

## INVESTIGASI REM *ANTI-LOCK BRAKE SYSTEM* (ABS) DENGAN PENAMBAHAN KOMPONEN PENGGETAR SOLENOID

Wibowo<sup>1,a\*</sup>, Zakaria<sup>1,b</sup>, Wibawa E.J.<sup>1,c</sup>  
Triyono<sup>1,d</sup>, Nurul Muhayat,<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup> Universitas Sebelas Maret Surakarta Indonesia

<sup>a</sup>[wibowo\\_uns@yahoo.com](mailto:wibowo_uns@yahoo.com), <sup>b</sup>[zakaaria27@gmail.com](mailto:zakaaria27@gmail.com)  
<sup>c</sup>[wibawa.ej@gmail.com](mailto:wibawa.ej@gmail.com), <sup>d</sup>[tyon\\_bila@yahoo.co.id](mailto:tyon_bila@yahoo.co.id), <sup>e</sup>[nurulmuhayat@ymail.com](mailto:nurulmuhayat@ymail.com)

### Abstrak

Pemakaian sistem rem ABS sangat penting pada kendaraan untuk keamanan dan kenyamanan pengendalian karena sistem ini mempunyai jarak pengereman yang pendek dan ketika terjadi pengereman mendadak, kendaraan masih dapat dikendalikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis getaran sistem pengereman dengan penambahan komponen penggetar solenoid yang diatur dengan sistem kontrol untuk menghasilkan efek ABS. Suatu peralatan untuk mensimulasikan pengereman dibuat yang dilengkapi dengan penggetar dan sistem kontrol elektronik arduino dan pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *slam stick*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sinyal domain frekuensi dengan penambahan komponen penggetar solenoid mempunyai puncak-puncak pada frekuensi 10 Hz, sedangkan sinyal domain frekuensi saat pengereman tanpa penambahan komponen penggetar solenoid tidak terdapat puncak-puncak pada frekuensi 10 Hz. Dari data tersebut maka sistem pengereman ABS bekerja sesuai dengan setting sistem pengereman ABS yang memberikan sinyal frekuensi 10 Hz.

**Kata kunci** : Solenoid, ABS, Frekuensi, penggetar

### Pendahuluan

Sistem rem antilok saat ini merupakan hal yang sudah banyak digunakan pada kendaraan baik roda empat maupun roda dua. ABS mempunyai unjuk kerja yang baik karena jarak pengereman pendek dan ketika direm mendadak yaitu pengereman yang memaksa pengemudi menginjak rem dengan kuat, kendaraan masih dapat dikendalikan atau dibelokkan sehingga menghindari kemungkinan tabrakan. Sistem ABS melibatkan sistem elektronik yang rumit dan peralatan yang mahal. Prinsip dari sistem rem ABS adalah menghindari terjadinya *lock* antara kampas rem dengan piringan rem dengan cara menimbulkan getaran kampas rem dengan jalan mengubah tekanan fluida pada minyak rem yang dipakai. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti cara alternatif menimbulkan getaran antara kampas rem dengan piringan dengan cara menambahkan penggetar yang dilengkapi dengan material fleksibel karet yang terhubung dengan fluida kerja dari rem dan akan menjadi membran yang akan digetarkan oleh solenoid yang

dikendalikan dengan komponen elektronika arduino. Sehingga ini menjadi komponen rem antilok yang lebih sederhana dan murah.

### 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  
 $\omega r$  = 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.

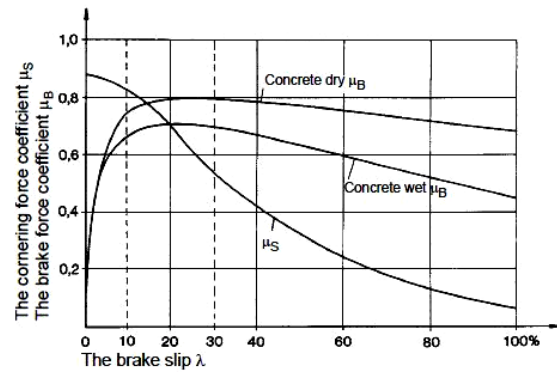
Gaya pengereman tidak harus seimbang dengan *ratio slip* dan mencapai maksimum pada waktu *ratio slip* berada diantara 15% - 25%. Setelah melampaui 25% maka gaya pengereman akan berkurang secara bertahap. Oleh karena itu untuk menjaga agar gaya pengereman berada pada tingkat maksimal, maka *ratio slip*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

Besarnya frekuensi getaran pada kampas rem sebesar antara 10-20 kali tiap detik merupakan unjuk kerja yang dihasilkan dari beberapa alat standar pada rem ABS yang dipakai di banyak kendaraan.

