

# PENGARUH KONDISI PERMUKAAN BASAH JALAN DAN BAN PADA JARAK Pengereman KENDARAAN

**Fharah Tri Mulianingtias, Ethys Pranoto**

Program Studi Teknologi Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Tegal, Indonesia

e-mail: ethys@pktj.ac.id.

## ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui jarak pengereman dari kendaraan tanpa beban pada kondisi permukaan jalan kering dan jalan yang basah. Jarak pengereman digunakan sebagai indikator kinerja sistem rem kendaraan. Sistem rem kendaraan merupakan fitur keselamatan aktif kendaraan yang digunakan untuk mengurangi laju atau menghentikan kendaraan. Metode uji jalan secara eksperimen dilakukan dengan memacu kendaraan pada jalan datar dengan kecepatan 40 kph kemudian dilakukan pengereman hingga kendaraan berhenti. Data yang diperoleh berupa koefisien gesek antara permukaan jalan dan jarak pengereman. Data-data tersebut dikumpulkan dan dianalisa dengan cara deskripsi kuantitatif. Hasil penelitian didapatkan perbedaan koefisien gesek antara permukaan kontak ban dan jalan yang kering dan basah sebesar 0.12 atau ada penurunan sebesar 15 %. Di sisi lain menunjukkan hasil yang sejalan terhadap jarak pengereman dimana ada penambahan jarak pengereman pada kondisi permukaan kontak basah sebesar 22 % dari kondisi permukaan kontak yang kering. Keberadaan lapisan air diantara permukaan ban dan jalan dapat dikatakan mempengaruhi koefisien gesek dan jarak pengereman.

**Kata kunci:** koefisien gesek, uji jalan, jarak pengereman.

## PENDAHULUAN

Keberadaan kendaraan bermotor memegang peranan utama sebagai sarana untuk bertransportasi jalan dalam mendukung perpindahan orang dan manusia. Perkembangan kendaraan bermotor di Indonesia menunjukkan peningkatan tiap tahunnya. Badan Pusat Statistik mencatat pada tahun 2019 jumlah kendaraan sebanyak 126.508.776 unit, kemudian bertambah menjadi 133.617.012 unit pada tahun 2019 dan terakhir pada tahun 2020 menjadi 136.137.451 unit kendaraan. Peningkatan jumlah kendaraan yang ada diharapkan meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat. Namun demikian peningkatan jumlah kendaraan juga akan berpotensi naiknya jumlah kecelakaan lalu lintas.

Kecelakaan lalu lintas berdasarkan Undang-undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, nomor 22 tahun 2009 didefinisikan sebagai suatu peristiwa di jalan yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang tidak diduga dan tidak disengaja sehingga menyebabkan korban manusia atau kerugian harta benda (Undang Undang No.22 tahun 2009 tentang Lalu lintas Angkutan Jalan, 2009). Jika memperhatikan definisi kecelakaan lalu lintas maka akan ada faktor keterlibatan jalan sebagai prasarana, manusia sebagai pengguna jalan dan kendaraan sebagai sarana yang mempengaruhi kecelakaan.

Musim hujan merupakan kondisi yang cukup rawan ketika berkendara karena karakter jalan menjadi licin akibat permukaan jalan yang basah. Lapisan air yang terbentuk antara ban dan jalan akan mengurangi cengkraman antara ban dan jalan, sehingga mempengaruhi traksi dan kendali kendaraan (Tim, 2019). Kondisi ini juga akan mempengaruhi kinerja pengereman dimana akan terlihat perubahan jarak pengereman yang lebih panjang (Suzuki Indonesia, 2021) (Jpnn, 2021). Kurang antisipasi terhadap kondisi permukaan jalan yang licin dan jarak pengereman yang panjang dapat menaikan risiko terjadinya kecelakaan.

