



ANALISA KEGAGALAN SISTEM PENGGEREMAN PADA KAMPAS REM MOBIL TIPE SUV STUDI KASUS KENDARAAN 2500 CC

Kusdi Prijono^{1,2}, Natasya Nurul Umi Halimah¹, Muhammad Awwaluddin^{1,3}

¹*Department of Mechanical Engineering, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, 15417, Indonesia*

²*National Research and Innovation Agency, Tangsel 15314, Indonesia,*

³*Research Center for Structural Strength Technology, National Research and Innovation Agency, Tangsel 15314,
Indonesia.*

E-mail : dosen00656@unpam.ac.id, dosen00543@unpam.ac.id

Masuk : 26 Februari 2024

Direvisi : 18 Maret 2024

Disetujui : 2 April 2024

Abstrak: Analisa kegagalan sistem penggereman pada kampas rem mobil tipe SUV studi kasus kendaraan 2500 cc. Kegagalan sistem penggereman merupakan permasalahan serius pada sebuah kendaraan yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem penggereman maupun terjadinya kecelakaan sehingga perlu segera dicari penyebabnya. Oleh karena ini penelitian ini penting untuk dilakukan guna melakukan analisa terhadap kegagalan sistem penggereman mobil tipe SUV studi kendaraan 2500 cc. Metode yang digunakan adalah dengan menguji kekerasan serta uji visual menggunakan mikroskop optic pada permukaan kampas rem. Dari hasil uji kekerasan diperoleh nilai rata rata kekerasan kampas rem yang mengalami kegagalan sistem penggereman sebesar 11.69 HV, sedangkan yang tidak mengalami kegagalan adalah 7.35 HV. Dari uji visual, permukaan kampas rem yang mengalami kegagalan sistem penggereman lebih halus dibandingkan dengan kampas rem yang tidak mengalami kegagalan sistem penggereman.

Kata kunci: Kampas Rem, Analisa Kegagalan, Sistem Penggereman, Asbestos, Mobil tipe SUV

Abstract: analysis of braking system failure on SUV type car brakes vehicle case study 2500 cc. Failure of the braking system is a serious problem in a vehicle that must be handled immediately, this is because the brake pads can overheat due to continuous friction between the brake lining and drum or disc, so that the braking ability will be lost or not working properly and cause damage to the braking system or an accident. Therefore, this research is important to do in order to analyse the failure of the braking system of the SUV-type car in the 2500 cc vehicle case study. The method used is to test the hardness and visual test using an optical microscope on the surface of the brake lining. From the results of the hardness test, the average value of brake pad hardness that failed was 11.69 HV, while those that did not fail was 7.35 HV. From the visual test, the surface of the brake pads that have failed the braking system is smoother than the brake pads that have not failed of the braking system.

Keywords: Brake pads, Failure Analysis, Braking Systems, Asbestos, SUV type car

PENDAHULUAN

Berdasarkan analisis data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah kecelakaan kendaraan bermotor baik mobil maupun motor periode tahun 2014-2018 semakin meningkat hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 [1].

Tabel 1. Jumlah Kecelakaan periode tahun 2014-2018.

Tahun Kecelakaan	2014	2015	2016	2017	2018
Jumlah Kecelakaan	95,906	96,233	106,644	104,327	109,215
Korban Mati (Orang)	28,297	24,275	31,262	30,694	29,472
Luka Berat (Orang)	26,840	22,454	20,075	14,559	13,315
Luka Ringan (Orang)	109,741	107,743	120,532	121,575	130,571
Kerugian Materi (Juta Rupiah)	250,021	215,892	229,137	217,575	213,866

Jika dihitung rata-rata jumlah korban, maka setiap jam orang meninggal akibat kecelakaan di jalanan. Faktor penyebab terbesar kecelakaan lalulintas adalah 61% karena faktor manusia, 9% karena faktor kendaraan, 30% disebabkan oleh faktor prasarana dan lingkungan.

Penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia atau pengendara/ pengemudi kendaraan penyebabnya bisa karena kondisi fisik yang kurang fit, mengantuk, kondisi mental yang tidak stabil, melaju cepat, kurangnya ketrampilan dan pengetahuan dalam mengemudi, pengaruh buruk alkohol atau obat-obatan terlarang serta pengalihan perhatian.

