

Analisis daya pengereman pada rem cakram roda depan kendaraan motor listrik e-niaga

Faizal Irvan Saputro*, Hadi Pranoto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

Article Info

Article history

Received August 8, 2022

Revised October 5, 2022

Accepted December 27, 2022

Keywords

Electric motorcycle;

Brake system;

Braking power;

Braking distance;

ABSTRACT

Brakes are systems used to control, slow down and stop wheel rotation. Failures in the braking system have a very fatal impact on the driver and other drivers. Because it is very important from the function of the vehicle brake system, it is necessary to conduct in-depth research on the braking power needed so that the brake system can work perfectly and stop according to the standard braking distance. The purpose of this study is to be able to determine the amount of braking power required for the disc brake type on the blue Geni 3-wheeled E-Commerce electric motor to be able to stop the vehicle perfectly. The test method that will be used is to test the braking road with a vehicle variation speed of 20 Km / h, 30 Km / h and 40 Km / h with a maximum vehicle stop distance of 25 meters. From the results of theoretical calculations and tests on E-commerce electric vehicles obtained the results of the braking power required at a speed of 20 Km / h of 3786.97 J / s with a vehicle stop distance of 7.4 meters and a braking force of 1371 N, at a speed of 30 Km / h braking power of 7563.79 J / s with a stopping distance of 12.26 meters and a braking force of 1820 N, at a speed of 40 Km / h The braking power is 11118.25 J/s with a vehicle stop distance of 19.8 meters and a braking force of 2021.5 N.

This is an open-access article under the [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



*Corresponding Author

Faizal Irvan Saputro,

Jurusan Teknik Mesin,

Fakultas Teknik,

Universitas Mercu Buana,

Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11659, Indonesia

Email: faizalirvansaputro9@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kendaraan pintar, seperti motor listrik ini dimulai dari beberapa tahun lalu di negara maju dan berlanjut sampai sekarang., di Indonesia semakin meningkat jumlah kendaraan memungkinkan peluang kendaraan listrik berkembang sangat besar terutama didaerah perkotaan [1]. Pada tahun 2025, setidaknya 60% komponen harus diproduksi di Indonesia, yang bertujuan untuk menciptakan kendaraan listrik nasional yang dapat diproduksi secara masal dan perlahan menggantikan kendaraan konvensional [2].

Pemerintah telah menetapkan target tahun 2022 produksi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai mencapai 150 ribu unit untuk roda empat dan 750 ribu unit roda dua [3].

Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel [4]. Diperkirakan tidak ada kendaraan berbahan bakar fosil yang akan diproduksi pada tahun 2040, karena banyak negara telah memperkenalkan kebijakan untuk menghentikan produksi kendaraan konvensional dan diganti menjadi kendaraan berbasis listrik [5].

Kendaraan listrik memiliki berbagai keunggulan seperti tidak ada getaran, tidak ada asap, tidak seperti kendaraan berbahan bakar bensin [6]. Selain menggunakan energi ramah lingkungan, kendaraan juga harus memperhatikan faktor keselamatan pengemudi dan penumpang. Salah satu aspek yang perlu mendapat perhatian untuk menentukan kenyamanan dan jaminan yaitu sistem rem [7].

Rem adalah sistem yang digunakan untuk mengendalikan, memperlambat dan menghentikan putaran roda. Rem bekerja dengan cara menggesekkan piringan cakram dengan bantalan rem saat kedua bagian tersebut bersentuhan secara bersamaan [8]. Berdasarkan konstruksinya, rem dibedakan menjadi dua macam yaitu rem tromol (*Drum Brake*) dan rem Cakram (*Disk Brake*). Rem tromol atau *Drum brake* adalah salah satu konstruksi rem yang cara pengeremannya dengan menggunakan tromol rem (*drum brake*), sepatu rem (*brake shoe*), dan silinder roda (*Wheel cylinder*) [9]. Rem hidraulik adalah sistem pengereman modern yang menggunakan cairan untuk membantu sistem pengereman lebih efektif [10].

Selama decade terakhir, keselamatan pengemudi telah menjadi perhatian global, dengan perkiraan 1,3 juta orang tewas dalam kecelakaan di jalan [11]. Hal ini terlihat, bahwa adanya jumlah kecelakaan lalu lintas terus meningkat [12]. Adapun faktor penyebab kecelakaan dalam lalu lintas yaitu faktor pada kendaraan yang disebabkan oleh kegagalan pengereman. Kegagalan sistem pengereman disebabkan adanya rem blong, keausan pada kanvas rem, kondisi jalan kurang baik, perawatan pengereman dan kesadaran akan pentingnya berkendara oleh pengemudi [13]. Berdasarkan uraian tersebut untuk mengetahui tentang kinerja sistem pengereman pada motor listrik E-Niaga agar dapat bekerja secara baik sesuai standar dengan beban maksimal kendaraan, maka penulis tertarik untuk menjadikan sistem pengereman sebagai bahan penelitian agar dapat mengetahui besarnya daya pengereman yang dibutuhkan pada kendaraan E-Niaga agar dapat berhenti secara sempurna pada variasi kecepatan 40 Km/jam, 30 Km/jam dan 20 Km/jam.

