



## Pengujian Jarak Dan Waktu Pengereman Serta Laju Keausan Kampas Rem Berbahan Komposit Kulit Buah Mahoni Dan Serbuk Kayu Jati

Loisa Gelaro Sabil<sup>1</sup>, Aditya Wahyu Pratama<sup>\*</sup>, dan Azamataufiq Budiprasojo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

<sup>\*</sup> Korespondensi: [azamataufiq@polije.ac.id](mailto:azamataufiq@polije.ac.id)

Sitasi: Sabil, Loisa Gelaro; Pratama, Aditya Wahyu; Budiprasojo, Azamataufiq. (2024). Pengujian Jarak Dan Waktu Pengereman Serta Laju Keausan Kampas Rem Berbahan Komposit Kulit Buah Mahoni Dan Serbuk Kayu Jati. J-TETA: Jurnal Teknik Terapan, V(3) N(2), hlm. 42-47



Copyright: © 2024 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

**Abstract:** Brake pads are vital components in motorcycles that play a role in reducing speed and stopping the vehicle's momentum. When the vehicle is traveling at high speeds, brake pads bear a load of 90% compared to other components. This research focuses on creating composite brake pads using waste materials from teak wood powder and mahogany fruit skin mixed with polyurethane resin and aluminum powder. The V4 brake pad specimen has the shortest braking distance and time with a distance of 3.21 meters and a time of 0.42 seconds, closely approaching the comparison brake pad specimen with a distance of 2.94 meters and a time of 0.39 seconds. For the V4 brake pad specimen, side 2 has a wear rate of  $0.892 \times 10^{-6}$  grams/second.mm<sup>2</sup>, which is close to the comparison brake pad on side 2 with a wear rate of  $1.513 \times 10^{-6}$  grams/second.mm<sup>2</sup>, while the V2 brake pad specimen side 1 has a wear rate of  $0.853 \times 10^{-6}$  grams/second.mm<sup>2</sup>, which is similar to the comparison brake pad on side 1 with a wear rate of  $1.746 \times 10^{-6}$  grams/second.mm<sup>2</sup>. The differences in the test results of braking distance and time as well as wear rate can occur due to differences in the hardness levels of each brake pad specimen. Further testing on the hardness level of brake pad specimens is necessary.

**Keywords:** Brake pads, braking distance and time, wear rate, teak wood powder, mahogany fruit skin, Polyurethane.

**Abstrak:** Kampas rem adalah komponen vital pada sepeda motor yang berperan dalam mengurangi kecepatan dan menghentikan laju kendaraan. Saat kendaraan melaju di kecepatan tinggi, kampas rem memiliki fungsi beban sebesar 90% dari komponen lainnya. Adapun penelitian ini membuat kampas rem berbahan komposit dengan memanfaatkan limbah dari serbuk kayu jati dan kulit buah mahoni dengan campuran resin *polyurethane* dan serbuk aluminium. Spesimen kampas rem V4 memiliki jarak dan waktu pengereman tersingkat dengan jarak 3,21 meter dan waktu 0,42 detik dan mendekati spesimen kampas rem pembanding dengan jarak 2,94 meter dengan waktu 0,39 detik. Pada spesimen kampas rem V4 sisi 2 memiliki nilai laju keausan  $0,892 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup> yang mendekati kampas rem pembanding sisi 2 dengan nilai laju keausan  $1,513 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup> dan spesimen kampas rem V2 sisi 1 memiliki nilai laju keausan  $0,853 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup> yang mendekati kampas rem pembanding sisi 1 dengan nilai laju keausan  $1,746 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup>. Perbedaan hasil uji jarak dan waktu pengereman serta laju keausan ini dapat terjadi dikarenakan adanya perbedaan tingkat kekerasan tiap spesimen kampas rem. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai tingkat kekerasan spesimen kampas rem.

**Kata kunci:** Kampas rem, jarak dan waktu pengereman, laju keausan, serbuk kayu jati, kulit buah mahoni, *Polyurethane*.

### 1. Pendahuluan

Industri otomotif di Indonesia, terutama sepeda motor, berkembang pesat setiap tahun. Banyak pabrikan meluncurkan model terbaru, dan penjualan sepeda motor pada Januari 2023 mencapai 608.244 unit menurut AISI.

Seiring meningkatnya jumlah sepeda motor, kebutuhan suku cadang seperti kampas rem juga meningkat. Kampas rem, yang berperan penting dalam mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan, memikul beban hingga 90% saat kecepatan tinggi, sehingga keselamatan sangat bergantung padanya [1].

Terdapat dua jenis kampas rem di pasaran: kampas rem original (OEM) dan kampas rem aftermarket, dengan kualitas bahan kampas rem original lebih baik. Kampas rem umumnya terdiri dari bahan pengikat seperti resin *polyurethane*, *phenolic*, *epoxy*, *polyester*, *silicone*, dan *rubber*, bahan serat (serat buatan dan alami), dan bahan pengisi. Bahan pengikat berfungsi sebagai perekat, sedangkan serat meningkatkan koefisien gesek dan kekuatan mekanik [2]. Keausan pada kampas rem, yang disebabkan oleh gesekan, sering menjadi masalah dan dapat mengurangi kinerja pengereman, sehingga berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas.

