

RANCANG BANGUN SISTEM PENEREMAN PROTOTYPE MOBIL KMHE

DESIGN AND CONSTRUCTION OF KMHE CAR PROTOTYPE BRAKE SYSTEM

Muhammad Haris Suriani¹⁾, Raenaldhi Rayi Isworo¹⁾, Misbachudin¹⁾, A'yan Sabitah¹⁾, Raihan¹⁾

¹Politeknik Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia

email: harisotuh89@gmail.com*, raenalrayi@gmail.com, misbach.mt@gmail.com, ayansabitah97@gmail.com, raihan@gmail.com

Abstract

Received:
24 Agustus
2025

Accepted:
25 April 2026

Published:
25 April 2026

This study aims to design and analyze a hydraulic braking system on an energy-efficient vehicle (KMHE) prototype to improve braking performance and vehicle safety. The research method used an experimental approach with initial speed variations of 20 km/h, 25 km/h, and 30 km/h. Parameters analyzed included braking deceleration, braking distance, and braking time. The results showed that the braking system produced average decelerations of 8.89 m/s², 8.61 m/s², and 8.85 m/s² at each speed. The braking distance increased from 170 cm to 390 cm with increasing speed, while the braking time increased from 1.47 s to 3.50 s. These results indicate that the braking system is capable of exceeding the minimum KMHE standard (≥ 6 m/s²), thus performing well and being safe to use. This research contributes to the development of an energy-efficient vehicle braking system with optimal performance and high efficiency.

Keywords: KMHE Prototype Car, Braking System, Braking Test

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem pengereman hidrolik pada kendaraan prototipe mobil hemat energi (KMHE) guna meningkatkan performa pengereman dan keselamatan kendaraan. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan variasi kecepatan awal 20 km/jam, 25 km/jam, dan 30 km/jam. Parameter yang dianalisis meliputi perlambatan pengereman, jarak pengereman, dan waktu pengereman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengereman menghasilkan perlambatan rata-rata sebesar 8,89 m/s², 8,61 m/s², dan 8,85 m/s² pada masing-masing kecepatan. Jarak pengereman meningkat dari 170 cm menjadi 390 cm seiring peningkatan kecepatan, sedangkan waktu pengereman meningkat dari 1,47 s menjadi 3,50 s. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengereman mampu melampaui standar minimum KMHE (≥ 6 m/s²), sehingga memiliki performa yang baik dan aman digunakan. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pengereman kendaraan hemat energi dengan performa optimal dan efisiensi tinggi.

Kata Kunci: Prototype Mobil KMHE, Sistem Pengereman, Uji Pengereman

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i1

How to cite: Suriani, M. H., Isworo, R. R., Misbachudin, Sabitah, A., & Raihan., "Rancang Bangun Sistem Pengereman Prototipe Mobil KMHE". *JTAM ROTARY*, 8(1), 93-100, 2026.

PENDAHULUAN

Mobil hemat energi merupakan inovasi penting dalam pengembangan transportasi berkelanjutan (Ellianto & Nurcahyo, 2020). Salah satu komponen krusial dalam kendaraan tersebut adalah sistem pengereman, yang berfungsi untuk menjamin keselamatan dan stabilitas kendaraan (Satriawan, 2026). Sistem pengereman hidrolik banyak digunakan karena respons yang cepat dan efisiensi gaya yang tinggi (Basid & Wisaksono, 2026). Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada kendaraan konvensional dan belum banyak mengkaji performa sistem pengereman pada kendaraan prototipe KMHE. Selain itu, hubungan antara kecepatan awal, jarak pengereman, waktu pengereman, dan perlambatan masih belum dianalisis secara komprehensif dalam konteks kendaraan ringan berenergi rendah (Muliatna & Cahyo, 2013) (Bhirawa, 2017).

Pengereman Mobil KMHE

Rem hidrolik lebih efisien dibandingkan dengan jenis rem lainnya, sistemnya dianggap lebih mudah dan responsif. Rem kendaraan KMHE adalah bagian tambahan yang berfungsi untuk menghilangkan energi gerak kendaraan dan memperlambatnya. Prinsip kerja rem ini adalah bahwa ketika dua bagian rem bersentuhan, cakram dan bantalan rem bergesekan.

Master Silinder

Salah satu komponen yang sangat penting dalam sistem pengereman hidrolik mobil atau kendaraan adalah *cylinder* master, yang memiliki kemampuan untuk mengubah gaya mekanik menjadi gaya hidrolik saat pedal rem diinjek. Untuk mendorong piston pada kaliper, master *cylinder* menggunakan *fluida* untuk mengubah gaya tekan mekanik dari tuas rem menjadi tekanan hidrolik.



