

STUDY Pengeremen pada Mobil Listrik Hasil Modifikasi

STUDY OF BRAKING IN MODIFIED ELECTRIC CAR

A.A.A. Triadi*, A. Zainuri, I M. Suartika, I M. Adi Sayoga, I M. Mara, I D.K. Okariawan

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia

*Corresponding author

E-mail addresses: alitriadi68@Unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v3i1.4125>

Received 16 March 2024; Received in revised form 9 April 2024; Accepted 18 April 2024

ABSTRACT

Every three accidents occur every hour in Indonesia, according to the Director of Road Traffic at the Ministry of Land Transportation, with a percentage of over 50-70 percent and 30 percent of accidents occur due to poor performance of the brake system. Accidents occur due to insufficient braking distance and lack of understanding of the braking characteristics of the vehicle being driven. The aim of this research is to analyze the distance, time and braking force required for an electric car to move until it stops with variations in speed and vehicle load. This research was carried out using an experimental method where a prototype electric car was run by varying the speed and load of the vehicle to obtain braking time and distance and analyzing the data obtained. The shortest braking distance at a speed of 20 km/hour with a vehicle load of 950 kg is 4.39 meters. The longest braking distance is 14.78 meters at a speed of 40 km/hour with a vehicle load of 1050kg. The fastest braking time is at a speed of 20 km/hour with a vehicle load of 950 kg, namely 1.97 seconds. The longest braking time was at a speed of 40 km/h with a vehicle load of 1050 kg, namely 2.76 seconds. The smallest braking force is at a speed of 20 km/hour with a vehicle load of 1050 kg, namely 2098.36 N. The largest braking force is at a speed of 40 km/hour with a vehicle load of 950 kg, namely 4132.65.

Keywords: Braking, Braking distance, Braking force, Electric vehicle

1. Pendahuluan

Mobil listrik yaitu mobil yang digerakkan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai [1]. Mobil listrik menjadi salah satu inovasi kendaraan yang sedang banyak dikembangkan baik oleh perusahaan kendaraan maupun akademisi seperti Universitas dan Sekolah Menengah Kejuruan. Kendaraan mobil listrik di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat terutama dikalangan mahasiswa perguruan tinggi dengan adanya kompetisi untuk membuat kendaraan yang layak dipasarkan. Namun saat ini, selain dalam bentuk perancangan *prototype* mobil listrik diperlukan juga perancangan mobil listrik model *city car* yang dapat digunakan sehari – hari. Berdasarkan hal tersebut maka, diperlukan upaya untuk melakukan pengembangan mobil listrik secara luas seperti elektrifikasi (penggantian mesin konvensional ke motor listrik) [2]

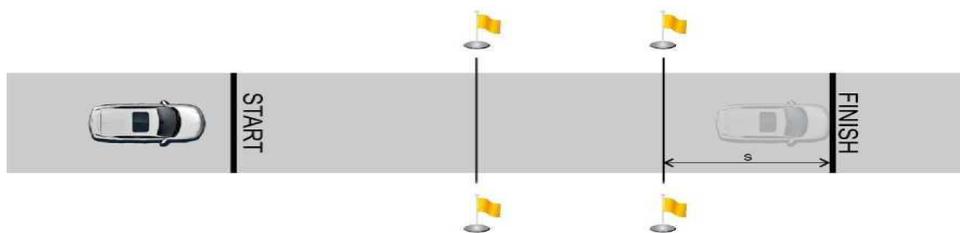
Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan Darat, hampir tiga kasus kecelakaan terjadi setiap jam di Indonesia. Persentase volume kecelakaan cukup besar di atas 50-70 persen. Dimana angka kematian 25 ribu selama setahun [1]. Kecelakaan di jalan raya terjadi karena kesalahan manusia atau human error. Selain itu factor lain yang menyebabkan kecelakaan adalah kurangnya kesadaran masyarakat Indonesia dalam melakukan perawatan padam sistem keamanan kendaraan, 30 persen dari

kecelakaan terjadi diakibatkan oleh kurangnya performa sistem rem. Kecelakaan juga sering terjadi di karenakan terlalu cepatnya laju kendaraan sehingga jarak pengeraman tidak cukup dan kurang memahami karakteristik pengeraman pada kendaraan yang dikendarai [2].