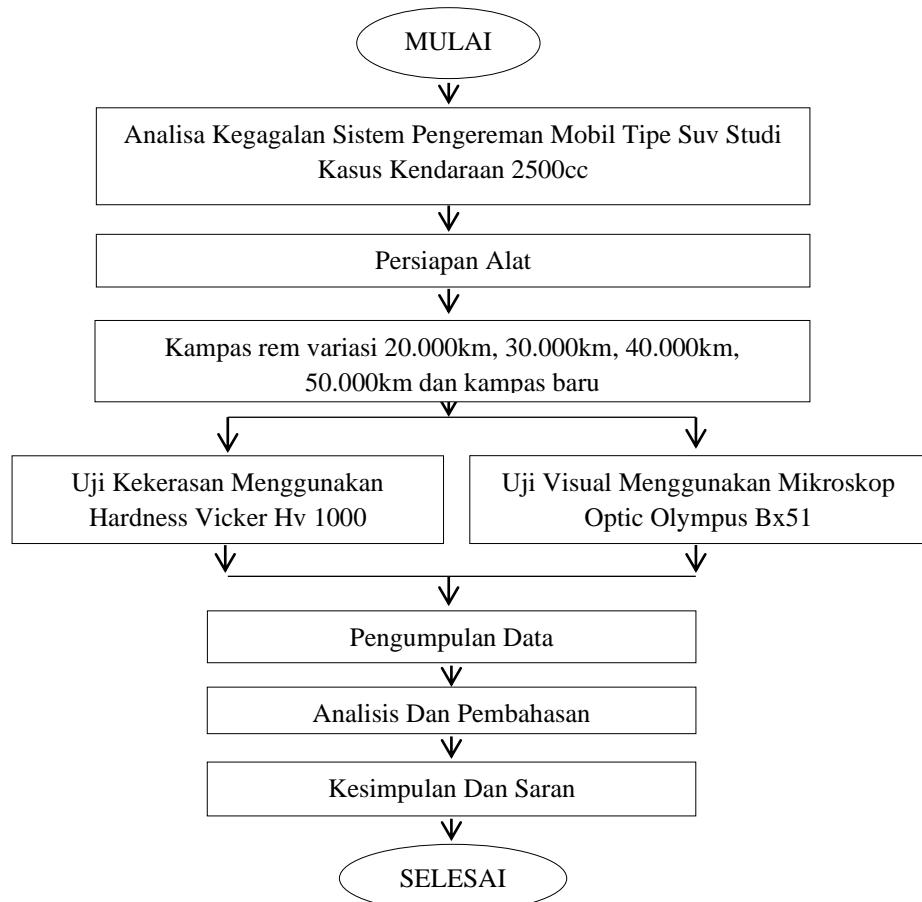
Penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh faktor kendaraan antara lain karena sistem pengereman yang tidak berfungsi dengan baik, kerusakan kemudi, mesin yang tidak berfungsi, dimodifikasi yang tidak sesuai dengan standart dan aturan keselamatan, umur kendaraan yang sudah tua, maupun perawatan kendaraan yang minim.

Penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh faktor prasarana dan lingkungan bisa disebabkan karena kondisi permukaan jalan yang tidak memenuhi syarat (berlubang, benjolan), fasilitas pejalan kaki yang tidak memadai, layout jalan yang tidak sesuai, pencahayaan yang kurang dan tidak memadai, dan lainnya^[2].

Berdasarkan beberapa penyebab kecelakaan lalulintas, kegagalan pada sistem pengereman merupakan hal terpenting untuk dilakukan penelitian, hal ini dikarenakan sistem pengereman merupakan sistem yang dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan laju kendaraan^[3-9]. Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai salah satu alat keselamatan serta menjamin keamanan dalam berkendara. Salah satu bagian terpenting dalam sistem pengereman adalah kampas rem. Kampas rem merupakan salah satu komponen pada kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan khususnya kendaraan darat dalam hal ini Mobil tipe SUV termasuk diidalamnya^[10-14]. Untuk mendapatkan pengereman yang maksimal maka dibutuhkan kampas rem dengan kemampuan pengereman sesuai SNI 09-0143-1987^[15,16].

Dengan analisis yang dilakukan diharapkan dapat diketahui penyebab terjadinya kegagalan sistem pengereman sehingga bisa dilakukan perbaikan produk untuk meningkatkan sistem keamanan dan keselamatan pada kendaraan. Melalui penelitian ini juga diharapkan dapat dievaluasi permukaan struktur kampas rem maupun sifat kekerasannya melalui pengujian struktur mikro dan uji kekerasan.