Gambar 1. Master Cylinder

Selang Rem

Fungsi dari selang rem untuk penghubung dan penyalur minyak rem sehingga mendorong break lever ke brake caliper. Agar memudahkan pada saat perancangan, maka selang rem dipilih menggunakan set rem sepeda. Komponen ini mempunyai material yang tahan terhadap suhu panas, selang ini terbuat dari lembaran stainless steel yang dianyam dan diberi finising PVC pada bagian luar.



Gambar 2. Selang Rem

Pembagi Selang Rem

Fungsinya adalah untuk membagi aliran cairan rem dari satu sumber, biasanya master silinder rem, menjadi beberapa saluran atau selang rem yang menuju ke setiap roda kendaraan.

Kaliper Rem

Kaliper adalah komponen yang mengubah tekanan fluida menjadi gerakan mekanis dan mendorong bantalan rem. Dengan kata lain, fungsi rem cakram adalah mengubah tekanan hidrolik yang masuk ke kaliper menjadi gerakan mekanis untuk menjepit bantalan.



Gambar 3. Kaliper Rem

Kampas Rem

Kampas rem atau *brake* pada adalah komponen yang dimaksudkan untuk mendorong cakram rem saat melakukan pengereman. Untuk memaksimalkan efektivitas rem, diperlukan gaya gesek yang tinggi dan ketahanan panas pada bantalan rem.



Gambar 4. Kampas Rem

Piringan Rem

Piringan rem sebagai media penahan bantalan rem sehingga dapat menimbulkan efek pengereman. Rem cakram hidrolik ini terbuat dari baja. Pasalnya, komponen ini harus menahan panas yang ditimbulkan oleh gesekan yang ditimbulkan oleh bantalan saat pengereman.



Gambar 5. Piringan Rem

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Besar variabel bebas diubah-ubah untuk mendapat hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah di uji dengan kecepatan 20 km/jam, 25 km/jam, dan 30 km/jam.

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang besarnya tergantung variabel bebas yang diketahui setelah penelitian dilakukan yaitu:

- a. Perlambatan pengereman
- b. Jarak pengereman
- c. Waktu pengereman

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang besar dikonstan kan. Dalam hal ini yang menjadi variabel terkontrol antara lain:

- a. Jenis rem cakram hidrolik single piston
- b. Tekanan ban 26 psi
- c. Ukuran ban 90/80
- d. Berat kendaraan $\pm 80\text{kg}$
- e. Berat pengemudi $\pm 50\text{kg}$

Alur Sistem Pengereman

Rem cakram hidrolis adalah sistem pengereman yang, tergantung pada bentuk dan fungsinya, cakram rem yang terpasang pada roda untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda. Sistem rem cakram ini memiliki penampang pengereman yang lebih kecil dari pada sistem lain, tetapi gesekannya sangat kuat sehingga mengurangi gesekan timbal balik dan menghasilkan pengereman yang lebih efektif. Karena itu, sistem pengereman ini dikatakan lebih sederhana dan lebih responsif dibandingkan jenis rem lainnya.

Prosedur Pengujian Pengambilan

1. Mempersiapkan alat uji.
2. Mempersiapkan dan memastikan jalan yang digunakan tidak bermasalah dan tidak berbahaya untuk dilakukan pengujian.
3. Melakukan pengukuran jarak tempuh mobil pada jalan yang akan digunakan dengan menggunakan meteran.
4. Memberikan tanda pada jarak tempuh pertama, kedua dan seterusnya dengan menggunakan tanda/bendera penanda.
5. Mempersiapkan dan melakukan test pada jarak pertama, kedua, dan seterusnya dengan cara melajukan mobil pada kecepatan tertentu dan mengeremnya pada jarak dan titik yang telah ditentukan.
6. Mengukur kecepatan laju mobil dengan melihat spidometer digital yang terpasang pada mobil.
7. Mengukur hasil pengereman dengan menggunakan meteran.
8. Menghitung jarak efisiensi pengereman mobil tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pengereman depan prototipe mobil KMHE dirancang menggunakan rem cakram hidrolis yang kuat dan efektif. Desain ini mencakup dudukan as roda depan, dudukan caliper, pedal rem, dan penempatan caliper rem pada cakram logam yang digerakkan oleh piston. Komponen seperti besi kanal U, mur baut, bearing, pipa besi, plat besi, dan besi siku digunakan untuk membangun sistem ini. Rem cakram hidrolis bekerja dengan menekan cakram logam melalui bantalan rem yang digerakkan oleh piston, sehingga mengurangi gesekan timbal balik dan menghasilkan pengereman yang lebih efektif. Fungsi utama dari sistem ini adalah menghilangkan energi kinetik kendaraan untuk memperlambatnya, memastikan keselamatan dan keamanan pengemudi di berbagai kondisi jalan. Perhitungan perlambatan pengereman dilakukan untuk memastikan bahwa kendaraan dapat berhenti dengan baik sesuai harapan pengemudi (Bhirawa 2017). Adapun Data uji coba pengereman *prototype mobil* KMHE seperti pada tabel 1.

