 10 kali selama 1 detik dan dapat menghindarkan terjadinya *lock* pada roda. Karakteristik operasi ABS meliputi tekanan rem, kecepatan kendaraan, *skid* dan percepatan roda.

Kemampuan pengereman sering diukur dengan *skid* pada roda i_s , yang mempunyai definisi sebagai :

$$i_s = \left(1 - \frac{r\omega}{V} \right) \times 100\%$$

Untuk roda yang sedang mengalami locking, kecepatan sudut ω dari roda adalah nol, sedangkan kecepatan translasi dari sumbu roda tidak nol. Pada kondisi ini skid dinyatakan 100%.

Sutantra, I.N (1997) Bekerja sama dengan PT FUBORU melakukan studi pengaruh penambahan lapisan elastis berupa karet pada sepatu rem sepeda motor, hasil penambahan lapisan itu perlambatan kendaraan saat direm bertambah dan jarak pengereman berkurang sekitar 10%.

Zuhri, Saifudin (2000), melakukan penelitian tentang penambahan lapisan karet dan penambahan pegas pada kampas rem untuk meningkatkan efek ABS pada kendaraan roda dua. Karet mempunyai koefisienkekakuan (K) dan koefisien dumping (C) sedangkan pegas mempunyai koefisienkekakuan (k). Penambahan lapisan karet dan alur mempunyai pengaruh terhadap kenaikan effisiensi pengereman, hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan *stopping distance* atau kenaikan perlambatan rata-rata 7,1% bila dibandingkan dengan kampas rem standar. Penambahan pegas juga mempunyai pengaruh terhadap kenaikan effisiensi, yang

ditunjukkan dengan adanya penurunan *stopping distance* rata-rata 9,722% dibandingkan dengan rem standar.

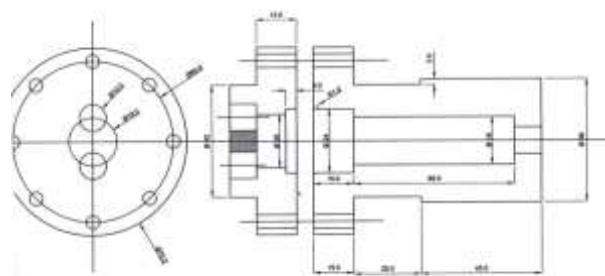
Made Parwata dan Sutantra, (2001) melakukan rancang bangun *spring membran* yang diterapkan pada *disk brake* kendaraan roda empat di roda belakang saja. Karena fluktuasi tekanan penggereman yang terjadi maka prosentase skid antara ban dan jalan dapat terjadi sekitar 15% - 40% sesuai dengan yang diharapkan pada sistem ABS.

Skema Numerik

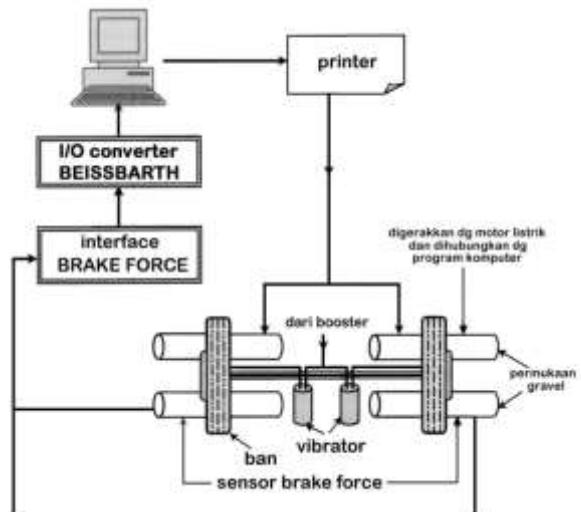
Pada pengujian alat ini dilakukan dengan menggunakan kendaraan, adapun data kendaraan:

- Jenis kendaraan : Chevrolet Luv
- Berat kendaraan : 10.300 N
- Wheel base : 2,60 m
- Jarak antar roda : 1,53 m
- Konstanta pegas vibrator : 2300 (N/m)