2. METODE DAN BAHAN

Pada Langkah awal metodologi, penulis menyiapkan alat dan bahan yang digunakan saat melakukan pengujian, setelah itu mengumpulkan data teknis kendaraan listrik E-Niaga Geni biru 3 roda. Pada langkah ini penulis mengumpulkan data spesifikasi kendaraan listrik E-Niaga kemudian dilakukan perhitungan daya pengereman secara manual. Langkah selanjutnya menyiapkan unit kendaraan listrik E-Niaga roda 3 Geni biru untuk memastikan bahwa sistem pengereman terpasang dengan baik dan dapat digunakan. Setelah itu melakukan uji tekanan, gaya dan daya pengereman berdasarkan variasi kecepatan kendaraan 20 Km/jam, 30 Km/jam dan 40 Km/jam menggunakan *pressure gauge* dan *force gauge* yang hasilnya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan teori berdasarkan kecepatan kendaraan yang telah ditentukan. Langkah terakhir adalah melakukan Analisa hasil gaya dan daya pengereman berdasarkan variasi kecepatan dari hasil perhitungan manual dengan hasil pengujian kemudian ditarik hasil kesimpulan. Penulis akan menjelaskan tahapan dengan lebih jelas pada sub bahasan di bawah ini.

2.1. Alat dan Bahan

Adapun beberapa Alat yang akan dipergunakan : meteran, yang digunakan untuk mengukur jarak pengereman kendaraan dengan variasi kecepatan yang berbeda. Stopwatch, untuk mengukur hasil waktu pengereman yang terjadi pada saat kendaraan melakukan pengereman. *Pressure gauge*, untuk mengukur tekanan minyak rem pada saat kendaraan melakukan pengereman. *Force gauge*, digunakan untuk mengukur gaya tekan pada hendel rem yang dikeluarkan oleh tangan pengendara pada saat proses pengereman kendaraan dilakukan.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam proses pengujian sistem pengereman roda depan yaitu : hendel rem, master silinder, tangki minyak rem, kabel rem, kaliper, piston kaliper, kampas rem, piringan cakram dan minyak rem.

2.2. Data teknis kendaraan listrik E-Niaga 3 roda Geni biru

Sebelum melakukan perhitungan daya pengereman secara manual dan pengujian bahwa data teknis kendaraan E-Niaga sangat dibutuhkan terlebih dahulu. Data teknis tersebut akan digunakan sebagai parameter perhitungan dan pengujian daya pengereman kendaraan listrik E-Niaga. Data teknis yang penulis kumpulkan sebagai berikut:

a. Spesifikasi kendaraan listrik E-Niaga

Spesifikasi kendaraan listrik E-Niaga mempunyai panjang kendaraan 3610 mm, lebar kendaraan 1458,4 mm, tinggi kendaraan 1898 mm dan data spesifikasi detail kendaraan listrik E-Niaga yang digunakan dalam perhitungan akan di tampilkan pada Tabel 1. berikut

Tabel 1: Spesifikasi kendaraan listrik E-niaga

Detail	Spesifikasi
Lebar Kendaraan	1458,4 mm
Tinggi Kendaraan	1898 mm
Panjang Kendaraan	3610mm
Berat kosong kendaraan	250 kg
Kemampuan angkut kendaraan	300 kg
Kapasitas baterai	60 Volt 31 Ah
Daya Maksimum	3 Kw
Tipe rem depan	Cakram
Tipe rem belakang	Tromol
Tipe suspensi depan	Teleskopik
Tipe suspensi belakang	Pegas daun dengan peredam hidrolis

Tabel 1. menunjukan spesifikasi yang terdapat pada kendaraan E-niaga meliputi Panjang, lebar dan tinggi kendaraan E-niaga serta menunjukan komponen-komponen yang terdapat pada kendaraan meliputi spesifikasi komponen rem, suspense dan baterai.

a. Data berat kendaraan E-Niaga

Spesifikasi berat kendaraan listrik E-Niaga mempunyai berat total kendaraan 650 kg, berat depan kendaraan 260 kg, berat belakang kendaraan 390 kg dan data spesifikasi detail berat kendaraan listrik E-Niaga yang digunakan dalam perhitungan akan di tampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 2: Spesifikasi berat kendaraan E-Niaga

Detail	Nilai
Berat kendaraan total	650 kg
Berat kendaraan depan	260 kg
Berat kendaraan belakang	390 kg
Kecepatan maksimal kendaraan	11,11 m/s
<i>Center of grafity</i> terhadap tinggi kendaraan (h)	830,34 mm
<i>Center of grafity</i> terhadap lebar kendaraan (b)	575,49 mm
<i>Center of grafity</i> terhadap panjang kendaraan (a)	1420,4 mm
Nilai e (perlambatan/gravitasi)	0,314

Tabel 2. Menjelaskan spesifikasi berat yang digunakan pada kendaraan E-niagameliputi berat kendaraan depan sebesar 260 kg, berat total kendaraan 650 kg dan titik center of grafity berdasarkan Panjang kendaraan sebesar 1420,4 mm, data tersebut digunakan sebagai acuan dalam penentuan dan perhitungan kebutuhan rem yang digunakan pada roda depan kendaraan E-niaga.