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara slip rasio dengan gaya gesek antara ban dan jalan serta kemampuan ban dalam membelokkan kendaraan.

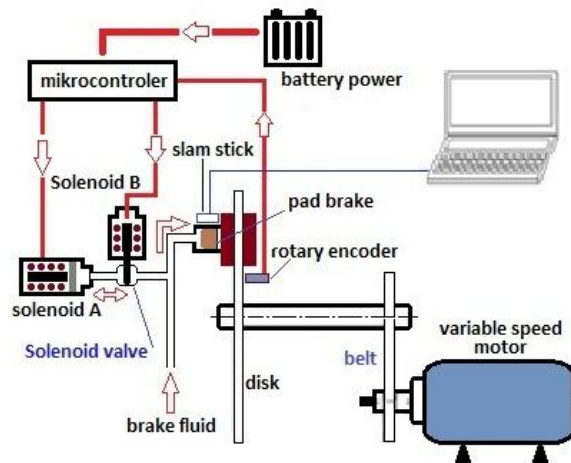


**Gambar 1.** Hubungan antara koefisien gaya rem dan gaya belok dengan *slip* roda pada sistem ABS

### Metode Penelitian

Uji adanya getaran pada kampas rem pada penelitian ini menggunakan *slam stick* untuk mendapatkan besarnya frekuensi yang ditimbulkan oleh peralatan uji rem yang dibuat. Data yang didapatkan dalam bentuk domain waktu kemudian diubah menjadi domain frekuensi dengan FFT (*Fast Fourier Transform*) dan dianalisa dengan menggunakan Matlab.

Konfigurasi alat uji yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2.

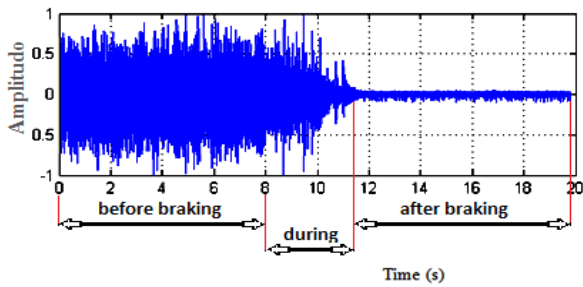


**Gambar 2.** Konfigurasi peralatan uji rem ABS dengan solenoid.

### Hasil dan Diskusi

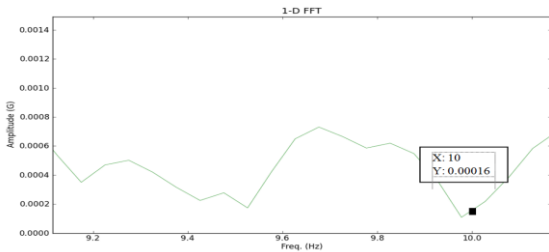
Ketika suatu data ditampilkan dalam domain waktu, maka untuk memahami data tersebut diperlukan intuisi yang harus sudah mahir sehingga sulit bahwa suatu data akan memberikan informasi yang jelas tentang sinyal apa itu berasal. Pada penelitian ini data akhir ditampilkan dalam domain frekuensi, data ini lebih mudah dibaca dan dipahami.

Data hasil pengukuran yang ditangkap oleh *slam stick* dalam bentuk domain waktu dapat dilihat pada gambar 3.

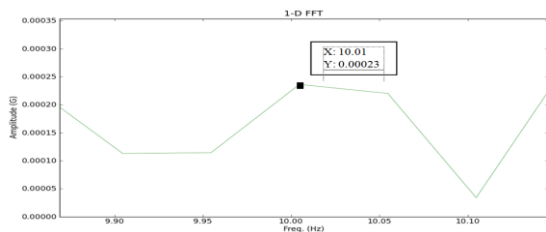


**Gambar 3.** Sinyal domain waktu sebelum, selama dan sesudah pengereman.

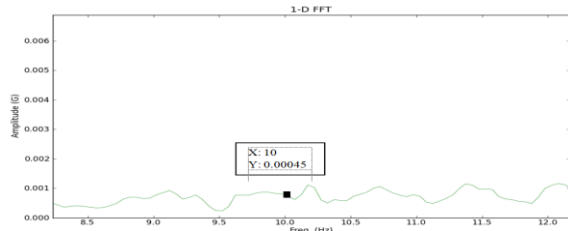
Selanjutnya data data sinyal yang dihasilkan dalam laporan ini sudah ditampilkan dalam domain frekuensi.