Unit komponen penggetar yang terdiri dari dua buah pegas baja elastis mempunyai konstanta 2300 N/m yang berdiameter besar dan 1000 N/m yang berdiameter kecil dan terletak dibagian tengah dari pegas yang besar. Kedua pegas ini berfungsi menggetarkan plunger yang ditekan oleh fluida, yang nantinya akan diteruskan oleh fluida tersebut untuk menggetarkan pad rem roda. Alat ukur yang digunakan merupakan alat ukur buatan Jerman yang terdapat di industri pengetesan mobil di VEDC Malang yang terdiri dari dua buah *roll* panjang tiap roda dimana permukaannya dilapisi dengan kerikil halus yang dilekatkan yang mempunyai koefisien gesek adhesi sebesar 0,55. Dari skema gambar 5 kedua roda belakang kendaraan ditempatkan pada dua buah *roll* panjang, dimana yang satu sebagai penggerak atau pemutar yang dihubungkan dengan motor listrik yang telah disetting dengan kecepatan 60 km/h dan telah dihubungkan dengan program komputer untuk menjalankan putarannya dan *roll* yang di belakang satunya yang dihubungkan dengan interface untuk menghitung gaya penggereman dan telah disambungkan dengan converter *Input Output Beissbarth* dan dihubungkan dengan program komputer sehingga bisa dilihat bentuk grafik dari pengetesan gaya penggereman dan bisa dicetak dengan printer. Data hasil pengujian dapat dilihat langsung dan dprint untuk dianalisa.

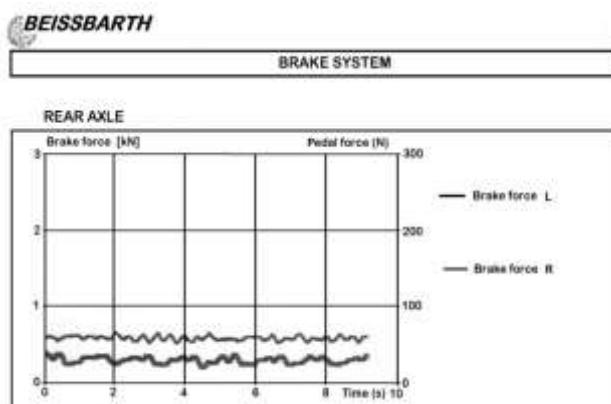


Gambar 3. Skema vibrator dengan AutoCAD

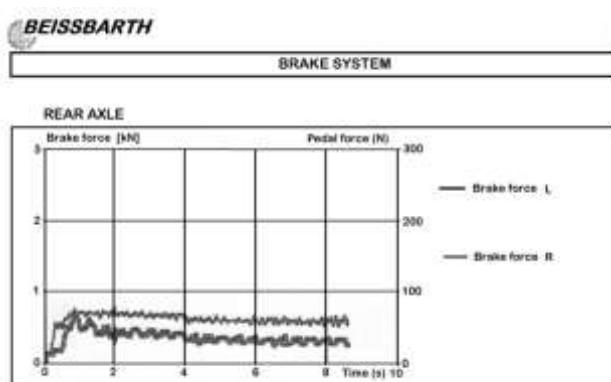


Gambar 4. Skema benda uji vibrator ABS

Dari berbagai data hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara data yang belum dilakukan *treatment* dengan data yang telah dilakukan *treatment* yaitu dengan dipasang alat vibrator pada kedua roda belakang kendaraan uji, disini diperlihatkan salah satu gambar perbandingan tersebut yaitu pada gambar 6a dan 6b. Sedangkan data hasil pengujian yang lain ditabelkan pada tabel 1. Besarnya gaya maksimum penggereman dari pengujian tanpa vibrator berkisar 700 N dengan frekuensi getaran pada $\pm 2,5$ Hz, sedangkan rata-rata gaya penggereman untuk pengujian kendaraan setelah dipasang dengan vibrator adalah 650 N dengan frekuensi 5 Hz. Dengan adanya kenaikan frekuensi getaran pada dan gaya penggereman yang sedikit lebih kecil dari 700 N menjadi 650 N ini, maka menunjukkan adanya perubahan yang bisa menimbulkan efek ABS pada penggereman setelah dipasang dengan vibrator sebagai alat semi ABS, dimana penggereman pada ban roda tidak mengalami lock yang merupakan kondisi penggereman yang lebih baik karena roda masih bisa dikendalikan dan mengurangi terjadinya skid. Pada vibrator yang dipasang ini terdapat baut pengontrol yang bisa disetel untuk menekan pegas supaya didapatkan konstanta pegas yang lebih besar atau lebih kecil disesuaikan dengan beban penggereman kendaraan yang berpengaruh terhadap terjadinya fluktuasi yang bisa diatur disesuaikan dengan kondisi gaya penggereman kendaraan.