Jarak pengereman dapat didefinisikan sebagai perkiraan jarak yang ditempuh oleh kendaraan sebelum berhenti ketika rem bekerja dari melaju dengan kecepatan tertentu. Jarak pengereman ini dipengaruhi oleh faktor kondisi kendaraan, jalan dan sikap pengemudi. Faktor yang mempengaruhi cukup besar seperti kecepatan kendaraan, koefisien gesek permukaan ban dan jalan, sistem rem kendaraan, kondisi ban (tekanan, kedalaman alur ban), cara pengoperasian rem, dan kondisi jalan (Greibe, 2007). Jarak pengereman juga dapat didefinisikan menjadi jarak berhenti kendaraan yang merupakan jarak yang didapatkan kendaraan dari pengemudi mengaktifkan sistem kontrol rem sampai dengan waktu kendaraan diam atau berhenti (Standar Nasional Indonesia, 2008), (Thin Thin et al., 2019). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui jarak pengereman dari kendaraan tanpa beban pada kondisi jalan kering dan jalan yang basah dengan metode uji jalan atau *road test*.

Regulasi yang berlaku tidak ada yang mengatur secara eksplisit tentang jarak pengereman, namun demikian dapat dilakukan perhitungan dari ketentuan yang ada bahwa kendaraan harus memiliki nilai pengukuran perlambatan ketika melakukan pengereman sebesar 5 meter tiap detik pangkat dua atau nilai ini dikenal dengan efisiensi pengereman (Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2012 tentang Kendaraan, 2012). Jika melihat ketentuan perlambatan minimal  $5 \text{ ms}^{-2}$  maka sebuah kendaraan dengan kecepatan 40 km/jam membutuhkan jarak minimal 13.45 m sampai kendaraan berhenti. Jarak minimal pengereman ditentukan dengan penurunan perhitungan persamaan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) dengan perlambatan yang ditunjukkan oleh persamaan 1 (Bonnick, 2008), dimana  $s$  adalah jarak pengereman (m),  $u$  adalah kecepatan awal pengukuran (km/jam), dan  $d$  adalah perlambatan kendaraan ( $\text{m/s}^2$ ):

$$s = \frac{u^2}{2 \cdot a \cdot (3.6)^2} \quad 1$$

Perlambatan merupakan reaksi yang timbulnya karena adanya aksi pengereman yang memiliki arah berlawanan dengan arah dari kendaraan. Proses yang berlangsung selama pengereman merupakan gesekan antara permukaan kampas rem dengan tromol atau piringan pada sistem rem di sisi lain terjadi juga gesekan antara permukaan ban dan jalan. Perlambatan maksimal akan terjadi saat koefisien gesekan antara permukaan ban dan jalan mencapai maksimal. Kondisi ini akan dicapai ketika ban sebelum terkunci atau *locking*. Ban yang terkunci akan mempengaruhi jarak pengereman (Patil et al., 2019). Jika selama proses pengereman diasumsikan gaya-gaya yang mempengaruhi memiliki besaran dan arah yang tetap maka perlambatan yang terjadi dapat ditentukan dengan persamaan 2, dimana  $a_x$  adalah perlambatan pada arah-x ( $\text{m/s}^2$ ),  $F_{bx}$  adalah jumlah gaya rem pada kendaraan yang bekerja pada arah-x (N), dan  $m$  adalah jumlah berat kendaraan (kg)

$$a_x = \frac{F_{bx}}{m} \quad 2$$

Perlambatan yang terjadi akan mempengaruhi jarak pengereman untuk kendaraan berhenti. Perlambatan yang semakin besar akan memperpendek jarak pengereman begitu pula sebaliknya perlambatan yang kecil akan memperbesar jarak pengereman. Waktu pengereman juga dapat dijadikan indikator kinerja pengereman dimana nilai perlambatan linear pada sistem rem tromol tergantung pada besar gaya gesek dan gaya penekanan kampas dan tromol (Syihabuddin et al., 2018). Besar kecilnya perlambatan dalam pengereman pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja pengereman atau dikenal dengan efisiensi pengereman. Efisiensi Pengereman ( $\eta_b$ ), dijelaskan sebagai perbandingan antara nilai dari perlambatan maksimal ( $a/g$ ) yang dapat dicapai dengan nilai koefisien adhesi jalan ( $\mu$ ). Jika melihat persamaan 2 sebelumnya maka besar perlambatan maksimal yang dapat dicapai ketika pengereman ditunjukkan oleh persamaan 3 (Sutantra & Sampurno, 2010)