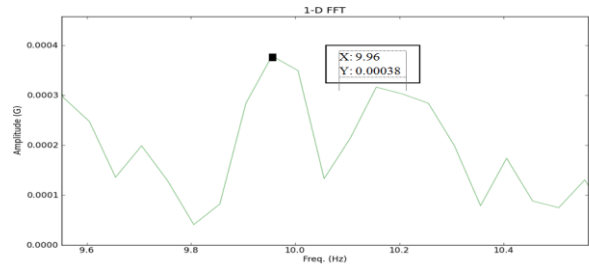
**Gambar 4.** Sinyal yang diperoleh tanpa penambahan solenoid pada putaran 425 rpm.



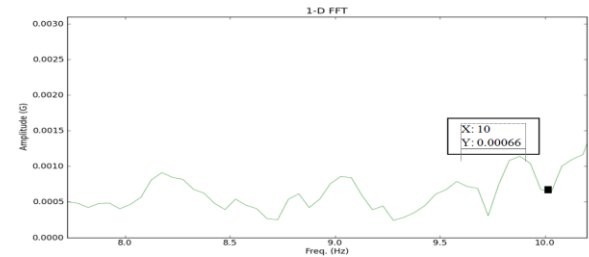
**Gambar 5.** Sinyal yang diperoleh dengan penambahan solenoid pada putaran 425 rpm.



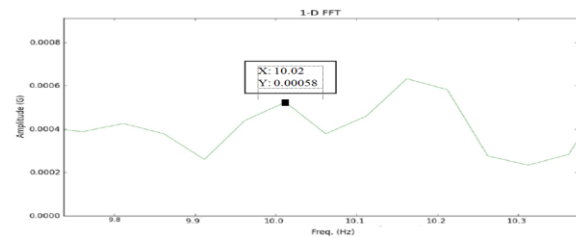
**Gambar 6.** Sinyal yang diperoleh tanpa penambahan solenoid pada putaran 675 rpm.



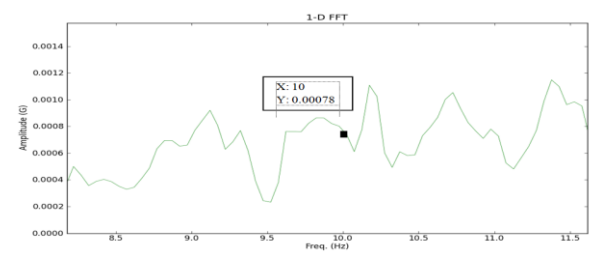
**Gambar 7.** Sinyal yang diperoleh dengan penambahan solenoid pada putaran 675 rpm.



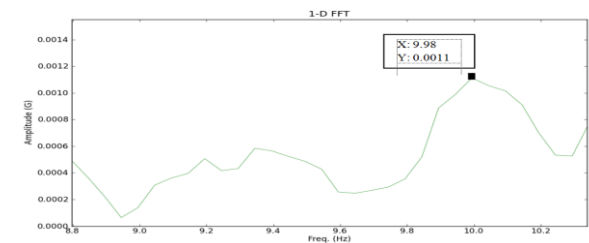
**Gambar 8.** Sinyal yang diperoleh tanpa penambahan solenoid pada putaran 850 rpm.



**Gambar 9.** Sinyal yang diperoleh dengan penambahan solenoid pada putaran 850 rpm.



**Gambar 10.** Sinyal yang diperoleh tanpa penambahan solenoid pada putaran 1062 rpm.



**Gambar 11.** Sinyal yang diperoleh dengan penambahan solenoid pada putaran 1062 rpm.

Gambar 4 dan gambar 5 memperlihatkan perbandingan antara sinyal frekuensi tanpa adanya penambahan solenoid penggetar

kampas rem dengan sinyal frekuensi yang dihasilkan dari pengujian yang telah menggunakan solenoid penggetar kampas rem. Dari gambar tersebut menunjukkan tidak adanya puncak frekuensi pada pengujian tanpa solenoid dan adanya puncak frekuensi sebesar 10 hz pada pengujian yang telah menggunakan solenoid yang dikontrol dengan mikrokontroler arduino. Hal ini dapat dikatakan bahwa tidak adanya fluktuasi kampas rem pada percobaan tanpa solenoid dan ada fluktuasi sebesar 10 hz pada kampas rem yang telah dipasang dengan solenoid. Adanya fenomena terjadinya frekuensi kampas rem sebesar 10 hz pada percobaan yang dilakukan pada alat uji juga diperlihatkan pada pengujian lain dengan besarnya putaran piringan rem yang berbeda yaitu pada putaran 675 rpm, 850 rpm dan 1062 rpm seperti yang ditunjukkan masing masing pada gambar 6 - gambar 11.