METODOLOGI



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Penelitian ini mengikuti diagram alir penelitian seperti terlihat pada Gambar 1. Pada pengujian kekerasan digunakan alat HV1000 untuk mengetahui tingkat kekerasan kampas rem. Selain itu juga dilakukan pengamatan morfologi permukaan kampas rem menggunakan microscop optic BX51 untuk mengetahui kondisi permukaan pada kampas rem yang mengalami kegagalan sistem pengereman dan tidak mengalami kegagalan sistem pengereman. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan pada kampas rem dengan variasi 20.000 km, 30.000 km, 40.000km, 50.000 km, dan kampas baru.

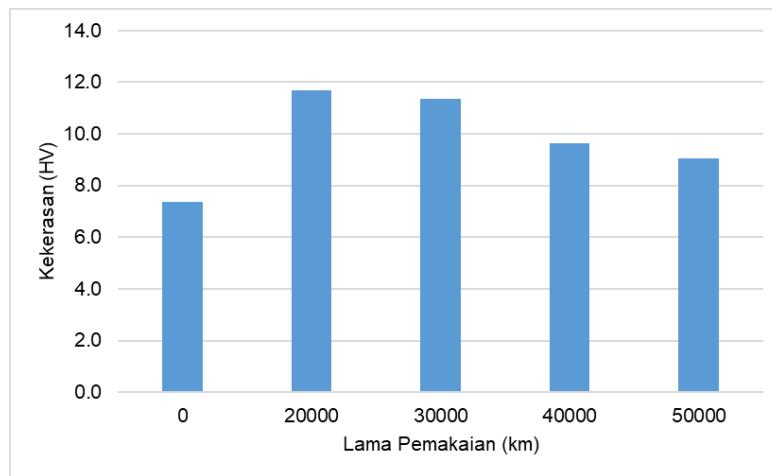
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kekerasan Kampas Rem

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Kampas Rem.

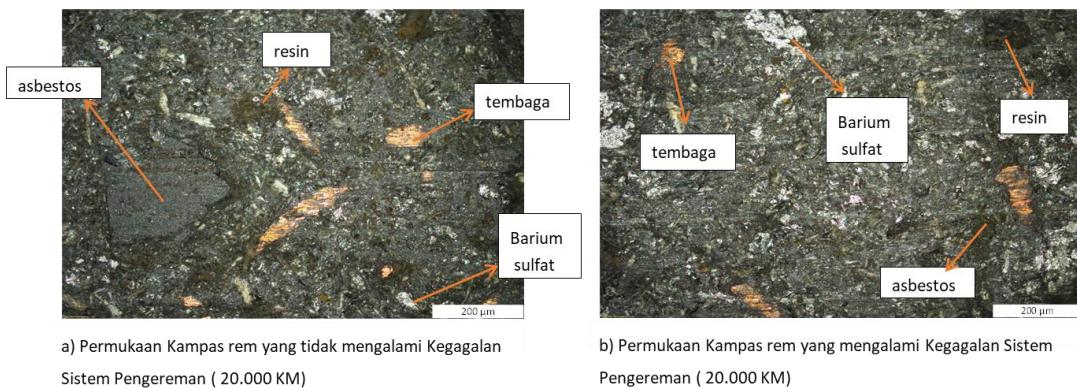
Sampel	Lama Pemakaian (km)	Hardness vickers (HV)	Std. Dev
1	0	7.3527	0.2262
2	20000	11.6966	0.1801
3	30000	11.3446	0.1831
4	40000	9.6449	0.1961
5	50000	9.0348	0.2033

Tabel 2. dan Gambar 2. Merupakan hasil pengujian pada kampas rem dengan 5 variasi pemakaian. Pada Tabel 2. Adalah hasil pengujian kekerasan pada kampas rem yang dilakukan penggantian pada kilometer sesuai lamanya pemakaian. Sebagai acuan kekerasan telah diuji kampas rem dengan 0 km atau sebelum pemakaian yang memiliki kekerasan 7.3527 HV. Pada kasus penggantian kampas rem pada pemakaian di 20000 km dan 30000 km, terjadi kenaikan nilai kekerasan yaitu sebesar 11.6966 HV dan 11.3446 HV. hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya padding atau pengerasan pada permukaan kampas rem akibat panas pada proses pengereman yang mengakibatkan kerusakan material pada kampas rem. Pada penggantian kampas rem di pemakaian 40000 km dan 50000 km memiliki kekerasan 9.6449 HV dan 9.0348 HV atau mengalami peningkatan kekerasan berkisar 2 HV dibandingkan dengan kampas rem sebelum pemakaian. Kenaikan 2 HV masih dianggap atau normal akibat pengaruh panas yang terjadi pada saat pengereman.



