

Analisis Sistem Pengereman Singaperbangsa *Electric Vehicle*

Shendy Atmaja^{1*}, Iwan Nugraha Gusniar², Arifin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang Indonesia

*Koresponden email: atmajashendy3@gmail.com

Diterima: 21 Desember 2023

Disetujui: 29 Desember 2023

Abstract

Electric cars are vehicles that use an electric motor as the main source of power to move the vehicle. In an electric car, braking is also required. The braking that is usually used in competitions is how the braking is maximal or not maximal during a race over a predetermined distance, and there are many different types of braking that are used, some of which use disc brakes. Therefore, a test was carried out on the influence of speed on braking results in electric cars. The aim of this research is to investigate the effect of speed on the braking results of the Singaperbangsa Electric Vehicle Bersama electric car over a predetermined distance. To determine the effect of speed on braking results, researchers carried out tests by carrying out braking tests with a predetermined track distance of 15 meters with speed variations of 30 km/hour, 40 km/hour and 50 km/hour.

Keywords: *electric cars, electric vehicle, brake systems, singaperbangsa electric vehicle*

Abstrak

Mobil listrik adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga utama untuk menggerakkan kendaraan. Di dalam mobil listrik juga memerlukan pengereman. Pengereman tersebut yang biasanya di perlombakan yaitu bagaimana pengereman tersebut maksimal atau tidak maksimal pada saat perlombaan dengan jarak yang telah di tentukan, dan banyak bermacam-macam tipe pengereman yang di gunakan, ada yang menggunakan rem cakram. Oleh karena itu dilakukan pengujian pengaruh kecepatan terhadap hasil pengereman pada mobil listrik. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh kecepatan terhadap hasil pengereman mobil listrik *Singaperbangsa Electric Vehicle* bersama dengan jarak yang telah ditentukan. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan terhadap hasil pengereman peneliti melakukan pengujian dengan cara melakukan pengujian pengereman dengan jarak lintasan yang telah ditentukan yaitu 15 meter dengan variasi kecepatan 30 Km/jam, 40 Km/jam, dan 50 Km/jam.

Kata Kunci: *mobil listrik, kendaraan listrik, sistem rem, singaperbangsa electric vehicle*

1. Pendahuluan

Perkembangan mobil listrik (*EV*) telah membawa sejumlah kelebihan yang signifikan, yang membuatnya semakin populer dan diminati oleh konsumen [1]. Mobil listrik umumnya lebih efisien dalam mengonversi energi dari sumber daya listrik ke tenaga penggerak dibandingkan mesin pembakaran dalam pada mobil konvensional.

Formula Student adalah kompetisi global yang memungkinkan mahasiswa teknik di seluruh dunia untuk merancang, membangun, dan menguji mobil balap formula. Mahasiswa yang terlibat dalam proyek ini memiliki kesempatan untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam dunia nyata, serta mengembangkan keterampilan teknis dan keahlian manajemen proyek [2].

Sistem rem adalah salah satu komponen utama pada kendaraan dan memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keselamatan pengemudi dan penumpang. Fungsi utama sistem rem adalah mengubah energi kinetik kendaraan menjadi panas melalui gesekan untuk memperlambat atau menghentikan pergerakan kendaraan [3].

Pengereman yang baik memang mencakup beberapa aspek kunci, termasuk jarak pengereman yang pendek dan sudut pengereman yang tepat. Jarak pengereman yang pendek adalah indikator kinerja rem yang baik. Jarak pengereman yang lebih pendek berarti kendaraan dapat berhenti lebih cepat dalam situasi darurat atau saat pengereman mendadak [4].