b. Data spesifikasi rem depan kendaraan E-Niaga

Komponen sistem rem depan memiliki beberapa komponen yang digunakan agar sistem rem dapat bekerja dengan maksimal, spesifikasi detail komponen rem depan yang digunakan pada kendaraan listrik E-Niaga di tampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 3: Spesifikasi rem depan kendaraan E-niaga

No.	Komponen	Jumlah
1	Hendel	1
2	Master Silinder	1
3	Tabung minyak	1
4	Selang minyak	1
5	Kaliper	1
6	Piston kaliper	2
7	Kampas rem	2
8	Piringan cakram	1
9	Minyak rem	1

Tabel 3. Menunjukkan kebutuhan pengereman yang digunakan pada rem cakram roda depan kendaraan E-niaga dengan spesifikasi yang ada pada Tabel tersebut seperti kebutuhan jumlah piston kaliper, kampas rem dan piringan cakram.

c. Data koefisien gesek kampas rem

Gaya gesek muncul apabila dua uah benda saling bersentuhan, benda tersebut tidak harus berbentuk padat melainkan dapat berbentuk cair. Dengan adanya gesek pada kampas rem maka perlu memperhatikan koefisien gesek dari jenis kampas rem yang digunakan untuk menentukan perhitungan yang dibutuhkan. Spesifikasi koefisien gesek terhadap jenis kampas rem dapat di tampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 4: Data koefisien gesek kampas rem

Bahan Cakram	Bahan Gesek	Koefisien Gesek	Tekanan Permukaan	Keterangan
Besi Cor	Besi cor	0.12-0.20 0.08-0.12	0.09-0.17	Kering Dilumasi
	Perunggu	0.10-0.20	0.05-0.08	Kering - Dilumasi
	Kayu	0.10-0.35	0.02-0.03	Dilumasi
	Tenunan	0.35-0.60	0.007-0.07	Kapas, asbes
	Cetakan (Pasta)	0.30-0.60	0.003-0.18	Damar, asbes, setengah logam
	Paduan sinter	0.20-0.50	0.003-0.10	Logam

2.3. Perhitungan manual kebutuhan pengereman roda depan

Pada tahapan ini penulis melakukan perhitungan manual (teoritis) sistem pengereman cakram roda depan kendaraan E-Niaga dengan beban maksimal kendaraan pada variasi kecepatan 20 Km/jam, 30 Km/jam dan 40 Km/jam. Perhitungan tersebut akan di bandingkan dengan hasil pengujian yang dilakukan pada pengereman roda depan kendaraan E-Niaga 3 roda sehingga dapat digunakan untuk data analisis.

1. Perhitungan Energi kinetik

Untuk menentukan perhitungan energi kinetik dapat menggunakan rumus [10].

$$U_k = \frac{1}{2} mV^2 \quad (1)$$

$$U_k = \frac{1}{2} 650 \cdot 11,11^2$$

$$U_k = 40115,43 \text{ J}$$

$$U_k = 40,11 \text{ kJ}$$

2. Perhitungan beban dinamis

Untuk menentukan perhitungan beban dinamis dapat menggunakan rumus [14].

$$W_{dD} = W_D + W e^{(h/L)} \quad (2)$$

$$W_{dD} = 260 + 650 \cdot 0,314 \left(\frac{1420,4}{2400} \right)$$

$$W_{dD} = 380,8 \text{ kg}$$

3. Perhitungan gaya pengereman yang dibutuhkan roda depan

Untuk menentukan perhitungan gaya pengereman yang dibutuhkan roda depan dapat menggunakan rumus [14].

$$B_{iD} = e \cdot W_{dD} \quad (3)$$

$$B_{iD} = 0,314 \cdot 380,8$$

$$B_{iD} = 119,57 \text{ kg}$$

$$B_{iD} = 1171,8 \text{ N}$$

4. Perhitungan pengereman dengan cakram

a. Gaya pengereman roda depan

Untuk menentukan perhitungan gaya pengereman roda depan menggunakan cakram dapat menggunakan rumus [15].

$$F_R X_{r_r} = F_p X_{r_p} \quad (4)$$

$$589 \times 165,1 = F_p \times 115$$

$$F_p = \frac{589 \times 165,1}{115}$$

$$F_p = 845,60 \text{ N}$$

b. Gaya pada kampas rem

Untuk menentukan perhitungan gaya pada kampas rem dapat menggunakan rumus [15].

$$F_k = \mu \cdot F_{\text{piringan}} \quad (5)$$

$$F_k = \frac{845,60}{0,35}$$

$$F_k = 2416 \text{ N}$$

c. Tekanan hidraulik pada rem cakram

Untuk menentukan perhitungan tekanan hidroulik dapat menggunakan rumus [15].

