

PENERAPAN GAYA GESEK PADA REM DENGAN BAN

Ahmad Yusuf Romadhon¹, Christianus Cahyadi², Ikbar Ramdhani³, Rizky Ahmad Fahrezi⁴

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung, Indonesia
ahmadyusufromadhon83@upi.edu¹, ahmadyusufromadhon83@upi.edu², macuin@upi.edu³,
rizkyahmadfahrezi@upi.edu⁴.

Abstract

Abstract-Friction force, as a form of force in everyday life, is the main focus of this scientific paper, especially in applying to the braking system of vehicle wheels. This scientific paper aims to provide the reader with an understanding of what frictional force is, the different types of frictional force, and how frictional force is concretely applied to brakes with tires. These frictional forces involve aspects that are beneficial and may have detrimental effects on human life. This scientific paper also provides insight into the role of frictional forces in maintaining safety and braking efficiency in everyday vehicles.

Article History

*Submitted: 12 April 2024
Accepted: 26 April 2024
Published: 27 April 2024*

Key Words

Friction Force, Braking, Driving Safety.

Abstrak

Gaya gesek, sebagai salah satu bentuk gaya dalam kehidupan sehari-hari, menjadi fokus utama karya tulis ilmiah ini, khususnya dalam konteks penerapan pada sistem pengereman roda kendaraan. Tujuan karya tulis ilmiah ini adalah memberikan pemahaman kepada pembaca tentang pengertian gaya gesek, berbagai jenis gaya gesek, dan bagaimana gaya gesekan diterapkan secara konkret pada rem dengan ban. Gaya gesek ini melibatkan aspek-aspek yang tidak hanya menguntungkan, tetapi juga mungkin memiliki dampak yang merugikan dalam kehidupan manusia. Karya tulis ilmiah ini juga memberikan wawasan tentang peran gaya gesek dalam menjaga keselamatan dan efisiensi pengereman pada kendaraan sehari-hari.

Sejarah Artikel

*Submitted: 12 April 2024
Accepted: 26 April 2024
Published: 27 April 2024*

Kata Kunci

Gaya Gesekan, Pengereman, Keselamatan Berkendara.

I. PENDAHULUAN

Fisika adalah ilmu tentang zat dan energi, seperti panas, cahaya, dan bunyi. Fisika juga dapat dikatakan sebagai sebuah proses dan suatu produk. Proses artinya prosedur untuk menemukan fisika (fakta, konsep, prinsip, teori, atau hukum) yang dilakukan melalui langkah-langkah ilmiah. Fisika mempelajari gejala alam yang tidak hidup atau materi dalam ruang dan waktu. Banyak materi yang dapat dipelajari dalam fisika, tentunya memiliki kemungkinan besar yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah gaya.

Gaya adalah suatu tarikan dan dorongan yang diberikan kepada suatu benda sehingga benda mengalami perubahan posisi atau kedudukan (bergerak) serta berubah bentuk. Selain itu, gaya juga dapat diartikan sebagai suatu tarikan atau dorongan yang dikerahkan oleh sebuah benda terhadap benda lain. Gaya memiliki banyak cabang, salah satunya adalah gaya gesek.

Gaya gesek merupakan gaya yang terjadi diantara dua benda yang saling bersentuhan. Sumarjono (2005:70) menyatakan bahwa gaya gesek adalah gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda akan bergerak. Sedangkan menurut Riyadi (2019:8) gaya gesek adalah gaya yang ditimbulkan akibat permukaan benda yang saling bergesekan. Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa gaya gesek adalah gaya yang disebabkan karena adanya gaya yang berarah melawan gerak benda akibat sentuhan antara dua benda.

Rem pada roda kendaraan merupakan contoh nyata dari gaya gesek dan sangat penting untuk keselamatan berkendara. Kegagalan fungsi rem bisa berpotensi membahayakan, terutama saat

melakukan pembongkaran, pemeriksaan, penyetelan, perbaikan, dan perakitan. Oleh karena itu, menjaga kinerja sistem pengereman dengan cermat menjadi sangat krusial. Keselamatan berkendara kita bergantung pada efisiensi dan keandalan rem, menekankan pentingnya perawatan yang teliti.