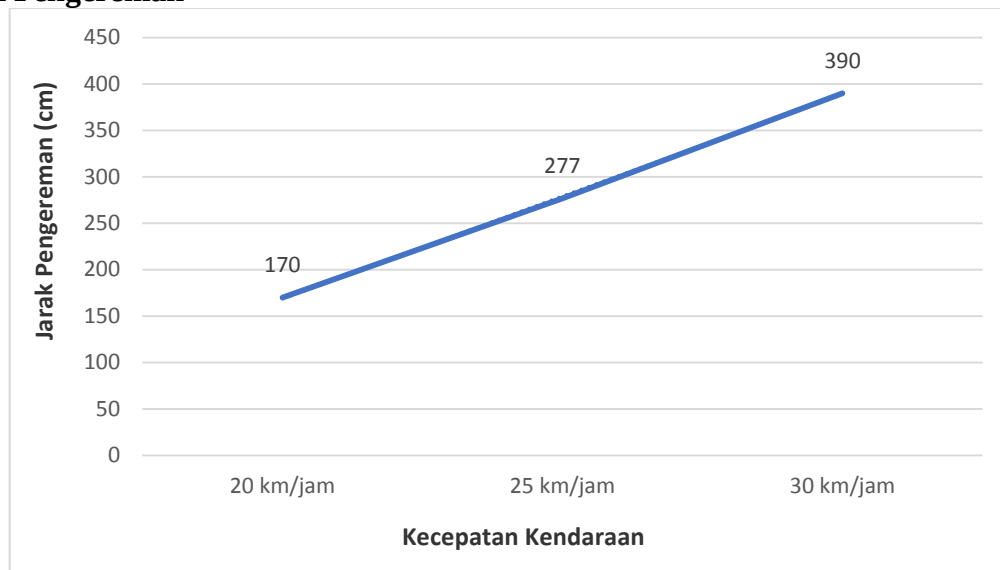
Tabel 1. Data uji coba

Kecepatan awal		Perlambatan pengereman m/s^2	Jarak pengereman (cm)	Waktu pengereman (s)
Km/jam	m/s	hasil	percobaan	percobaan
20	5,5	8,90	170	01,49
		8,54	177	01,68
		9,22	164	01,25
		8,89	170	01,47
Rata rata				
25	6,9	9,09	262	01,71
		8,56	278	02,05
		8,18	291	02,32
		8,61	277	02,02
Rata rata				
30	8,3	8,68	397	03,40
		8,36	412	03,98
		9,52	362	03,12
		8,85	390	03,50
Rata rata				

Perlambatan Pengereman

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai perlambatan pengereman relatif stabil pada seluruh variasi kecepatan, yaitu sebesar $8,89 \text{ m/s}^2$ (20 km/jam), $8,61 \text{ m/s}^2$ (25 km/jam), dan $8,85 \text{ m/s}^2$ (30 km/jam). Stabilitas nilai perlambatan ini mengindikasikan bahwa sistem pengereman hidrolis yang digunakan mampu menghasilkan gaya pengereman yang konsisten meskipun terjadi peningkatan kecepatan awal kendaraan. Secara teoritis, perlambatan pengereman dipengaruhi oleh gaya gesek antara kampas rem dan piringan cakram yang bergantung pada tekanan hidrolis serta koefisien gesek material. Konsistensi nilai perlambatan menunjukkan bahwa distribusi tekanan pada sistem rem dan kondisi kontak antara kampas dan cakram berada dalam kondisi optimal. Selain itu, nilai perlambatan yang diperoleh jauh melebihi standar minimum KMHE sebesar 6 m/s^2 , sehingga sistem pengereman dapat dikategorikan sangat efektif dalam mengurangi kecepatan kendaraan. Hal ini juga menunjukkan bahwa desain sistem hidrolis mampu mentransmisikan gaya pengereman secara efisien tanpa kehilangan energi yang signifikan (Raihan & Khalid, 2025).