Gambar 2. Grafik Uji Kekerasan Pada Kampas Rem

3.2 Pengamatan Morfologi Permukaan Kampas Rem

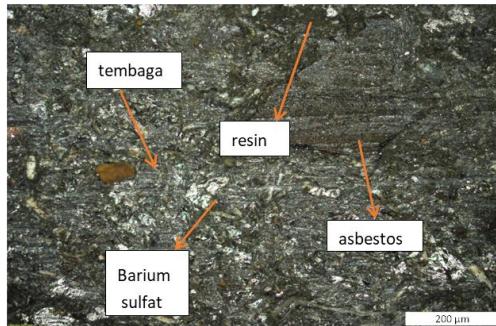


Gambar 3. Hasil pengamatan morfologi kampas rem dengan masa pemakaian 20000 km menggunakan microscop optik BX51.

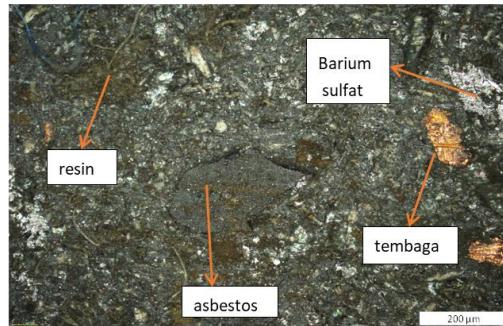
Pada Gambar 3.a. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 20000 km yang tidak mengalami padding. Permukaan kampas rem pada Gambar 3.a. terlihat lebih kasar dengan goresan yang merata, hal ini berarti keausan material terjadi secara sempurna. Pada Gambar 3.b. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 20.000 km yang mengalami padding. Hasil pengamatan terlihat dengan jelas bahwa pada kampas

rem mengalami keausan material yang tidak merata yang artinya terjadi kegagalan sistem pengereman. Permukaan kampas rem nampak halus akibat gesekan dengan permukaan disk. Goresan keausan permukaan kampas rem terlihat sangat sedikit, hal ini dikarenakan permukaan kampas rem mengalami kenaikan nilai kekerasan. Pada kasus ini kampas rem yang digunakan berbahan sama dan merek yang sama.

Pada Gambar 3.a dan 3.b. juga terlihat bahwa komposisi paduan kampas terdiri dari serpihan logam tembaga berwarna kuning keemasan, resin berwarna kecoklatan, asbestos berwarna abu-abu, barium sulfat berwarna agak keputihan, dan warna lain diperkirakan *friction additive*. Komposisi tersebut sangat mempengaruhi properties dari kampas rem tersebut.



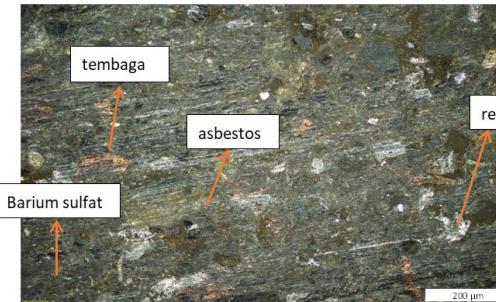
a) Permukaan Kampas rem yang tidak mengalami Kegagalan Sistem Pengereman (30.000 KM)



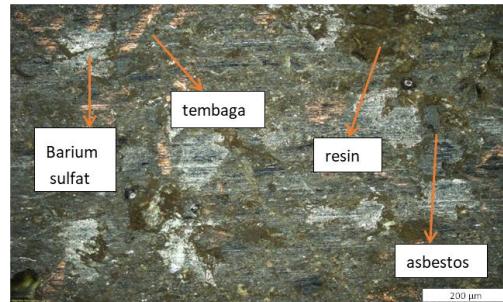
b) Permukaan Kampas rem yang mengalami Kegagalan Sistem Pengereman (30.000 KM)

Gambar 4. Hasil pengamatan morfologi kampas rem dengan masa pemakaian 30000 km menggunakan microscop optik BX51.