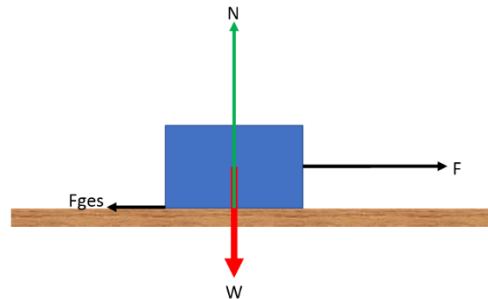
II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini adalah kajian pustaka yaitu mengumpulkan buku-buku atau sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penerapan gaya gesek. Tujuan dari penulisan karya tulis ilmiah ini adalah untuk memenuhi tugas Fisika Dasar 1 serta menambah wawasan bagi penulis maupun pembaca mengenai gaya gesek dan bagaimana gaya gesekan diterapkan secara konkret pada rem dengan ban. Harapan penulis adalah karya tulis ilmiah ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan terkait penerapan gaya gesek pada rem dengan ban.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Penjelasan dan Penguraian Konsep Gaya Gesek

Konsep gaya gesek melibatkan gaya yang berlawanan arah dengan gerakan atau kecenderungan suatu benda untuk bergerak. Gaya gesek muncul ketika dua benda bersentuhan, baik dalam bentuk padat, cair, atau gas. Terdapat dua jenis gaya gesek yang umum dibahas, yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis.



Gambar 3.1 Ilustrasi Gaya Gesek

Secara umum gaya gesek dapat dituliskan sebagai suatu [ekspansi deret](#), yaitu sebagai berikut:

$$f = -b_0 \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|} - b_1 v \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|} - b_2 v^2 \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|} - \dots$$

Di mana suku pertama adalah gaya gesek yang dikenal sebagai gaya gesek statis dan kinetis, sedangkan suku kedua dan ketiga adalah gaya gesek pada benda dalam fluida. Gaya gesek terbagi menjadi dua yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek dinamis

Gaya gesek statis terjadi ketika dua benda padat tidak bergerak relatif satu sama lain. Contohnya adalah ketika gesekan statis mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Koefisien gesek statis (μ_s) umumnya lebih besar daripada koefisien gesek kinetis. Gaya gesek statis dihasilkan dari sebuah gaya yang diaplikasikan tepat sebelum benda tersebut bergerak.

$$\mu_s = \tan \gamma$$

$$f_s \leq \mu_s N$$

Keterangan:

f_s = gaya gesekan statis maksimum

N = gaya normal

μ_s = koefisien gesekan statis

Gaya gesek kinetis, atau dinamis, terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lain dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis (μ_k) umumnya selalu lebih kecil daripada koefisien gesek statis untuk material yang sama. Gaya gesek kinetis terjadi setelah benda bergerak dan digunakan untuk mengatasi gaya gesekan yang terjadi selama gerakan berlangsung.

$$f_k \leq \mu_k N$$

Keterangan:

f_k = gaya gesekan kinetis maksimum

μ_k = koefisien gesek kinetis

Penerapan gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari sangat luas. Salah satu contohnya adalah pada rem di ban kendaraan. Gaya gesek pada rem di ban memungkinkan kendaraan untuk mengurangi kecepatan atau bahkan berhenti. Gaya gesek statis pada rem di ban mencegah benda meluncur, sedangkan gaya gesek kinetis digunakan setelah benda bergerak untuk mempertahankan gerakan dan mengatasi gaya gesekan yang terjadi.

Selain itu, gaya gesek juga memiliki penerapan dalam berbagai bidang lainnya, seperti pada olahraga (misalnya, bola yang bergulir di atas permukaan), industri (misalnya, mesin yang menggunakan gaya gesek untuk menggerakkan komponen), dan banyak lagi.

3.2 Konsep Gaya Gesek pada Rem di Ban

3.2.1 Sistem Pengereman

Saat rem diaktifkan, perangkat rem berfungsi untuk menciptakan gesekan antara permukaan jalan dan komponen rem, bertujuan untuk menghentikan pergerakan kendaraan.