Fakultas Teknik Universitas Mataram melakukan elektrifikasi kendaraan konvensional (penggantian mesin konvensional ke motor listrik), yang menyebabkan massa mobil, pusat gravitasi, dan distribusi beban yang berbeda dari mobil sebelumnya. Pada mobil dengan bahan bakar bensin terdapat booster rem yang memanfaatkan kevakuman mesin, sehingga ketika mesin konvensional diganti ke motor listrik maka untuk dibutuhkan vacum booster elektrik untuk membantu meningkatkan gaya pengeraman. Selanjutnya perlu dianalisis apakah konfigurasi sistem pengeraman yang digunakan saat ini efektif dengan perubahan-perubahan yang sudah dilakukan pada mobil tersebut. Pada penelitian ini dilakukan studi sistem pengeraman, dimana sistem pengeraman ini salah satu komponen penting dalam melakukan elektrifikasi kendaraan konvensional dan sistem ini sangat menunjang dari segi keamanan dan sisi keselamatan pengemudi dan menjadi salah satu syarat mutlak dalam memodifikasi sebuah kendaraan.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekperimental yakni metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variable terhadap variable yang lain. Dalam penelitian ini akan menganalisis gaya pengeraman yang dibutuhkan pada mobil listrik hasil modifikasi dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan. Adapun skema pengambilan data dapat diperhatikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema pengambilan data

Tahap-tahap yang dilakukan pada penelitian ini yakni mempersiapkan trek lintasan untuk melakukan pengujian. Pada pengujian pengeraman, dibutuhkan lintasan lurus agar lebih mudah dalam melakukan pengeraman. Berdasarkan gambar 1, mobil berada di posisi start akan melaju dan melalui kone pembatas pertama untuk memastikan kecepatan kendaraan sudah mencapai kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam dan 40 km/jam kemudian dipertahankan sampai pembatas kedua lalu melakukan pengeraman. Setelah itu melakukan pencatatan berapa jarak dan waktu pengeraman yang di dapatkan Ada beberapa persamaan yang digunakan untuk mengolah data hasil penelitian. Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dan searah dengan gaya itu dan berbanding terbalik dengan massa benda [3].

$$F = m \cdot a \tag{1}$$

Gaya hambat (drag force) didefinisikan sebagai gaya aerodinamis pada aliran udara saat melaju atau bergerak berlawanan arah dengan gerak kendaraan. Nilai hambatan aerodinamika dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, model bodi kendaraan, luas daerah penampang depan (*frontal area*), kecepatan gerak dan kerapatan medium yang dilewatinya. *Frontal pressure* terjadi akibat tekanan udara di bagian luas penampang bodi kendaraan yang melalui kerapatan udara. Berikut adalah perhitungan besarnya gaya drag [4].

$$F_D = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_d \cdot A_f \tag{2}$$

dengan:

$F_D =$ Gaya *drag* (N)

$v =$ Kecepatan kendaraan (m/s)

$C_d =$ Koefisien *drag*

$A_f =$ Luas *frontal area* (m²)

Rolling Resistance (RR) atau kalau bahasa Indonesia disebut tahanan guling adalah gaya yang menahan laju berputar sebuah benda akibat dari gaya yang terserap pada permukaan jalannya. Berikut adalah perhitungan besarnya *rolling resistance* [3].

$$F_g = \mu \cdot W \quad (3)$$

dengan:

$F_g =$ *Rolling resistance* (N)

$\mu =$ *coefficient of rolling resistance* roda

$W =$ Berat kendaraan (N)

Braking Force pada roda dihitung berdasarkan gaya terbesar yang diterima roda, yaitu pada roda depan. Untuk tiap roda depan, maka gaya pengereman (F_{front}) tersebut dibagi 2, yaitu kiri dan kanan [3].

$$F_{Roda} = \frac{F_{front}}{2} \quad (4)$$

Roda dan *disk brake* terpasang pada satu poros, sehingga torsi pada roda sebanding dengan torsi pada *disk brake* atau piringan cakram, maka gaya yang bekerja pada *disk brake* untuk menghentikan mobil adalah [3].

$$\tau_{roda} = \tau_{disk}$$

$$F_{roda} \times r_{roda} = F_{disk} \times r_{disk} \quad (5)$$

Gaya tekan pada kampas rem (F_k) adalah [3].

$$F_{disk} = F_k \times \mu_k \quad (6)$$

Tekanan hidrolis pada pada *brake line* ($P_{brake\ line}$) adalah [3].