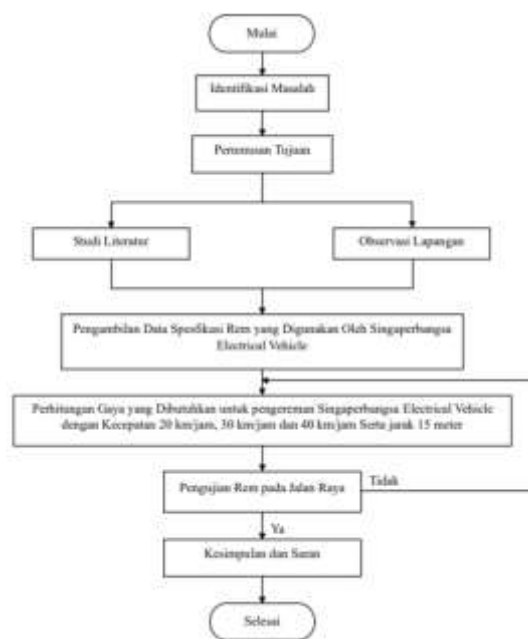
Sistem Pengereman mobil listrik anobrain sesuai Regulasi *Formula Electric Student Competition Indonesia International Motor Show (FESC IIMS) 2022* dengan memakai sistem pengereman hidrolik dan sistem pengerem mobil harus dapat mengunci ke empat roda mobil. Kinerja sistem rem hidrolik akan optimal jika distribusi tekanan rem antara roda depan dan belakang diatur dengan baik. Distribusi tekanan rem yang tepat dapat mempengaruhi stabilitas, traksi, dan efektivitas pengereman pada kendaraan [5].

Dari beberapa penjelasan diatas, Sistem pengereman adalah salah satu komponen yang kritis dalam kendaraan dan memiliki dampak langsung pada keselamatan pengemudi, penumpang, dan pengguna jalan lainnya dan fungsi rem yang baik dan konsisten sangat penting dalam menciptakan kondisi berkendara yang aman. Proses alkalisasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk memodifikasi permukaan serat [6].

Pengujian Sistem Pengereman pada mobil telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Mereka Menggunakan variabel kecepatan, gaya, jarak, dan waktu [7]. Penelitian ini menganalisis sistem pengereman dengan melakukan perhitungan ulang pada *Singaperbangsa Electric Vehicle* untuk menentukan besarnya gaya pengereman dengan variasi kecepatan 30 Km/Jam, 40 Km/Jam, dan 50 km/Jam.

2. Metode Penelitian

Analisis yang terdiri dari studi literatur menjadi langkah awal pada penelitian. Untuk memperoleh informasi mengenai objek penelitian, dilakukan studi pendahuluan melalui literasi dengan menggunakan referensi buku, artikel, dan sumber lain, serta di lapangan melalui observasi langsung. Untuk memudahkan pemahaman pada alur proses penelitian, maka disusunlah tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir. Adapun bentuk diagram alir pada penelitian ini seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Alur Penelitian
 Sumber: Analisa data

3. Landasan Teori

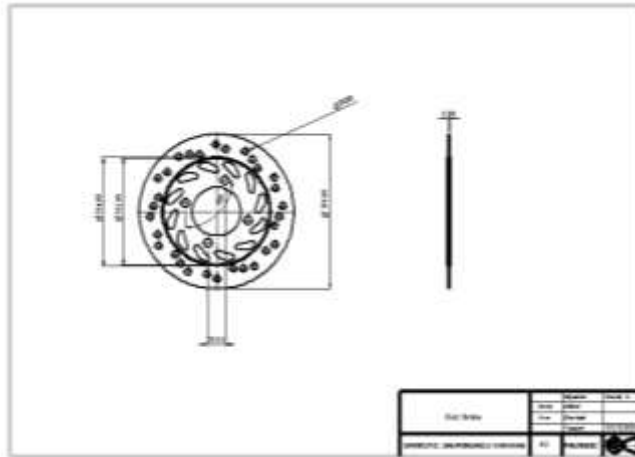
3.1. Pengertian Sistem Rem

Sistem rem pada kendaraan adalah komponen kritis yang bertanggung jawab untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan. Fungsi utama sistem rem adalah mengonversi energi kinetik (gerakan) kendaraan menjadi energi panas melalui gesekan, sehingga mengurangi kecepatan atau menghentikan pergerakan kendaraan [9].