Gambar 3.2.1 Rem Cakram Kendaraan Bekerja Berdasarkan Gaya Gesekan

Dalam konteks pengereman kendaraan, gaya pengereman maksimum, yang disebut juga sebagai gaya gesekan, dihitung dari gaya yang diterapkan ke permukaan jalan dan koefisien gesek. Rumusnya dapat dirumuskan sebagai berikut: Gaya pengereman = gaya yang diterapkan ke permukaan jalan x koefisien gesek jalan. Gaya (dinyatakan dalam Newton) yang bekerja pada permukaan jalan dihasilkan dari berat kendaraan yang diterapkan pada jalan, dikalikan dengan percepatan gravitasi (G), yang nilainya umumnya dianggap $9,81 \text{ m/s}^2$.

Selama proses pengereman, terjadi perubahan distribusi beban pada roda depan dan belakang. Ketika rem dijalankan pada saat mengendarai sepeda motor, suspensi depan akan tertekan sementara suspensi belakang meregang. Fenomena ini disertai dengan gaya inersia yang mendorong pengemudi ke depan. Akibatnya, beban pada roda belakang berkurang, bahkan hampir

tidak ada beban, terutama jika pengereman dilakukan secara intens. Hal ini dapat mengakibatkan kondisi sliding pada ban, sehingga kecepatan roda belakang melebihi roda depan dan menyebabkan kendaraan oleng.

Untuk memastikan pengereman maksimum pada roda depan dan belakang, diperlukan pengoperasian rem yang dapat disesuaikan dengan perubahan distribusi beban pada roda depan.

Konsep gaya gesek yang bekerja pada rem di ban melibatkan interaksi antara permukaan rem dan permukaan ban saat pengereman. Gaya gesek ini memungkinkan kendaraan untuk mengurangi kecepatan atau bahkan berhenti. Beberapa faktor yang mempengaruhi gaya gesek pada rem di ban antara lain:

3.2.2 *Pembagian Gaya Pengereman*

Teori pengereman maksimum menyatakan bahwa kondisi optimal terjadi saat kedua roda depan dan belakang hampir bersamaan mengunci.

Contoh:

- Pada permukaan jalan yang sangat licin dengan koefisien gesek 0,3, batas pengereman adalah 370 N untuk roda depan dan 250 N untuk roda belakang. Jika gaya pengereman melebihi batas ini, akan terjadi sliding pada ban.
- Pada permukaan jalan kering dengan koefisien gesek 0,8, kondisi tersebut membuat kendaraan sulit untuk tergelincir. Gaya pengereman maksimum untuk roda depan dapat mencapai 1400 N dan untuk roda belakang 280 N. Dengan menjalankan rem depan lebih kuat pada jalan kering ini, kendaraan dapat berhenti dalam jarak yang lebih pendek.
- Jika koefisien gesek meningkat menjadi 0,6, gaya pengereman pada roda depan meningkat dua kali lipat menjadi 930 N, sementara roda belakang mencapai 330 N.

Dengan demikian, pembagian gaya pengereman ini bergantung pada kondisi permukaan jalan dan koefisien geseknya, serta kemampuan rem depan dan belakang untuk mencapai gaya pengereman maksimum tanpa menyebabkan sliding atau mengunci roda secara berlebihan.



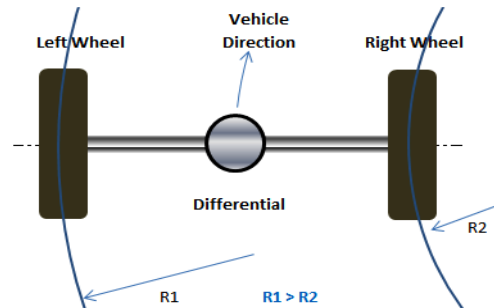
Gambar 3.2.2 Gesekan pada Rem Berguna untuk Memperlambat Kendaraan

3.2.3 *Prinsip Dasar Pengereman*

Pengereman dengan Roda Terkunci. Dalam analisis ini, kita mempertimbangkan penggunaan rem piringan di mana gaya tekan kampas rem pada bidang rem diasumsikan terjadi pada satu titik. Roda akan mengalami kondisi terkunci apabila gaya gesek (F) pada kampas rem melebihi gaya gesek statis antara jalan dan ban. Pada situasi ini, gaya pengereman yang terjadi adalah gaya gesek kinetik (f_k) antara permukaan jalan dan roda. Jika kita menganggap roda seketika terkunci saat melakukan pengereman dengan kecepatan awal dan massa kendaraan berturut-turut adalah V_1 dan m , maka dengan prinsip kerja dan energi, jarak pengereman (x) dapat dihitung menggunakan rumus: $\frac{1}{2}$

mv/fk . Sementara itu, besarnya perlambatan (a) yang terjadi dapat dihasilkan dari hukum Newton II dan dinyatakan dengan rumus: $a = mk g$, di mana g adalah percepatan gravitasi.