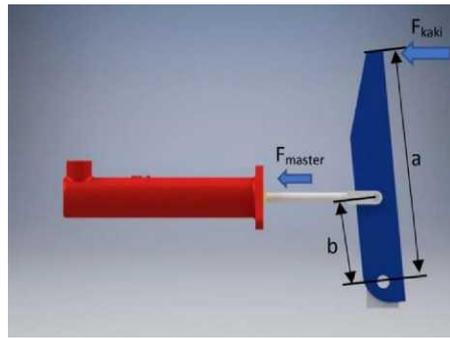
$$P_{brake\ line} = \frac{F_k}{A_{piston\ caliper}} \quad (7)$$

Tekanan cairan rem pada kaliper, brake hose, dan master silinder sama, tekanan tersebut berasal dari gaya yang diaplikasikan pada master silinder, maka gaya pada master silinder adalah [3].

$$F_{master} = P_{Brake\ line} \times A_{piston\ master\ silinder} \quad (8)$$

Gaya dorong yang bekerja pada master silinder berasal dari gaya dorong kaki driver, besar gaya tersebut bergantung pada besarnya gaya tekan kaki dan perbandingan panjang pedal sebagai pengungkit. Maka gaya kaki yang diaplikasikan adalah sebagai berikut [3].

$$F_{master} = F_{kaki} \times \frac{a}{b} \quad (9)$$



Gambar 2 Perbandingan panjang pedal

3. Hasil dan Pembahasan

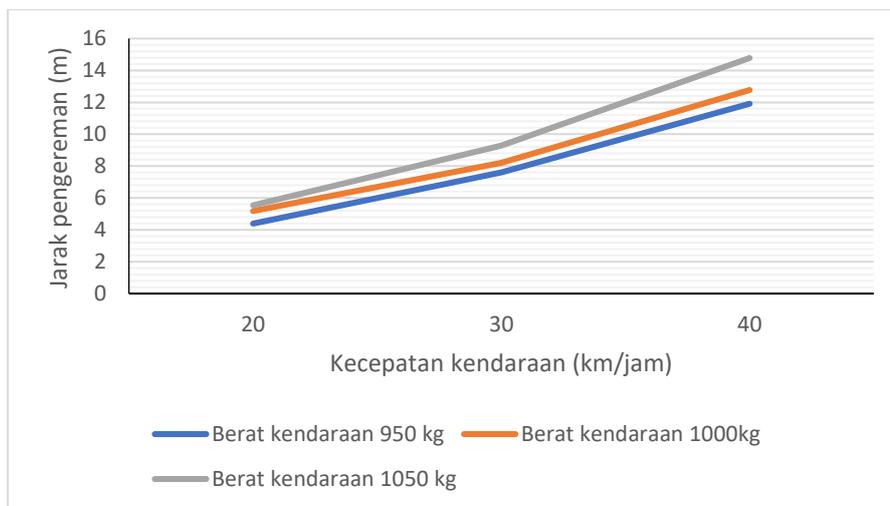
Adapun hasil pengambilan data jarak dan waktu pengereman yang didapatkan dari hasil pengujian adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil pengambilan data jarak pengereman dengan nilai rata-rata penelitian

m/v	20 km/jam	30 km/jam	40 km/jam
950 kg	4,39 meter	7,60 meter	11,91 meter
1000 kg	5,18 meter	8,20 meter	12,77 meter
1050 kg	5,54 meter	9,29 meter	14,78 meter

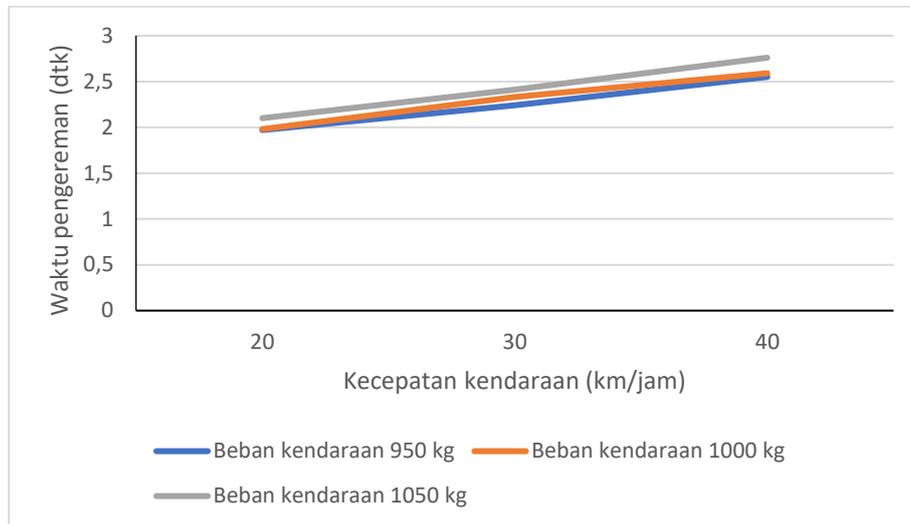
Tabel 2 Hasil pengambilan data waktu pengereman dengan nilai rata-rata penelitian