$$a_{maks} = \mu \cdot g \quad 1$$

Sehingga jika  $a$  adalah perlambatan dari kendaraan, maka efisiensi pengereman,  $\eta_b$  dapat ditentukan dengan persamaan 4.

$$\eta_b = \frac{a}{\mu \cdot g} \quad 2$$

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen untuk mengetahui pengaruh kondisi permukaan jalan aspal yang kering terhadap jarak pengereman kendaraan. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu dalam hal ini variabel bebas terhadap variabel terikat dalam keadaan yang terkendali atau terkontrol (Sugiyono, 2014).

Prosedur pelaksanaan pengambilan data dilakukan dengan cara uji jalan atau *road test* seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Persiapan awal yang perlu dilakukan dengan memastikan kendaraan yang digunakan harus memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan. Kondisi kendaraan dipastikan dalam kondisi baik dan berfungsi pada sistem pengereman dan pengamatan secara visual kondisi ban, khususnya tekanan dan kedalaman alur ban. Sistem pengereman akan dikatakan bekerja dengan baik jika komponen seperti pedal rem, silinder master rem, boster, pipa saluran rem dan piston rem dalam kondisi baik dan berfungsi (Anselma et al., 2019). Untuk memastikan kedalaman alur ban digunakan jangka sorong. Jangka sorong merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kedalaman lubang (Suyitno, 2015) sehingga kedalaman alur ban dapat ditentukan. Kendaraan yang digunakan tanpa beban dengan pertimbangan untuk mengurangi risiko perubahan titik berat dari kendaraan yang disebabkan oleh perubahan posisi titik berat muatan. Perubahan titik berat kendaraan dapat mempengaruhi nilai efisiensi pengereman (Lesmana & Anugerah, 2019). Tekanan ban diukur dengan *pressure gauge*. Selain tekanan ban juga dipastikan bahwa ban harus sama baik dimensi maupun karakter. Karakter ban yang berbeda seperti kekerasan karet ban akan mempengaruhi koefisien gesek dengan permukaan jalan (Mohamed et al., 2012). Selanjutnya adalah persiapan tempat uji jalan yaitu

jalan yang lurus dengan permukaan aspal yang rata dan diukur nilai koefisien adhesi permukaan jalannya.



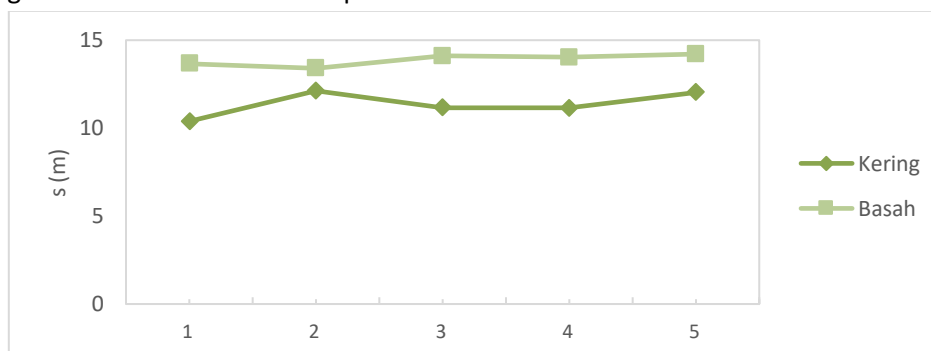
Gambar 1. Tes Rem Jalan, (Pranoto et al., 2020)

Perlakuan saat uji jalan dilakukan dengan perbedaan pada kondisi permukaan ban dan jalan kondisi kering dengan kondisi permukaan ban dan jalan basah oleh air.