3.2.4 Pengereman Roda dengan Tidak Skid



Gambar 3.2.4 Ilustrasi Gaya yang Bekerja pada Roda

Analisis gaya yang terjadi pada roda saat pengereman tanpa skid dapat diilustrasikan melalui gambar. Gaya reaksi jalan terhadap roda selama pengereman direpresentasikan oleh R . Perubahan R mengikuti gaya pengereman (F), dan dalam kondisi tanpa skid, R belum mencapai nilai maksimum gaya gesek statis. Dengan menggunakan prinsip hukum Newton dan diagram gaya yang diberikan, dua persamaan dapat diperoleh sebagai berikut.

$$F - F + R = m \cdot a$$

$$F(D2 - D1) = I \alpha + m \cdot a \cdot D$$

Di sini I dan α masing-masing adalah momen inersia massa dan percepatan sudut roda. Saat roda menggelinding, berlaku $a = D1\alpha$, sehingga perlambatan yang terjadi dapat dihitung dari persamaan ini.

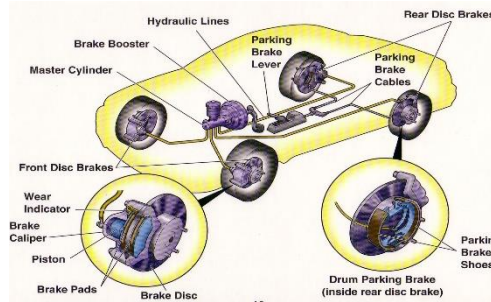
Efek pengereman juga dapat didefinisikan melalui prinsip usaha dan energi. Usaha dari gaya gesek meningkat seiring peningkatan gaya gesek yang diberikan, yang pada gilirannya dapat mempersingkat jarak pengereman. Jarak pengereman terpendek dicapai ketika gaya pengereman mendekati nilai maksimum gaya gesek statis. Jika gaya pengereman ditingkatkan lebih lanjut, roda akan skid, dan gaya pengereman beralih menjadi gaya gesek kinetik, yang tidak memberikan efek pengereman maksimum. Sebaliknya, penurunan gaya pengereman juga akan mengurangi efek pengereman.

Dalam praktiknya, maksimalisasi pengereman dilakukan dengan memberikan gaya pengereman yang berdenyut. Ketika gaya pengereman mencapai nilai maksimum dan roda mulai skid, besar gaya tersebut harus dikurangi, kemudian ditingkatkan lagi setelah roda tidak lagi skid.

Dengan menggunakan rumus $K = \frac{1}{2} mv^2$ gaya kinetik bertambah kuadrat dari kecepatan benda. Sebagai contoh, sebuah benda bergerak pada kecepatan 10 m/s memiliki gaya kinetik 100 kali lebih besar daripada benda bergerak pada kecepatan 1 m/s. Ini menunjukkan bahwa benda dengan kecepatan 10 m/s memerlukan jarak pengereman yang 100 kali lebih jauh daripada benda dengan kecepatan 1 m/s.

3.3 Sistem Pengereman ABS (Anti-Lock Brake System)

Sistem Pengereman ABS (*Anti-Lock Brake System*) adalah sebuah sistem pada kendaraan bermotor yang dirancang untuk mencegah terjadinya roda mengunci saat pengereman. Prinsip kerja ABS adalah dengan menggunakan *electronic unit*, *speed sensor*, dan *hydraulic valve* pada sirkuit rem. *Electronic unit* memonitor kecepatan roda saat pengereman, dan jika ada perbedaan kecepatan antara roda, sistem ABS akan melepaskan rem secara periodik (tekan-lepas) sebanyak 20 kali per detik. Hal ini memungkinkan roda tetap berputar dan mencegah terjadinya penguncian roda.