Pada Gambar 4.a. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 30000 km yang tidak mengalami padding. Permukaan kampas rem pada Gambar 4.a. terlihat lebih kasar dengan goresan yang merata, hal ini berarti keausan material terjadi secara sempurna. Pada Gambar 4.b. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 30.000 km yang mengalami padding. Hasil pengamatan terlihat dengan jelas bahwa pada kampas rem mengalami keausan material yang tidak merata yang artinya terjadi kegagalan sistem pengereman. Permukaan kampas rem nampak halus akibat gesekan dengan permukaan disk. Goresan keausan permukaan kampas rem terlihat sangat sedikit, hal ini dikarenakan permukaan kampas rem mengalami kenaikan nilai kekerasan. Pada Gambar 4.b terlihat material penyusun kampas rem lebih banyak tembaga dan butiran barium sulfat yang lebih besar.



a) Permukaan Kampas rem yang tidak mengalami Kegagalan Sistem Pengereman (40.000 KM)

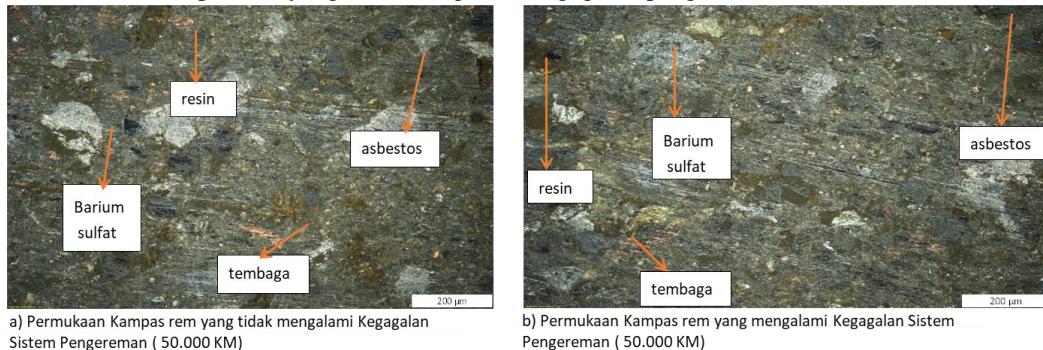


b) Permukaan Kampas rem yang mengalami Kegagalan Sistem Pengereman (40.000 KM)

Gambar 5. Hasil pengamatan morfologi kampas rem dengan masa pemakaian 40000 km menggunakan microscop optik BX51.

Pada Gambar 5.a. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 40000 km yang tidak mengalami padding. Permukaan kampas rem pada Gambar 5.a. terlihat lebih kasar dengan goresan yang merata, hal ini berarti keausan material terjadi secara sempurna. Pada Gambar 5.b. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 40.000 km yang mengalami padding. Hasil pengamatan terlihat dengan jelas bahwa pada kampas rem mengalami keausan material yang tidak merata yang artinya terjadi kegagalan sistem pengereman. Permukaan kampas rem nampak halus akibat gesekan dengan permukaan disk. Goresan keausan permukaan kampas rem terlihat

sangat sedikit, hal ini dikarenakan permukaan kampas rem mengalami kenaikan nilai kekerasan. Pada Gambar 5.b terlihat material penyusun kampas rem lebih banyak butiran tembaga yang lebih besar serta butiran barium sulfat yang lebih besar dari kampas rem yang tidak mengalami kegagalan pengereman.



Gambar 6. Hasil pengamatan morfologi kampas rem dengan masa pemakaian 50000 km menggunakan microscop optik BX51.