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan dengan memacu kendaraan hingga kecepatan tertentu,  $u = 40$  kpj, kemudian dilakukan pengereman hingga kendaraan berhenti. Kecepatan tersebut dianggap memiliki koefisien gaya pengereman yang optimum antara ban dan jalan (Patil et al., 2019). Titik awal pengereman sudah ditandai dan dapat dilihat oleh pengemudi untuk memulai proses pengereman, sedangkan titik akhir pengereman diberikan tanda setelah kendaraan berhenti dan dilakukan pengukuran jarak antara titik awal pengereman dan titik kendaraan berhenti.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Faktor yang berperan dalam jarak pengereman adalah koefisien gesek antara permukaan jalan dan ban. Hasil pengukuran terhadap kondisi koefisien gesek menggunakan *Airport Surface Friction Tester T2Go* didapatkan nilai 0.78 ketika kondisi kering sedangkan ketika kedua permukaan kondisinya basah sebesar 0.66. Dari hasil tersebut ada perbedaan koefisien gesek antara yang kering dan basah sebesar 0.12 atau ada penurunan sebesar 15 %. Nilai ini menunjukkan hasil yang hampir sama dimana koefisien gesek material karet pada permukaan jalan basah pada kecepatan rendah umumnya lebih kecil 20-30% dibandingkan dengan permukaan jalan yang kering (Persson et al., 2005). Keasuan gesek ban karet pada lebih besar dipengaruhi oleh gaya adesi. Pada kondisi basah gesekan yang terjadi turun karena efek segel (*seal effect*) sehingga mempengaruhi keasuan yang terjadi akibat perbedaan koefisien gesekan (Kaiser et al., 2020). Keberadaan air pada kedua permukaan berkontribusi dalam mengurangi gesekan dengan menurunkan kekarasan permukaan.



Gambar 2. Jarak pengeraman kendaraan pada kondisi kering dan basah

Perbedaan koefisien gesek antara permukaan kontak ban dan jalan yang kering dan basah akan menyebabkan perbedaan nilai jarak pengereman kendaraan. Perbedaan hasil pengujian ditunjukkan oleh Gambar 2 yang menggambarkan jarak pengereman pada kondisi permukaan kontak basah lebih panjang daripada kondisi permukaan kontak yang kering. Rata-rata jarak yang dibutuhkan untuk kendaraan ketika kondisi permukaan kontak basah adalah 13.88 meter, sedangkan pada kondisi permukaan kering lebih pendek sejauh 11.37 meter. Atau ada penambahan jarak pengereman pada kondisi permukaan kontak basah sebesar 22 % dari kondisi permukaan kontak yang kering.

Berdasarkan persamaan 4 dan hasil pengukuran koefisien gesek permukaan kontak ban dan jalan, hasil nilai perlambatan yang diperoleh maka efisiensi pengereman dapat ditentukan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketika kondisi kering efisiensi pengereman sebesar 71.1% sedangkan pada kondisi basah efisiensi pengereman lebih kecil menjadi 68.7%. Efisiensi Pengereman menjadi indikator kinerja pengereman, karena dengan mengetahui besarnya maka bisa mengetahui sistem rem tersebut optimal atau tidak (Anselma et al., 2019).