Gambar 3.3 Sistem Pengereman ABS / Anti-Lock Brake System

Manfaat dari sistem ABS adalah memungkinkan pengemudi untuk mempertahankan kontrol pengendalian kendaraan saat melakukan pengereman mendadak. Dengan adanya ABS, pengemudi dapat menginjak pedal rem secara penuh tanpa perlu khawatir roda akan terkunci dan kehilangan kendali. Sistem ini memungkinkan kendaraan untuk tetap stabil dan dapat dikendalikan selama pengereman, sehingga mengurangi risiko kecelakaan.

Selain itu, ABS juga memiliki manfaat dalam memperpendek jarak pengereman. Dengan mencegah roda mengunci, sistem ABS memungkinkan kendaraan untuk tetap bergerak dan mengurangi kecepatan secara efektif. Hal ini dapat mengurangi jarak pengereman yang diperlukan untuk menghentikan kendaraan, sehingga meningkatkan keselamatan dalam berkendara.

Dalam penerapannya, sistem ABS seringkali juga dikombinasikan dengan teknologi lain seperti *traction control*. *Traction control* bertujuan untuk mengurangi daya atau power yang diberikan pada roda agar tidak terjadi slip atau kehilangan traksi saat pengereman. Dengan demikian, sistem ABS bekerja secara efektif dalam mencegah roda mengunci selama pengereman dan memungkinkan pengemudi untuk tetap mengendalikan kendaraan dengan aman.

IV. INOVASI PRODUK TEKNOLOGI

4.1 Nama Produk



Gambar 4.1 Antilock Brake System & Auto Brake System for Motorcycle (Prototipe)
Antilock Brake System & Auto Brake System for Motorcycle (Prototipe).

4.2 Definisi Produk

Antilock Brake System (ABS) dan *Auto Brake System* untuk sepeda motor (prototipe) adalah sistem pengereman inovatif yang dirancang untuk meningkatkan keamanan berkendara. ABS mencegah roda terkunci selama pengereman, sementara *Auto Brake System* menyematkan fitur otomatis untuk respons pengereman yang lebih cepat. Prototipe ini menggabungkan teknologi canggih untuk meningkatkan pengendalian dan mengurangi risiko kecelakaan. Produk ini merupakan prototipe yang berfungsi sebagai media edukasi mengenai rem ABS dan konsep teknologi yang dibuat yaitu rem otomatis (*Auto Brake System*).

4.3 Cara Kerja Produk

1. Ketika tuas rem ditekan, Limit Switch akan berada dalam posisi ON.
2. Limit Switch yang berada dalam posisi ON akan dibaca oleh Arduino UNO, yang berperan sebagai Electronic Control Unit (ECU) Brake.
3. Arduino UNO sebagai ECU Brake akan mengirimkan sinyal kepada LED Hijau yang diidentifikasi sebagai kaliper pada sistem pengereman motor. LED Hijau akan menyala dan tidak berkelap-kelip, menunjukkan bahwa kaliper motor sedang aktif melakukan pengereman.
4. Untuk menjelaskan cara kerja *Auto Brake System*, misalnya ketika motor berada pada kecepatan tertentu, contohnya 60 km/h, dan terdapat objek yang berhenti 10 meter di depan (seperti mobil yang sedang berhenti). Pada kondisi tersebut, terdapat potensi tabrakan jika pengendara tidak mengambil tindakan yang tepat.
5. Sensor secara otomatis akan mengirimkan sinyal kepada Arduino (sebagai ECU Brake) apabila terdeteksi adanya objek di depan.
6. Arduino akan merespons dengan mengirimkan sinyal kepada LED Hijau untuk menyala tanpa berkelap-kelip. Ini menandakan bahwa kaliper sedang aktif melakukan pengereman secara otomatis untuk menghindari potensi tabrakan.

V. KESIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Gaya gesek adalah gaya yang berlawanan arah dengan gerak benda atau arah kecenderungan benda akan bergerak. Gaya gesek muncul ketika dua benda bersentuhan, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas. Penerapan gaya gesek pada rem dengan ban sangat penting dalam sistem pengereman kendaraan. Rem menggunakan gaya gesek untuk mengubah energi menjadi gaya yang membantu mengurangi kecepatan atau menghentikan benda. Dalam pengereman, gaya gesek harus dioptimalkan untuk memastikan efisiensi pengereman yang aman dan efektif.