m/v	20 km/jam	30 km/jam	40 km/jam
950 kg	1,97 detik	2,24 detik	2,55 detik
1000 kg	1,98 detik	2,33 detik	2,59 detik
1050 kg	2,10 detik	2,41 detik	2,76 detik



Gambar 3 Hubungan antara kecepatan dan jarak pengereman

Berdasarkan Gambar 3 dapat ditunjukkan bahwa kecepatan dan beban kendaraan mempengaruhi jarak pengereman yang dibutuhkan oleh mobil sampai berhenti. Semakin tinggi kecepatan maka jarak pengereman akan semakin panjang, hal ini dikarenakan dengan besar tekanan rem yang sama maka semakin tinggi kecepatan pasti jarak pengereman akan lebih jauh daripada kecepatan yang lebih lambat. Kemudian semakin besar beban kendaraan maka jarak pengereman akan semakin panjang, hal ini dikarenakan saat terjadi pengereman kendaraan yang lebih berat akan memberikan gaya tarik ke depan yang lebih besar [5].



Gambar 4 Hubungan antara kecepatan dan waktu pengereman

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan bahwa kecepatan dan beban kendaraan mempengaruhi waktu pengereman yang dibutuhkan oleh mobil sampai berhenti. Semakin tinggi kecepatan maka waktu pengereman akan semakin lama, hal ini dikarenakan dengan besar tekanan rem yang sama maka semakin tinggi kecepatan pasti waktu pengereman akan lebih lama daripada kecepatan yang lebih lambat. Kemudian semakin tinggi beban kendaraan maka waktu pengereman akan semakin panjang, hal ini dikarenakan saat terjadi pengereman kendaraan yang lebih berat akan memberikan gaya tarik ke depan yang lebih besar [5].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Semakin tinggi kecepatan dan semakin besar beban kendaraan, maka jarak pengereman akan semakin panjang. Nilai jarak pengereman terpendek yaitu pada pengereman dengan kecepatan 20 km/jam dengan beban kendaraan 950 kg yaitu sebesar 4,39 meter. Nilai jarak pengereman terpanjang yaitu pada pengereman dengan kecepatan 40 km/jam dengan beban kendaraan 1050 kg yaitu sebesar 14,78 meter. Semakin tinggi kecepatan dan semakin besar beban kendaraan, maka waktu pengereman akan semakin lama. Nilai waktu pengereman tercepat yaitu pada pengereman dengan kecepatan 20 km/jam dengan beban kendaraan 950 kg yaitu sebesar 1,97 detik. Nilai waktu pengereman terlama yaitu pada pengereman dengan kecepatan 40 km/jam dengan beban kendaraan 1050 kg yaitu sebesar 2,76 detik.

Daftar Pustaka

- [1] D. Andriansyah, I. N. Sutantra, Analisis pengaruh parameter operasional dan penggunaan stabilizer terhadap perilaku arah belok mobil toyota fortuner 4.0 V6 SR (AT 4X4), *Jurnal Teknik ITS* 21 (5) (2016) 103 – 108.
- [2] A. Asraf, B. Kurniawan, *Fisika Dasar untuk Sains dan Teknik, Jilid 1 Mekanika*, Bumi Aksara, Jakarta, 2021.

- [3] H.A. Arifin, "Perhitungan ulang sistem pengereman mobil nogogeni 3 evo untuk shell eco marathon asia" (skripsi), Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 2017.
- [4] M. Wirawan, I. Yudhyadi, Y. Aswari, Analisis aerodinamika mobil listrik "Mandalika Ev" menggunakan software autodesk computational fluid dynamic (CFD), 2016
- [5] F. Zainuri, A.S. Danardono, M. Aditya, S. Prasetyo, Widyatmoko, A. Syuriadi, A. Abdilah, S. Maryono, I. Wahyudi, Analisis kinerja konversi kendaraan konvensional ke listrik, Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, 2020