Pada Gambar 6.a. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 50000 km yang tidak mengalami padding. Permukaan kampas rem pada Gambar 6.a. terlihat lebih kasar dengan goresan yang merata, hal ini berarti keausan material terjadi secara sempurna. Pada Gambar 6.b. merupakan hasil optic pada kampas rem dengan pemakaian 50.000 km yang mengalami padding. Hasil pengamatan terlihat dengan jelas bahwa pada kampas rem mengalami keausan material yang tidak merata yang artinya terjadi kegagalan sistem pengereman. Permukaan kampas rem nampak halus akibat gesekan dengan permukaan disk. Goresan keausan permukaan kampas rem terlihat sangat sedikit, hal ini dikarenakan permukaan kampas rem mengalami kenaikan nilai kekerasan. Pada Gambar 6.b terlihat material penyusun kampas rem lebih banyak butiran tembaga yang lebih besar serta butiran barium sulfat yang lebih besar dari kampas rem yang tidak mengalami kegagalan pengereman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan dan morfologi permukaan menggunakan mikroskop optic pada permukaan kampas rem yang mengalami kegagalan sistem pengereman dan yang tidak mengalami kegagalan sistem pengereman dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terjadi kenaikan nilai kekerasan secara signifikan pada kampas rem dengan pemakaian 20000 km sebesar 11.69 HV dan pemakaian 30000 km sebesar 11.34 HV dibanding dengan kampas rem dengan pemakaian 40000 km sebesar 9.64 HV dan pemakaian 50000 km sebesar 9.03 HV.
2. Permukaan kampas rem yang mengalami kegagalan sistem pengereman terlihat lebih halus dibandingkan dengan permukaan kampas rem yang tidak mengalami kegagalan sistem pengereman seperti terlihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 6.
3. Butiran komposisi unsur barium sulfat pada kampas rem yang mengalami kegagalan sistem pengereman terlihat lebih besar dibandingkan dengan kampas rem yang tidak mengalami kegagalan sistem pengereman

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. “*Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian*”.
- [2] Kementerian Perhubungan (Kemenhub). 2019. “*Penyebab Kecelakaan Transportasi di Indonesia*”.
- [3] Abu Jabir Achmad Kumaini, A. J. A. K. (2019). *Analisa Perbedaan Laju Keausan Kampas Rem Depan Original Dengan Imitasi Pada Kendaraan Isuzu Panther Tbr 541*. Universitas Islam Majapahit Mojokerto.
- [4] Asri, A., & Darmanto, D. (2018). Analisa Keausan Kampas Rem Pada Disc Brake Dengan Variasi Material Kampas Rem. *Majalah Ilmiah Momentum*, 14(2).
- [5] Oka, A. A. (2018). *Analisa Studi Kasus Sistem Rem Mobil Hemat Energy Shell Eco Marathon Asia Emisia Borneo 01*.
- [6] Hafidz, D. (2016). Gaya Tekan Pad Rem Terhadap Disk Rotor Pada Kendaraan Mini Buggy. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur Unj*, 3(1), 29-34.
- [7] Setiyono, R. (2016). *Analisis Gaya Pengereman Pada Mobil Nasional Mini Truck*. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- [8] Mitsubishi. (2020). Manual Book Sistem Pengereman
- [9] Sukamto. (2016). Pengaruh Komposisi Struktur Bahan Pada Perambatan Panas Pada Kampas Rem Sepeda Motor. *Universitas Janabadra*.
- [10] Feist, J. (2016). Finite Element Modeling Of Brake Pad Materials Performance. *Rensselaer Polytechnic Institute Harford, Connecticut*.
- [11] Arif, S., Irawan, D., & Jainudin, M. (2019). Analisis Sifat Mekanis Perbandingan Campuran Komposit Serbuk Gergaji Kayu Jati Dengan Matrik Epoxy Untuk Material Kampas Rem Cakram. *Jurnal Technopreneur (Jtech)*, 7(2), 58-63.
- [12] Mubarrok, M. (2016). *Pengaruh Ukuran Serbuk Kuningan Terhadap Ketahanan Aus, Koefisien Gesek, Dan Kekerasan Kampas Rem*. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- [13] Supriyanto, S., & Waluyo, B. (2016). *Pengujian Performa Kampas Rem Non Asbes Variasi Calcium Carbonate Dengan Perekat Phenolic Resin*. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- [14] Prayoga, B. D., Purnomo, H., & Bisono, F. (2017). *Perancangan Dan Analisis Sistem Pengereman Hydraulic Pada Mobil Minimalis Roda Tiga*. Paper Presented At The Proceedings Conference On Design Manufacture Engineering And Its Application.
- [15] Upara, Nafsan., & Laksono, B.T. (2019). Analisis Komparasi Kualitas Produk kampas Rem Cakram Antara Original Dengan After Market. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Stengsesng Sawah Jagakarsa, Jakarta, Indonesiamobileupdate.Net. (2020). Rem Cakram Mobil Bagian Depan
- [16] Sumiyanto, Abdunnaser, Achmad Noor fajri (2019). Analisa Pengujian Gesek, Aus dan Lentur pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor. *Jurnal Bina Teknika*.