5.2 Saran

5.2.1 Peningkatan Kinerja Sistem

Sistem ABS dan Auto Brake yang telah dikembangkan menunjukkan potensi yang besar dalam meningkatkan kinerja pengereman. Namun, untuk meningkatkan efisiensi dan respons sistem, kami merekomendasikan:

- Optimisasi Sensor, melakukan peningkatan pada sensor yang digunakan untuk memastikan deteksi yang lebih cepat dan akurat terhadap perubahan kondisi jalan.

- Pengembangan Algoritma Kontrol, mengkaji dan memperbarui algoritma kontrol untuk memastikan respon yang lebih adaptif terhadap situasi pengereman yang berbeda, termasuk kondisi darurat.

5.2.2 Uji Coba dan Validasi Lanjutan

Untuk memastikan keandalan dan keamanan sistem pengereman, kami merekomendasikan:

- Uji Ekstensif, melakukan uji coba lanjutan dalam berbagai kondisi lalu lintas dan cuaca untuk memvalidasi kinerja sistem secara menyeluruh.
- Uji Keamanan, melakukan uji keamanan lebih lanjut untuk memastikan sistem dapat memberikan respons yang aman dan efektif dalam situasi darurat.

5.3 Rekomendasi

5.3.1 Pengembangan Model Produksi

Untuk membawa prototipe ini ke tahap produksi massal, kami menyarankan:

- Optimisasi Desain Fisik, mengoptimalkan desain fisik komponen untuk memudahkan produksi dan mereduksi biaya pembuatan.
- Riset Material, melakukan riset lebih lanjut untuk memilih material yang efisien dan tahan lama untuk komponen kunci.

5.3.2 Pelibatan Pihak Ketiga

Kami merekomendasikan pelibatan pihak ketiga, seperti:

- Konsultasi Ahli Eksternal, melibatkan ahli industri pengereman untuk memberikan wawasan lebih lanjut dan perspektif kritis terhadap pengembangan produk.
- Kerja Sama dengan Produsen Kendaraan, menjalin kerja sama dengan produsen kendaraan untuk mengintegrasikan sistem secara langsung ke dalam desain kendaraan mereka.

5.3.3 Edukasi Pengguna dan Teknisi

Agar pengguna dan teknisi dapat memahami dan merawat sistem dengan baik, kami merekomendasikan:

- Pelatihan Pengguna, menyediakan pelatihan kepada pengguna akhir untuk memahami cara menggunakan sistem dengan benar dan memaksimalkan manfaatnya.
- Dokumentasi Teknis, menyusun dokumentasi teknis yang lengkap untuk membantu teknisi dalam pemeliharaan, pemecahan masalah, dan perbaikan.

REFERENSI

- [1] “Gambar 2021 Husqvarna TE 300 Standard di Indonesia- Lihat Gambar Interior dan Eksterior | Autofun,” *www.autofun.co.id*. <https://www.autofun.co.id/motor/husqvarna/te-300/standard/motor-eksterior-gambar-4> (accessed Nov. 26, 2023).
- [2] “Gaya gesek,” *Wikipedia*, May 22, 2022. https://id.wikipedia.org/wiki/Gaya_gesek
- [3] H. Maruza, “Mengurangi Roda Kehilangan Traksi dengan Rem.” <https://www.atsunday.com/2012/03/mengurangi-roda-kehilangan-traksi.html> (accessed Nov. 26, 2023).

- [4] I. C. Dewi, “indah chyntia dewi: PENERAPAN GAYA GESEKAN PADA REM DENGAN BAN,” *indah chyntia dewi*, 2012. <https://indahchyntiadewi.blogspot.com/2012/10/penerapan-gaya-gesekan-pada-rem-dengan.html> (accessed Nov. 26, 2023).
- [5] I. W. Hardiansyah, “PENERAPAN GAYA GESEK PADA KEHIDUPAN MANUSIA,” *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, vol. 10, no. 1, May 2021, doi: <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i1.44531>.
- [6] “Scribd,” *Scribd*. <https://id.scribd.com/embeds/539695176/content> (accessed Nov. 26, 2023).
- [7] Unknown, “Teknik Kendaraan Ringan B: SISTEM REM,” *Teknik Kendaraan Ringan B*, 2012. <https://tekaerbe.blogspot.com/2012/06/sistem-rem.html> (accessed Nov. 26, 2023).