$$P_{\text{brake line}} = \frac{F_k}{0,25 \cdot \pi \cdot d^2} \quad (6)$$

$$P_{\text{brake line}} = \frac{2416}{0,25 \cdot 3,14 \cdot (2,5)^2 \cdot 2}$$

$$P_{\text{brake line}} = 246,216 \text{ N/cm}^2$$

$$P_{\text{brake line}} = 357,01 \text{ Psi}$$

d. Gaya tekan piston kaliper

Untuk menentukan perhitungan gaya tekan kaliper dapat menggunakan rumus [15]

$$F_p = P_{\text{brake line}} \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \quad (7)$$

$$F_{\text{piston}} = 246,216 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot (1,25)^2$$

$$F_{\text{piston}} = 302 \text{ N}$$

e. Gaya tekan hendel rem

Untuk menentukan perhitungan gaya tekan handel rem dapat menggunakan rumus [10].

$$F_{\text{tangan}} = F_{\text{piston}} \cdot \frac{a}{b} \quad (8)$$

$$F_{\text{handel rem}} = 302 \cdot \frac{2,7}{10}$$

$$F_{\text{handel rem}} = 81,54 \text{ N}$$

$$F_{\text{handel rem}} = 8,31 \text{ kgf}$$

5. Perhitungan dengan variasi kecepatan

kecepatan awal yang ditentukan (V_o) pada kendaraan listrik E-niaga merupakan kecepatan variasi yaitu 40 Km/jam, 30 Km/jam, 20 Km/jam dan diberi jarak berhenti 25 meter untuk *braking distance*. Maka jarak pengereman yang di inginkan yaitu 20 m, 5meter sisanya digunakan sebagai *Safety distance* apabila ada hal yang tidak di inginkan.

a. Perhitungan percepatan dengan variasi kecepatan 20 Km/jam

$$V_t^2 = V_o^2 + 2 a s \quad (9)$$

$$0 = 5,6^2 + 2 a 10$$

$$a = -\frac{31,36}{20} = -1,568 \text{ m/s}^2$$

Dari hasil di atas menyatakan bahwa perlambatan pada variasi kecepatan 20 Km/jam sebesar $-1,568 \text{ m/s}^2$ yang berarti kendaraan listrik E-Niaga mengalami percepatan sebesar $1,568 \text{ m/s}^2$.

Untuk perhitungan pada kecepatan 30 Km/jam dan 40 Km/jam dapat dihitung dengan formula yang sama dengan hasil perhitungan percepatan kendaraan terlampir pada Tabel 5.

Tabel 5: Hasil percepatan dengan variasi kecepatan

NO	Kecepatan	Nilai Percepatan	Nilai waktu pengereman
1	20 Km/jam	1,568 m/s ²	3,57 s
2	30 Km/jam	2,29 m/s ²	3,62 s
3	40 Km/jam	2,46 m/s ²	4,51 s

Tabel 5. Menjelaskan bahwa nilai percepatan pada kecepatan 20 Km/jam sebesar 1,568 m/s², pada kecepatan 30 Km/jam sebesar 2,29 m/s². Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin kecepatan kendaraan bertambah nilai percepatan kendaraan juga semakin tinggi sehingga waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti akan semakin besar juga.

b. Perhitungan gaya pengereman dengan variasi kecepatan 20 Km/jam

$$F = m \cdot a \quad (10)$$

$$F = 650 \times 1,568$$

$$F = 1019,2 \text{ N}$$

Dari hasil di atas menyatakan bahwa gaya pengereman pada variasi kecepatan 20 Km/jam sebesar 1019,2 N Untuk perhitungan pada kecepatan 30 Km/jam dan 40 Km/jam dapat dihitung dengan formula yang sama dengan hasil perhitungan percepatan kendaraan terlampir pada Tabel 6.

Tabel 6: Hasil perhitungan gaya pengereman dengan variasi kecepatan

NO	Kecepatan	Gaya Pengereman
1	20 Km/jam	1019,2 N
2	30 Km/jam	1488,5 N
3	40 Km/jam	1599 N

Tabel 6. Menjelaskan hasil perhitungan gaya pengereman terhadap variasi kecepatan dimana pada kecepatan kendaraan E-niaga 20 Km/jam gaya yang dibutuhkan sebesar 1019,2 Newton, pada kecepatan 30 Km/jam sebesar 1488,5 Newton dan pada kecepatan 40 Km/jam gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan laju kendaraan sebesar 1599 Newton.

c. Perhitungan daya pengereman dengan variasi kecepatan 20 Km/jam.

$$P = \frac{F \cdot s}{t} \quad (11)$$

$$P = \frac{1019,2 \times 10}{3,57}$$

$$P = 2854,9 \text{ J/s}$$

Dari hasil di atas menyatakan bahwa daya pengereman pada variasi kecepatan 20 Km/jam sebesar 2854,9 J/s

Untuk perhitungan pada kecepatan 30 Km/jam dan 40 Km/jam dapat dihitung dengan formula yang sama dengan hasil perhitungan percepatan kendaraan terlampir pada Tabel 6.