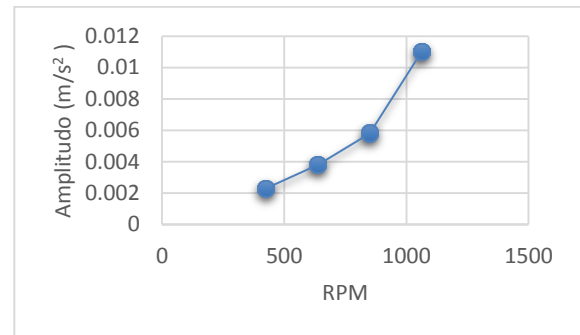
Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya efek antilok jika alat ini dipasangkan pada kendaraan sesungguhnya. Walaupun beberapa pengujian masih diperlukan pada rangkaian alat ini, karena sistem rem pada kendaraan merupakan alat yang penting dan utama karena berkenaan dengan keselamatan pemakai kendaraan.

**Tabel 1.** Besarnya amplitudo getaran dengan penambahan solenoid

RPM	Amplitudo (m/s <sup>2</sup> )
425	0,00023
675	0,00038
850	0,00058
1062	0,00110

Tabel 1 memperlihatkan hubungan antara variasi kecepatan putar piringan alat uji dengan besarnya amplitudo getaran kampas rem pada pengujian alat yang telah dipasang solenoid pada frekuensi 10 hz. Dari data tabel tersebut besarnya amplitudo meningkat dari 0,00023 m/s<sup>2</sup> sampai 0,00110 m/s<sup>2</sup> ketika di rem. Seperti grafik pada gambar 12, menunjukkan peningkatan putaran piringan akan menyebabkan eksitasi gaya juga meningkat dan hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan besarnya amplitudo getaran, ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh *Giannini* (2006) dan *Lindberg* (2013) yang menyatakan bahwa

amplitudo getaran meningkat sesuai peningkatan putaran piringan rem.



**Gambar 12.** Grafik antara amplitudo - rpm

### Kesimpulan

Kasimpulan dari hasil studi ini adalah :

1. Data domain frekuensi dengan penambahan penggetar solenoid yang dikontrol dengan mikrokontroler arduino mempunyai puncak-puncak frekuensi pada 10 hz. Adanya puncak-puncak ini mengindikasikan adanya fluktuasi kampas rem seperti yang dibutuhkan pada sistem rem antilok (ABS).
2. Amplitudo getaran pada frekuensi 10 hz meningkat seiring dengan meningkatnya putaran piringan rem.

### Referensi

- [1]. WABCO, *Anti-Lock Braking System (ABS) and Anti-Slip Regulation (ASR)*, 2011 2nd Edition, pp. 7.
- [2]. Bhatt, P. P., Chaudhari, K. A., Chaudhary, K. A., Goyal, S. S., and Pandey, A. B., "Programming for Automatic over speed Control System for Safety in Automobiles.", Gujarat: International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering (IJTARME), (2014), pp. 56-61.
- [3]. Budynas, R. G., & Nisbett, J. K., *Shigley's Mechanics Engineering Design Ninth Edition*. (McGraw-Hill New York, 2011), pp. 850-853.
- [4]. Elhafid, M. M., Susilo, D. D., & Widodo, P. J., "Pengaruh Bahan rem Terhadap Respon Getaran Pada Sistem Rem Cakram.", Bachelor Thesis, Sebelas Maret University, 2014.

- [5]. Erwin, 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.
- [6]. Giannini, O., "*Experinmental analysis of brake squeal noise on a laboratory brake setup.*" (Elsevier, 2006), pp. 1-20.
- [7]. Wibowo, "*The Elastic Vibration Behaviour of Steel Spring for Mechanism of Antilock Brake System (ABS) on Vehicle.*" Solo-Indonesia: International Conference and Exhibition on Sustainable Energy and Advanced Materials (ICE SEAM, 2011).
- [8]. Wong, J.Y., "*Theory of Ground Vehicle.*" John Wiley & Sons, New York, (1978), pp.174-175.