Gambar 5.a. Grafik hasil pengujian pengereman kendaraan sebelum dipasang alat vibrator.



Gambar 5.b. Grafik hasil pengujian pengereman kendaraan setelah dipasang alat vibrator.

Tabel 1. Data hasil pengujian kendaraan yang sebelum dan sesudah dipasang dengan vibrator.

| No. uji | Tanpa Vibrator | | Dengan Vibrator | |
|---------|----------------|------------|-----------------|------------|
| | Gaya (N) | Frek. (hz) | Gaya (N) | Frek. (hz) |
| 1 | 600 | 2,5 | 750 | 5,5 |
| 2 | 610 | 2,5 | 750 | 5,5 |
| 3 | 590 | 2,0 | 750 | 5,0 |
| 4 | 610 | 2,0 | 700 | 5,0 |
| 5 | 610 | 2,5 | 750 | 5,0 |
| 6 | 540 | 2,5 | 700 | 5,0 |
| 7 | 550 | 2,0 | 700 | 5,0 |
| 8 | 550 | 2,5 | 700 | 5,0 |
| 9 | 550 | 2,5 | 700 | 5,0 |
| 10 | 540 | 2,5 | 750 | 5,0 |

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diambil kesimpulan antara lain :

- Perubahan besarnya gaya pengereman dan frekuensi getaran pad sebelum dan sesudah dipasang alat vibrator adalah 700N, 2,5 hz

menjadi 650N, 5 hz. Kondisi penurunan gaya pengereman dan naiknya frekuensi getaran pad ini untuk mendekati harga parameter pada sistem pengereman dengan ABS.

- Pada alat vibrator ini terdapat baut penyetel pegas vibrator yang bisa disesuaikan dengan kondisi beban pengereman kendaraan untuk mendapatkan besarnya konstanta pegas untuk menyesuaikan dengan beban pengereman yang dialami oleh kendaraan sehingga diperoleh frekuensi getaran pad yang diinginkan.

Referensi

- Chan, N.S., Mottershead, E.J., Cartmell, P.M., *Parametric Resonances at Subcritical Speed in Discs with Rotating Frictional Loads*, Proc. Instn. Mechanical Engineering. Vol. 208. (1994)
- Didik, N., *Studi Eksperimental Pengaruh Vibrator terhadap Getaran Pad sebagai Efek ABS pada Pengereman Cakram*, Tesis PPs ITS, Surabaya. (2001)
- Ervin, R.D., *Mobile Measurement of Truck Tire Traction*, Proceeding of a Symposium on Commercial Vehicle Braking and Handling, Highway Safety Research Institute, University of Michigan, MI. (1975)
- Kuo, Y.C. and Huang, C.C., *Active Control of Mechanical Vibration in Circular Disc*, Journal of Dynamic System, Measurement and Control, Vol. 114. (1992)
- Parwata, I.M., *Pemanfaatan Load Sensing Proportioning Valve dan Vibrator Membran untuk Mendapatkan Dampak ABS*, Tesis PPs ITS, Surabaya. (2001)
- Moore, D.F., *The Friction of Pneumatic Tire*, Elsevier Scientific Publishing Co., New York. (1975)
- Nyoman, I.T., *Teknologi Otomotif*, Guna Widya, Surabaya. Indonesia. (2001)
- Parwata, I.M., *Pemanfaatan Load Sensing Proportioning Valve dan Vibrator Membran untuk Mendapatkan Dampak ABS*, Tesis PPs ITS, Surabaya. (2001)
- Shen, I. journal Y. journal "Responce of a stationary, Damped, Circular Plate Under a rotating Slider Bearing System". Journal. (1993)
- TEAM (Technical Education for Automotive Mastery), Tranning Manual ABS and Traction Control System, PT. Toyota ASTRA Motor.
- Wong, J.Y., *Theory of Ground Vehicles*, John Willey and Sons Inc., New York. (1978)