Tabel 7: Hasil perhitungan daya pengereman berdasarkan variasi kecepatan

NO	Kecepatan	Daya Pengereman
1	20 Km/jam	2854,9 J/s
2	30 Km/jam	6167,81 J/s
3	40 Km/jam	8863,63 J/s

Tabel 7. Menjelaskan bahwa hasil dari perhitungan daya pengereman pada kecepatan kendaraan 20 Km/jam sebsar 2854,9 J/s, pada kecepatan kendaraan 30 Km/jam sebsar 6167,81 J/s dan pada kecepatan

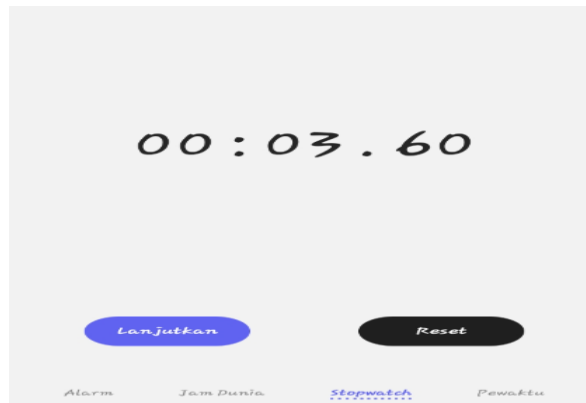
kendaraan 40 km/jam daya pengereman yang diutuhkan untuk menghentikan laju kendaraan sebesar 8863,63 J/s. hasil dari perhitungan ini nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengujian kendaraan dengan berat kendaraan total sehingga di dapatnilai daya pengereman yang laak digunakan pada kendaraan E-niaga dapat dikatakan baik dan laak digunakan.

2.5. Pengujian pengereman cakram roda depan

Pengujian pengereman dilakukan pada jalanan datar perkotaan dengan variasi kecepatan 20 Km/jam, 30 Km/jam dan 40 Km/jam. Alat uji yang digunakan dengan pressure gauge, force gauge, meteran dan *stopwatch*. Proses pengujian dilakukan pada saat kendaraan dengan muatan maksimal berjalan dengan variasi kecepatan 20, 30, 40 Km/jam selanjutnya rem ditekan penuh sampai kendaraan berhenti secara sempurna dengan jarak pengereman yang telah ditentukan.



Gambar 1: Pengujian jarak pengereman pada kecepatan 40 Km/jam



Gambar 2: Pengujian waktu pengereman pada kecepatan 40 Km/jam



Gambar 3: Pengujian gaya tekan pedal rem pada kecepatan 40 Km/jam



Gambar 4: Pengujian tekanan fluida rem depan pada kecepatan 40 Km/jam

Dari data hasil pengujian pada kecepatan kendaraan 40 Km/jam mendapat hasil pengujian jarak pengereman sebesar 1371 N, waktu pengereman mendapat hasil sebesar 3,60 detik, pengujian gaya tekan pada hendel rem sebesar 9,3 kgf, dan pengujian gaya tekan mendapat hasil sebesar 400 psi. Dengan melakukan pengujian pengereman menggunakan metode yang sama pada variasi kecepatan 20 Km/jam dan 30 Km/jam detail hasil pengujian dapat terlampir pada Tabel 8.

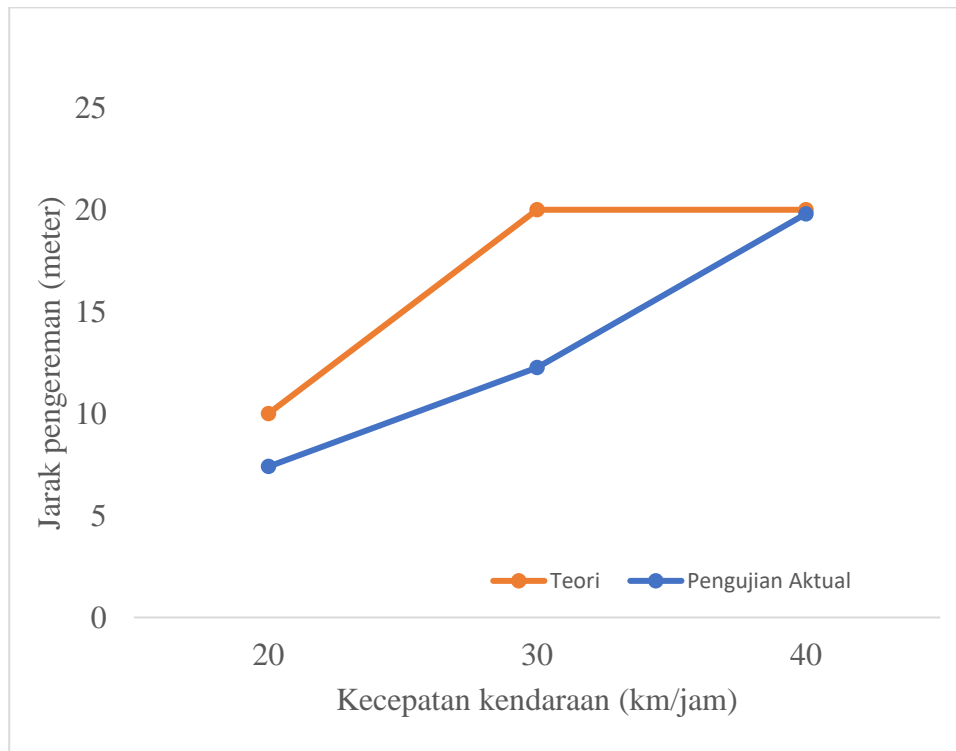
Tabel 8: Data hasil pengujian pengereman cakram roda depan