3.2. Prinsip Kerja Rem

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindahan daya, kendaraan cenderung tetap bergerak. Mesin mengubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, Prinsip kerja rem adalah “mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan” [10].

Rem cakram menggunakan piringan logam yang dipasang di roda. Ketika pedal rem ditekan, kaliper akan mendorong bantalan rem ke piringan, menciptakan gesekan dan menghasilkan gaya pengereman [11].



Gambar 2. Dimensi Disc Brake
 Sumber: Analisa data pada software

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Spesifikasi Singaperbangsa *Electrical Vehicle*

Dalam Penelitian ini dilakukannya perhitungan sistem pengereman dengan kecepatan 30 Km/Jam, 40 Km/jam, dan 50 Km/jam dan Jarak 15 Meter di jalan lurus dan datar. Dalam melakukan perhitungan ini harus diketahuinya data spesifikasi pada Singaperbangsa *Electrical Vehicle*. Berikut ini data spesifikasi Singaperbangsa *Electrical Vehicle* pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data spesifikasi mobil Listrik

No	Parameter	Values
1.	Panjang Kendaraan (p)	2000 mm
2.	Wheelbase	1550 mm
3.	Lebar kendaraan	1360 mm
4.	Tinggi kendaraan	1880 mm
5.	Berat kosong	192 kg
6.	Berat bagian depan	120,5 kg
7.	Berat bagian belakang	123,5 kg
8.	Jari-Jari roda	400 mm
9.	Jarak Pedal ke poros pedal (a)	53,90 mm
10.	Jarak push rod ke poros pedal (b)	29,60 mm
11.	Diameter piston master silinder	14 mm
12.	Koefisien gesek kampas rem (μ_0)	0,08
13.	Kecepatan awal (V_0)	8,3 m/s (30 km/jam) 11,1 m/s (40 km/jam) 13,8 m/s (50 km/jam)
14.	Koefisien tahanan gelinding	0.015
15.	Koefisien hambatan udara (C_d)	0.1627971 (30 km/jam) 0.1631803 (40 km/jam) 0.1634790 (50 km/jam)
16.	Frontal area	3 kg/m ²
17.	Massa jenis Udara ($T = 30^\circ C$)	1.17 kg/m ³

Sumber: Analisa data pada lapangan

4.2. Analisis gaya pengereman yang dibutuhkan

Analisis gaya pengereman dapat melibatkan perhitungan perlambatan dan jarak pengereman untuk memahami kinerja sistem pengereman pada berbagai kecepatan. Dalam kecepatan awal kendaraan adalah 30 km/jam, 40 km/jam, dan 50 km/jam. Jarak pengereman yang dipersiapkan adalah 20 meter, dengan jarak pengereman sejauh 15 meter.

1. Perhitungan perlambatan

Untuk mengetahui perlambatan dari Singaperbangsa *Electrical Vehicle* dilakukannya perhitungan menggunakan rumus percepatan dan perlambatan gerak lurus berubah beraturan dengan kecepatan berbeda yaitu 8,3 m/s, 11,1 m/s, dan 13,8 m/s [12]. untuk mengetahui hasilnya adalah sebagai berikut:

a. Kecepatan 8,3 m/s (30 km/jam)

$$-V_t^2 = V_o^2 - 2 \times a \times s$$

$$0 = (8,3)^2 - 2 \times a \times 15$$

$$a = \frac{(8,3)^2}{2 \times 15}$$

$$a = -2,296 \text{ m/s}^2$$

b. Kecepatan 11,1 m/s (40 km/jam)

$$-V_t^2 = V_o^2 - 2 \times a \times s$$

$$0 = (11,1)^2 - 2 \times a \times 15$$

$$a = \frac{(11,1)^2}{2 \times 15}$$

$$a = -4,107 \text{ m/s}^2$$

c. Kecepatan 13,8 m/s (50 km/jam)

$$-V_t^2 = V_o^2 - 2 \times a \times s$$

$$0 = (13,8)^2 - 2 \times a \times 15$$

$$a = \frac{(13,8)^2}{2 \times 15}$$

$$a = -6,348 \text{ m/s}^2$$

2. Perhitungan *Center of gravity*

Untuk mencari *center of gravity (COG)* pada mobil listrik Singaperbangsa, memerlukan beberapa data spesifikasi kendaraan yaitu sebagai berikut [13].