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kondisi permukaan kontak antara ban dan jalan yang basah oleh air pada kecepatan tertentu menunjukkan nilai yang lebih kecil mencapai 15% dibandingkan dengan kondisi kering. Keberadaan air menyebabkan turunnya kekasaran antar permukaan jalan dan ban. Dampaknya jarak pengereman kendaraan pada kondisi basah menjadi lebih panjang dimana terjadi penambahan mencapai 22% dari kondisi kering. Sehingga nilai efisiensi pengereman kondisi basah lebih kecil dibandingkan kondisi kering.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anselma, P. G., Patil, S. P., & Belingardi, G. (2019). Rapid optimal design of a light vehicle hydraulic brake system. *SAE Technical Papers, 2019-April*(April). <https://doi.org/10.4271/2019-01-0831>
- Bonnick, A. (2008). Automotive Science and Mathematics. In *Automotive Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.4324/9780080560892>
- Greibe, P. (2007). Braking distance, friction and behaviour. In *Trafitec* (Issue July, pp. 1–85). [http://www.trafitec.dk/sites/default/files/publications/braking distance - friction and driver behaviour.pdf](http://www.trafitec.dk/sites/default/files/publications/braking%20distance%20-%20friction%20and%20driver%20behaviour.pdf)
- Jpnn. (2021). Musim Hujan Tiba, Jangan Lupa Cek Bagian Ini di Mobil Anda, Penting! *Jpnn.Com*.
- Kaiser, S., Kaiser, M. S., & Ahmed, S. R. (2020). Wear Behavior of Commercial Tire Rubber against Mild Steel in Dry, Wet and 3.5% NaCl Corrosive Environment. *Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.22219/jemmme.v5i1.10428>
- Lesmana, I. G. E., & Anugerah, T. H. (2019). Analisis Pengaruh Sistem Rem Mobil Grandmax Pick Up Type S402RP Terhadap Nilai Efisiensi Rem Pada Alat Uji Rem Iyasaka. 1–7.
- Mohamed, M. K., Elkattan, A. A., & Ali, W. A. (2012). Friction Coefficient Displayed by Rubber Sliding Against Flooring Tiles. *International Journal of Engineering & Technology*, 12(06),

144–149.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.419.2726&rep=rep1&type=pdf>

Patil, P., Pawar, S., Mandal, J., & Ingle, P. (2019). *Improving the Brake Efficiency of Racing Vehicle*. *10*, 335–337.

Undang Undang No.22 tahun 2009 tentang Lalu lintas Angkutan Jalan, (2009).

Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2012 tentang Kendaraan, (2012).

Persson, B. N. J., Tartaglino, U., Albohr, O., & Tosatti, E. (2005). Rubber friction on wet and dry road surfaces: The sealing effect. *Physical Review B - Condensed Matter and Materials Physics*, *71*(3), 1–8. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.71.035428>

Pranoto, E., Hidayat, A. M., Humami, F., & Hakim, M. I. N. (2020). *Komparasi Efisiensi Pengereman Pengujian Rem Statis ( Static Brake Test ) Dan Pengujian Rem Jalan ( Road Brake Test )*. *7*(1), 19–25.

Standar Nasional Indonesia. (2008). *Metoda pengereman kendaraan bermotor kategori L* (pp. 1–24).

Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sutantra, I. N., & Sampurno, B. (2010). *Teknologi Otomotif*.

Suyitno. (2015). *Pengukuran Teknik untuk Teknik Otomotif*. K-Media.

Suzuki Indonesia. (2021). *Nyetir Mobil Saat Hujan\_ Wajib Perhatikan Hal Ini*. Suzuki.Co.Id.

Syihabuddin, S., Trisma Jaya, S., & Wandu, A. (2018). *Studi unjuk kerja sistem rem tromol hidrolis pada alat peraga toyota kijang 5k. I*.

Thin Thin, M., Htun, A., Thwe, M. M., & Khaing, C. C. (2019). *Force And Friction Design of Hydraulic Disc Brake Toyota Hilux ( LN-106 )*. 488–492.

Tim. (2019). Fortuner Kecelakaan Saat Hujan di Tol\_ Waspada “Aquaplaning.” In *CNN Indonesia*.