NO	Kecepatan	Nilai	Jarak	Nilai waktu	Gaya	Daya
		Percepatan (m/s ²)	perpindahan (Meter)	pengereman (sekon)	Pengereman F = m x a (Newton)	Pengereman P = (F x s)/t (Joule/sekon)
1	20 Km/jam	2,11 m/s ²	7,4 m	2,68 s	1371 N	3786,97 J/s
2	30 Km/jam	2,80 m/s ²	12,26 m	2,95 s	1820 N	7563,79 J/s
3	40 Km/jam	3,11 m/s ²	19,8 m	3,60 s	2021,5 N	11118,25 J/s

3. HASIL DAN DISKUSI

Setelah dilakukannya pengujian pengereman pada kendaraan listrik E-Niaga Geni biru dengan hasil pengujian terlampir pada Tabel 8. kemudian dilakukan perbandingan hasil perhitungan secara teori dengan pengujian aktual, hal ini dilakukan agar hasil pengereman dapat dikatakan baik dan dapat digunakan

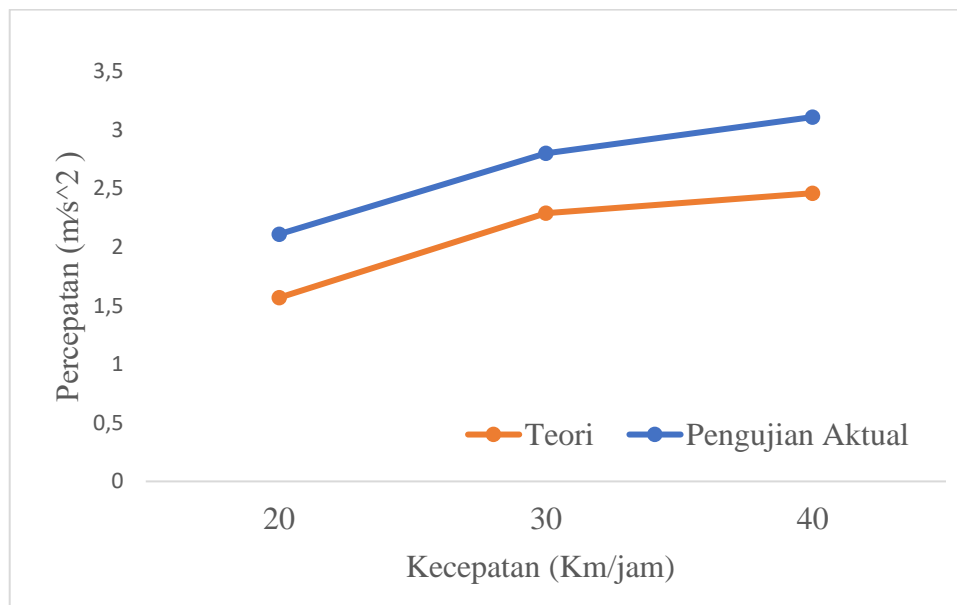
3.1. Hasil jarak pengereman



Gambar 5: Hasil perbandingan nilai jarak pengereman

Dari hasil pada Gambar 5 menyatakan bahwa jarak pengereman aktual lebih sedikit dibandingkan dengan jarak pengereman yang di asumsikan, sehingga pengereman dikatakan lebih baik dan dapat digunakan