Tabel 2. Data spesifikasi mobil yang dipakai untuk mencari *center of gravity*

No.	Parameters	Nilai
1.	Wheelbase (L)	1,55 m
2.	W_f (Berat bagian depan)	1182,105 N
3.	W_r (Berat bagian belakang)	1211,535 N
4.	W (Berat total)	2393,64 N
5.	R (jari-jari roda)	0,4 m

Sumber: Analisa data pada lapangan

Setelah menemukan titik beban terpusat (*center of gravity*) langkah selanjutnya mencari ketinggian atau titik beban terpusat dari permukaan tanah (h) dengan mengasumsikan mobil berada pada bidang miring dengan sudut ($\Theta=30^\circ$)

$$h = \frac{W_f(R_{roda} \sin\theta + a \cos\theta) + W_r(R_{roda} \sin\theta - b \cos\theta)}{m \cdot g \cdot \sin\theta}$$

3. Perhitungan gaya drag dan gaya rolling resistance

Dalam mengevaluasi besar gaya hambat udara (*drag force* atau F_d) dan tahanan gelinding (*rolling resistance* atau F_g) pada kendaraan [14]. beberapa rumus umum yang digunakan adalah sebagai berikut:

Secara umum perumusan gaya hambat udara adalah:

$$F_d = \frac{1}{2} \rho v^2 C_d A_f$$

F_D = Gaya drag (N)

v = Kecepatan kendaraan (m/s)

C_d = Koefisien drag

A_f = Luas frontal area (m²)

Untuk menghitung hambatan bergulir (*rolling resistance*) pada kendaraan, nilai koefisien tahanan gelinding (C_r) sangat penting. Berikut adalah rumus umum untuk menghitung hambatan bergulir:

$$F_g = \mu \times (N_F + N_R)$$

F_g = Roling resistance (N)

μ = *coefficient of rolling resistance* roda

W = Berat kendaraan (N)

4. Perhitungan reaksi tumpuan roda saat pengereman

Saat pengereman terjadi pada kendaraan, beban mobil dan tempat bekerja reaksi roda depan dan roda belakang akan mengalami perubahan. Beban mobil dan distribusi reaksi roda akan dipengaruhi oleh dinamika pengereman, distribusi massa kendaraan, dan transfer beban yang terjadi selama pengereman. **Tabel 3** terdapat hasil perhitungan pada reaksi roda belakang sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil perhitungan reaksi roda belakang (Nr)

No	Parameter	Nilai
1.	Reaksi Roda belakang kecepatan 30 km/jam	1087,616 N
2.	Reaksi Roda belakang kecepatan 40 km/jam	1031,819 N
3.	Reaksi Roda belakang kecepatan 50 km/jam	867,505 N

Sumber: Analisa data pada lapangan

Sesudah reaksi roda belakang (N_r), maka dari itu dapat mengetahui hasil reaksi roda depan (N_f) pada **Tabel 4** sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil perhitungan reaksi roda depan (Nf)

No	Parameter	Nilai
1.	Reaksi roda depan kecepatan 30 km/jam	1036,024 N
2.	Reaksi roda depan kecepatan 40 km/jam	1361,821 N
3.	Reaksi roda depan kecepatan 50 km/jam	1526,135 N