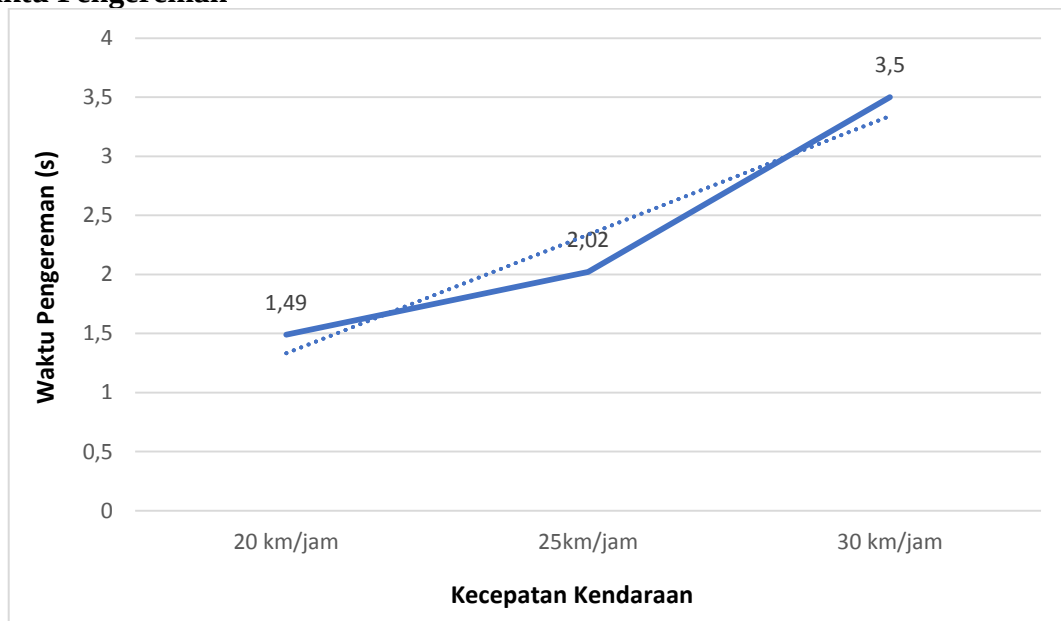
Jarak Pengereman



Gambar 6. Grafik Jarak Pengereman

Jarak pengereman mengalami peningkatan signifikan seiring bertambahnya kecepatan awal kendaraan, yaitu dari 170 cm pada 20 km/jam menjadi 390 cm pada 30 km/jam. Fenomena ini sesuai dengan prinsip mekanika, di mana jarak pengereman berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan awal. Peningkatan ini disebabkan oleh energi kinetik kendaraan yang meningkat secara eksponensial terhadap kecepatan. Semakin tinggi kecepatan, semakin besar energi yang harus diserap oleh sistem pengereman melalui gesekan. Meskipun terjadi peningkatan jarak pengereman, nilai yang diperoleh masih berada dalam batas aman untuk kendaraan ringan seperti prototipe KMHE. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengereman mampu mengendalikan energi kinetik secara efektif tanpa menyebabkan kehilangan kontrol kendaraan (Maksum dkk., 2026).

Waktu Pengereman



Gambar 7. Grafik Waktu Pengereman

Waktu pengereman meningkat dari 1,49 s pada 20 km/jam menjadi 3,50 s pada 30 km/jam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan awal kendaraan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi berhenti. Peningkatan waktu pengereman ini berkaitan langsung dengan besarnya energi kinetik yang harus direduksi oleh sistem rem. Selain itu, waktu pengereman juga dipengaruhi oleh respons sistem hidrolik, gaya tekan pengemudi, serta kondisi permukaan jalan. Namun demikian, peningkatan waktu ini masih dalam batas yang dapat diterima, yang menunjukkan bahwa sistem pengereman memiliki respons yang baik dan tidak mengalami keterlambatan signifikan dalam proses pengereman (Abdurrois, 2025).

Parameter Pengereman

Analisis hubungan antara perlambatan, jarak, dan waktu pengereman menunjukkan bahwa ketiga parameter ini saling berkaitan secara langsung. Nilai perlambatan yang relatif konstan menyebabkan peningkatan jarak dan waktu pengereman mengikuti peningkatan kecepatan awal kendaraan. Dengan nilai perlambatan yang hampir konstan, maka peningkatan kecepatan akan berdampak langsung pada peningkatan jarak dan waktu pengereman. Hal ini mengonfirmasi bahwa sistem pengereman bekerja sesuai dengan prinsip mekanika klasik (Nurhamidah dkk., 2025).