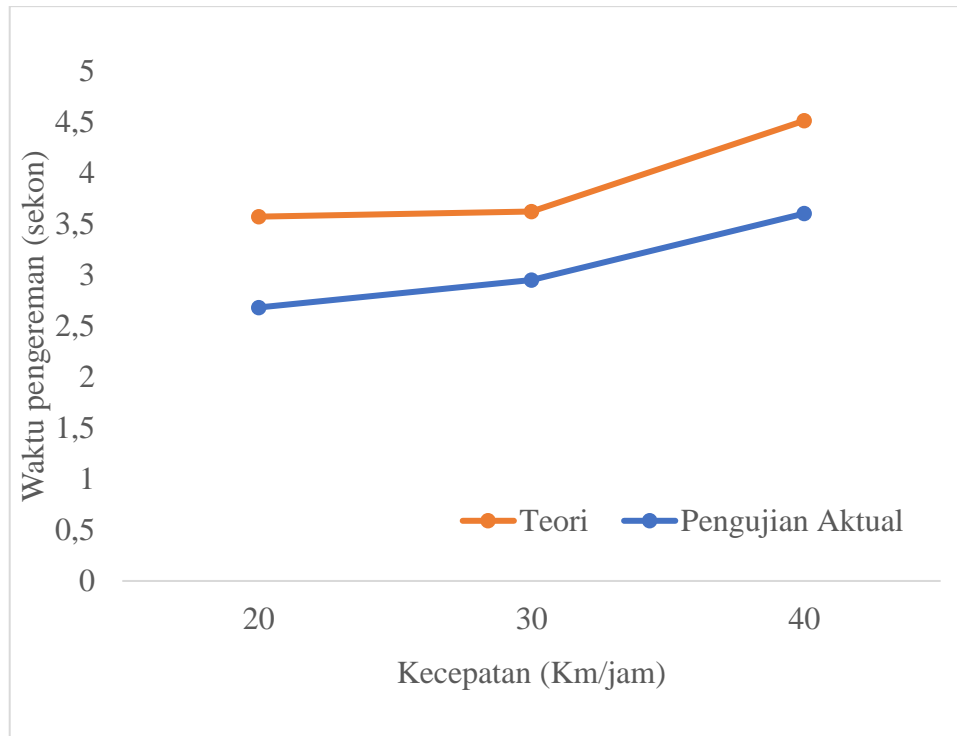
3.2. Hasil percepatan pengereman



Gambar 6: Hasil perbandingan nilai percepatan

Dari hasil Gambar 6 terlihat bahwa nilai percepatan di berbagai variasi kecepatan secara pengujian memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai percepatan secara teori sehingga, nilai percepatan dipengaruhi terhadap jarak pengereman yang terlampir pada Gambar 5, di mana semakin pendek pengereman semakin besar nilai percepatannya.

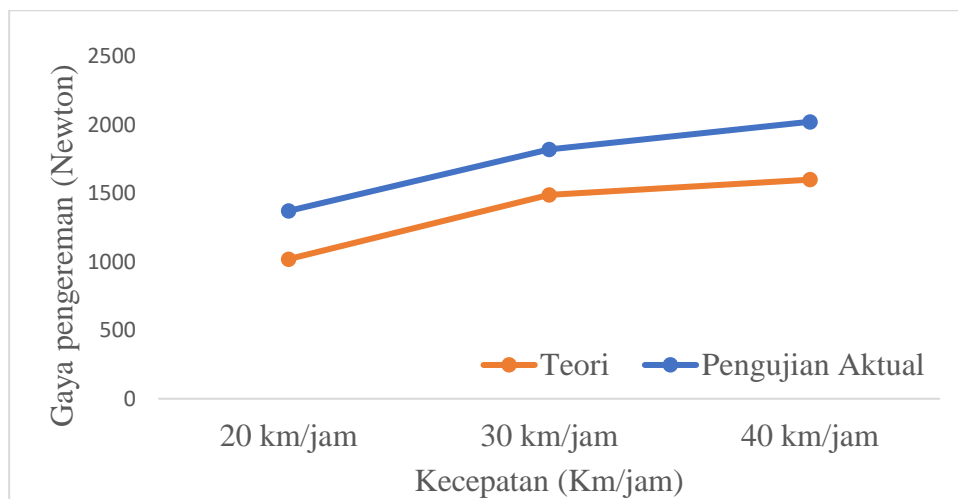
3.3. Hasil waktu pengereman



Gambar 7: Hasil perbandingan nilai waktu pengereman

Berdasarkan Gambar 7 terlihat nilai waktu pengereman pengujian lebih baik di bandingkan nilai secara teori, ini menandakan bahwa kendaraan E-Niaga secara pengujian sistem pengereman bekerja lebih cepat sehingga semakin kecil waktu pengereman semakin baik kendaraan untuk cepat berhenti.

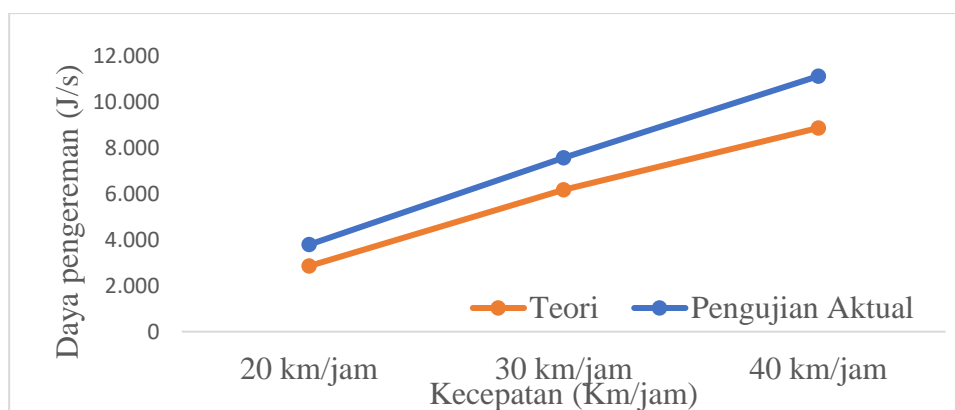
3.4. Hasil gaya pengereman



Gambar 8: Hasil perbandingan nilai gaya pengereman

Dari hasil Gambar 8 terlihat bahwa hasil gaya pengereman mengalami trend garis naik di bandingkan hasil teori, hal ini menunjukkan bahwa hasil gaya pengereman di pengaruhi terhadap jarak pengereman kendaraan yang terlampir pada Gambar 5, semakin pendek jarak pengereman semakin besar gaya pengereman yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sampai berhenti sempurna.