Sumber: Analisa data pada lapangan

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah di lakukan maka kesimpulan pada laporan ini adalah hasil dari pengereman dengan pedal gas dilepas total lebih baik dibandingkan pedal gas tetap ditekan. Pada kecepatan 30 Km/jam di hasilkan jarak total pengereman terbaik sebesar 469,6811 N. Pada kecepatan 40 Km/jam dihasilkan jarak pengereman sebesar 911,5651 N. Pada kecepatan 50 Km/jam dihasilkan jarak pengereman sebesar 1458,3691 N. Hasil perhitungan reaksi roda depan kecepatan 30 km/jam sebesar 1036,024 N, Reaksi roda depan kecepatan 40 km/jam 1361,821 N, dan Reaksi roda depan kecepatan 50 km/jam sebesar 1526,135 N. Hasil perhitungan reaksi roda belakang kecepatan 30 km/jam sebesar 1087,616 N, Reaksi Roda belakang kecepatan 40 km/jam 1031,819 N dan Reaksi Roda belakang kecepatan 50 km/jam 867,505 N.

6. Referensi

- [1] A. Efendi, "Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 17, no. 1, pp. 75-84, 2020.
- [2] M. Yusron, "Perancangan Sistem Pengereman Hidrolis Pada Mobil Urban Diesel," Tugas Akhir, Univ. Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia, 2015.
- [3] E. Pranoto, A. M. Hidayat, dan F. Humami, M. I. Nurhakim, "Komparasi Efisiensi (Static Brake Test) dan pengujian Rem Jalan (Road Brake Test)", *J. Keselamatan Transportasi Jalan.*, vol.7 No.1, hal. 19-25, Juni 2020.
- [4] D. Meitryano, Syafitri, dan K. Annuar, "Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Hemat Energi Bono Kampar", *J. FTeknik* Vol. 5, No.2, Hal.1, Desember 2018.
- [5] B. D. Prayoga, H. Poernomo, and F.Bisono, "Perancangan Dan Analisis Sistem Pengereman Hydraulic Pada Mobil Minimalis Roda Tiga," *Conf. Des. Manuf. Its Apl.*, vol. 1, Hal. 94, Januari 2018.
- [6] A. Khumaedi, N. Soedjarwanto, and A. Trisanto, "Otomatisasi Pengereman Motor DC Secara Elektris Sebagai Referensi Sistem Keamanan Mobil Listrik," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 31–36, 2014.
- [7] L. Tuxuci, D. Rem, and C. Doubel, "Pengaruh Pengereman Terhadap Kecepatan Mobil," vol. 4, pp. 83–87, 2015.
- [8] T. Hardianto, H. Sutjahjono, H. Arbiantara, and M. E. Ramadhan, "Perhitungan Energi Kinetik Pada Sistem Pengereman Regenerative Mobil Listrik," *J. ROTOR*, vol. 8, no. 1, pp. 2013–2016, 2015.
- [9] A. R. Dayus, J. E. Hutagalung, and I. R. Harahap, "Penerapan Sistem Pengereman dan Parkir Mobil Listrik Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino UNO," *J-Com (Journal Comput.*, vol. 2, no. 2, pp. 101–106, 2022.
- [10] B. Setyono and Y. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Transmisi, Kemudi dan Pengereman Mobil Listrik 'Semut Abang,'" *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. III 2015*, p. Hal 89-96, 2018.
- [11] I. M. Muliatna and P. N. Cahyo, "Perancangan Sistem Pengereman Hidrolis Pada Mobil Listrik Gamesa," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 01, no. 01, pp. 54–56, 2013.
- [12] M. & A. S. Sirajuddin, "Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Mitsubishi L300 Jenis Pick-Up Mustofa & Awal Syahrani Sirajuddin," *J. Mek.*, vol. 2, no. 1, pp. 189–195, 2010.
- [13] A. N. Akhmadi, "Pengaruh Pengereman Terhadap Kecepatan Mobil Listrik Tuxuci 2.0 Dengan Rem Cakram Doubel Piston," *J. Nozzle*, vol. 4, no. 2, pp. 83–87, 2015.
- [14] M. Adriana, A. A. B.P, and M. Masrianor, "Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang," *J. Elem.*, vol. 4, no. 2, p. 129, 2017.