Mekanisme Sistem Pengereman

Sistem pengereman hidrolik yang digunakan bekerja dengan prinsip konversi gaya mekanik menjadi tekanan fluida yang diteruskan ke kaliper. Tekanan ini kemudian menghasilkan gaya jepit pada kampas rem terhadap cakram, sehingga menghasilkan gaya gesek yang menghambat putaran roda. Penggunaan sistem hidrolik memberikan keuntungan berupa distribusi tekanan yang merata, respons yang cepat, serta kemampuan menghasilkan gaya pengereman yang besar dengan input gaya yang relatif kecil. Hal ini menjelaskan mengapa nilai perlambatan tetap tinggi dan stabil pada berbagai kondisi kecepatan. Selain itu, penggunaan material cakram dan kampas rem yang sesuai juga berkontribusi terhadap peningkatan koefisien gesek, sehingga proses pengereman menjadi lebih efektif (Fauzi, 2025).

Implikasi Terhadap Kinerja Kendaraan KMHE

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengereman yang dirancang tidak hanya memenuhi, tetapi juga melampaui standar performa yang ditetapkan oleh KMHE. Hal ini memberikan implikasi bahwa kendaraan memiliki tingkat keselamatan yang tinggi serta kemampuan kontrol yang baik dalam berbagai kondisi kecepatan. Dari perspektif rekayasa, sistem pengereman ini dapat diaplikasikan pada kendaraan ringan lainnya yang membutuhkan efisiensi tinggi dan performa pengereman yang optimal. Selain itu, hasil ini juga memberikan dasar untuk pengembangan sistem pengereman yang lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem pengereman regeneratif pada kendaraan listrik.

KESIMPULAN

Sistem pengereman hidrolik yang dirancang menghasilkan perlambatan sebesar 8,61–8,89 m/s², melampaui standar KMHE. Jarak pengereman meningkat dari 1,7 m menjadi 3,9 m dan waktu dari 1,49 s menjadi 3,50 s seiring peningkatan kecepatan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengereman memiliki performa stabil dan aman.

REFERENSI

- Abdurrois, A. (2025). Analisis Faktor Kerusakan Pengereman Pada Truk Mercedes Benz Axor Di PT Surya Lintas Abadi. *Menulis: Jurnal Penelitian Nusantara*, 1(6), 1151-1156.
- Basid, A., & Wisaksono, A. (2026). Perancangan Sistem Pengereman Dengan Teknologi Medan Elektromagnetik Pada Kendaraan. *Rang Teknik Journal*, 9(1), 80-88.
- Bhirawa, WT. 2017. "Sistem Hidrolik Pada Mesin Industri." *Jurnal Teknologi Industri* 6: 78–88.
- Ellianto, M. S. D., & Nurcahyo, Y. E. (2020). Rancang bangun dan simulasi pembebanan statik pada sasis mobil hemat energi kategori prototype. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 53-58.
- Fauzi, A. (2025). Pengaruh Variasi Tekanan pada Produksi Komposit Friction Materials Kampas Rem terhadap Sifat Mekanik, Fisik dan Tribologi (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Maksum, H., Purwanto, W., Almunawar, A. Z., Bayu, I., & Tananda, O. (2026). Fundamental Sistem Kontrol Otomotif: Teori Dan Implementasi Pada Kendaraan Modern. WAW Media (Bacaan Media Grup).
- Muliatna, I Made, and Putro Nur Cahyo. 2013. "Perancangan Sistem Pengereman Hidrolis Pada Mobil Listrik Garnesa." *Jurnal Rekayasa Mesin* 01 (01): 54–56.
- Nurhamidah, N., Antika, N., Destina, D., & Nuraini, N. (2025). Kajian Efisiensi Energi Pada Sistem Rem Sepeda Motor Dengan Konsep Hukum Kekekalan Energi. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 433-444.
- Raihan, R., & Khalid, A. (2025). Pneumatik Dan Hidrolik Dalam Sistem Otomotif Dan Teknik Mesin: Teori, Aplikasi, Dan Praktik. Penerbit Widina.
- Satriawan, D. (2026). Urgensi Sistem Pengereman ABS Pada Mobil. *Jurnal Ilmu Teknik dan Teknik Terapan*, 1(1).