3.5. Hasil daya pengereman



Gambar 9: Hasil perbandingan nilai daya pengereman

Berdasarkan hasil Gambar 9 menyatakan bahwa nilai daya pengereman terhadap variasi kecepatan pada proses pengujian menghasilkan nilai daya yang lebih besar di bandingkan perhitungan teori, hasil ini menunjukkan bahwa besarnya daya pengereman kendaraan E-Niaga membutuhkan daya pengereman yang besar untuk dapat menghentikan kendaraan, hal tersebut dipengaruhi terhadap waktu pengereman di mana ketika waktu pengereman semakin besar daya pengereman yang dibutuhkan semakin kecil dan sebaliknya ketika waktu pengereman semakin kecil daya pengereman yang dibutuhkan semakin besar.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis di atas penulis menarik kesimpulan sebagai berikut:

Hasil perhitungan secara teori daya pengereman yang dibutuhkan kendaraan listrik E-Niaga pada kecepatan 20 Km/jam membutuhkan daya pengereman sebesar 2854,9 J/s, pada kecepatan 30 Km/jam sebesar 6167,81 J/s dan pada kecepatan 40 Km/jam sebesar 8863,63 Km/jam.

Hasil pengujian pengereman cakram roda depan kendaraan E-Niaga didapat hasil Daya pengereman yang dibutuhkan pada kecepatan 20 Km/jam sebesar 3786,9 J/s dengan jarak berhenti kendaraan sejauh 7,4 meter dan gaya pengereman sebesar 1371 N, pada kecepatan 30 Km/jam daya pengereman sebesar 7563,79 J/s dengan jarak berhenti kendaraan sejauh 12,26 meter dan gaya pengereman sebesar 1820 N, pada kecepatan 40 Km/jam Daya pengereman sebesar 11118,25 J/s dengan jarak berhenti kendaraan 19,8 meter dan gaya pengereman sebesar 2021,5 N.

Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa kendaraan dapat berhenti dengan sempurna pada variasi kecepatan yang telah ditentukan dengan jarak pengereman yang lebih pendek. Sehingga pengereman pada kendaraan E-Niaga dapat dikatakan berhasil dan layak digunakan).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] f. A. Said, h. Adiluhung, and y. Pujiraharjo, "perancangan sepeda motor listrik untuk masyarakat urban diperkotaan (designing electric motors for urban communities in engineering)," vol. 9, no. 1, pp. 491–507, 2022.
- [2] I. M. I. M. Brunner and S. M. Brunner, "Pemilihan Baterai Kendaraan Listrik dengan Metoda Weighted Objective," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 1563–1572, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i1.2644.
- [3] Kepolisian Republik Indonesia, "Badan Pusat Statistik," 2020. <https://www.bps.go.id/>.
- [4] R. Indonesia, *Undang-Undang No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Indonesia: Sekretariat Negara, 2009.
- [5] M. Asti *et al.*, "Analysis of The Use of Electric Motorcycle for Online Transportation Toward Energy Security (Study on Gojek)," *J. Ketahanan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 19–38, 2020.
- [6] S. D. S. Simanullang, "Pengaruh Berat Beban Terhadap Efisiensi Motor Pada Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik Menggunakan Motor BLDC 3 KW," *Elektro, Dep. Tek. Fak. Utara, Univ. Sumatera*, 2019.
- [7] L. O. M. A. Azdhar Baruddin, "Analisis Pengaruh Kecepatan Terhadap Jarak Dan Waktu Pengereman Pada Mobil Hybrid Urban Kmhe 2018," *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 3, p. 195, 2020.
- [8] M. Amin, M. Suprato, and M. Irfansyah, "Rancang Bangun Brake System Pada Mobil Atv Dengan Menggunakan Engine 2 Langkah 150Cc," *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 4, no. 2, pp. 763–773, 2017.
- [9] H. A. Arifin, "Perhitungan Ulang Sistem Pengereman Mobil Nogogeni 3 Evo Untuk Shell Eco Marathon Asia 2017," *Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, pp. 1–66, 2017.
- [10] M. R. Banuaji, "Perencanaan Ulang Rem Cakram Roda Depan Pada Motor Honda Scoopy ESP FI 110cc Tahun 2017," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 6, no. 1, p. 1, 202.
- [11] H. Pranoto, A. M. Lemman, D. Sebayang, and D. Feriyanto, "Improvement on Transportation Safety on Bus by Installing A Speed Limiter in Conventional Engine to Reduce Speed Rate," *MATEC Web Conf.*, vol. 78, pp. 1–9, 2016.
- [12] U. Enggarsasi and N. K. Sa'diyah, "Kajian Terhadap Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Dalam Upaya Perbaikan Pencegahan Kecelakaan Lalu Lintas," *Perspektif*, vol. 22, no. 3, p. 228, 2017.
- [13] I. E. Putra and J. Agusti, "Analisa Pengaruh Beban Pengereman Dan Variasi Merk Kampas Rem Terhadap Keausan

- Kampas Rem,” *J. Mek.*, vol. 3, no. 2252, pp. 58–66, 2019.
- [14] I. N. Gusniar and S. A. Ibrahim, “analisis gaya pada rem cakram (disk brake) pada kendaraan roda dua (honda beat sporty 2017) force analysis of disk brake (disk brake) on two wheel vehicles (honda beat sporty 2017) yaitu Honda Beat . Sejak produk ini diluncurkan di 2008 hingga saa,” vol. 8, no. November, 2021.
- [15] D. Prameswari, D. T. Mesin, and F. T. Industri, “Analisa Sistem Pengereman pada Mobil Multiguna Pedesaan,” vol. 8, no. 1, 2019.