Sebuah sistem rem yang efektif adalah sistem rem yang mampu mengunci atau menghentikan putaran semua roda secara simultan [3]. Untuk meningkatkan kemampuan kampas rem, modifikasi bahan gesek lebih mudah dilakukan dibandingkan memodifikasi seluruh sistem pengereman. Salah satu cara adalah menggunakan bahan komposit, yang terdiri dari gabungan bahan dengan karakteristik kimia dan fisik berbeda tetapi tetap terpisah dalam bentuk akhir [4]. Komposit adalah hasil penggabungan minimal dua material yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda, sehingga terbentuklah suatu material baru yang lebih superior dibandingkan dengan material asalnya [5]. Penggunaan komposit saat ini termasuk dalam inovasi pembuatan kampas rem, menggunakan bahan alami yang telah menjadi limbah, seperti serbuk kulit buah mahoni dan serbuk kayu jati.

Mahoni merupakan sebuah tanaman yang tumbuh liar di berbagai hutan jati, pinggir pantai, dan pinggiran jalan. Tanaman ini berasal dari daerah tropis di Hindia Barat dan sering digunakan sebagai pohon peneduh [6]. Pohon jati merupakan jenis pohon yang sangat diminati sebagai bahan konstruksi rumah, furnitur, dan berbagai produk lainnya. Keistimewaan pohon jati terletak pada sifatnya yang sangat kuat dan tahan lama, sehingga semakin tua usia pohon jati, semakin baik kualitasnya untuk dijadikan bahan konstruksi dan furnitur [7].

Kulit buah mahoni, yang memiliki tekstur kuat dan keras, termasuk dalam limbah perkebunan yang belum dimanfaatkan maksimal dan berpotensi sebagai bahan komposit [8]. Serbuk gergaji, dengan massa jenis sekitar 1,3-1,4 gr/cm<sup>3</sup>, juga dapat digunakan sebagai serat alami dalam komposit [9]. Bahan-bahan alami ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk teknologi ramah lingkungan, termasuk kampas rem komposit. Penulis bermaksud menguji jarak tempuh, durasi pengereman, dan laju keausan kampas rem komposit dengan kondisi awal kecepatan pengereman yang sama. Pengujian akan menggunakan empat variasi kampas rem pada kecepatan 60 km/jam, sesuai rata-rata kecepatan berkendara masyarakat Indonesia [10].

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain arang kulit buah mahoni, arang serbuk kayu jati, serbuk aluminium, resin tipe *Polyurethane*, kampas rem standar Honda, dudukan kampas rem bekas, dan lem besi. Bahan tersebut dicampur dan dicetak menggunakan press hidrolik berkekuatan 1000 psi selama 10 menit dan dilakukan sintering selama 30 menit pada suhu 100°C agar resin yang berfungsi sebagai pengikat dapat merata dan menyebar ke seluruh bagian spesimen.

Metode penelitian kali ini adalah metode eksperimen, yaitu eksperimen dengan membuat kampas rem berbahan komposit kulit buah mahoni dan serbuk kayu jati dengan jumlah 9 set spesimen. Tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kampas rem komposit dengan kampas rem pabrikan pada pengujian jarak dan waktu pengereman pada kecepatan 60 km/jam serta pengujian laju keausan dengan variasi putaran 500 rpm selama 2 menit.

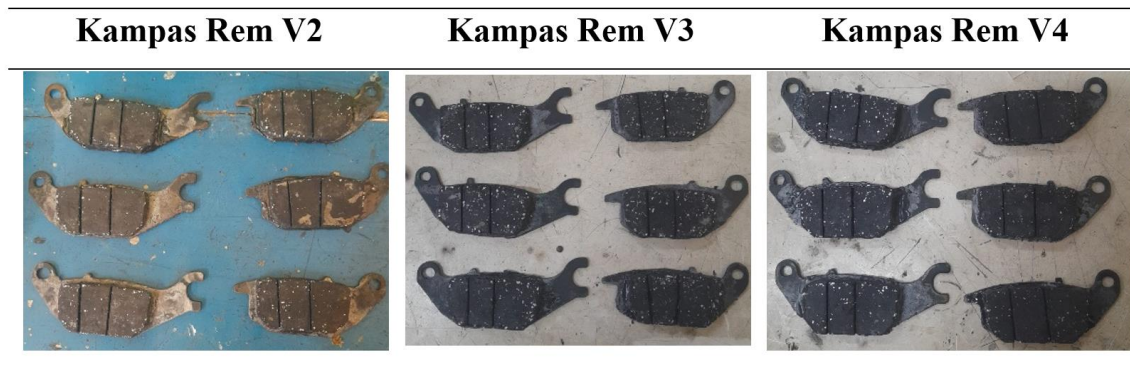
Untuk alasan keamanan pengujian jarak dan waktu pengereman dilakukan secara statis. Pengujian dilakukan langsung pada sepeda motor dengan standar tengah terangkat, dengan spesimen kampas rem komposit dipasang pada kaliper belakang. Kecepatan yang digunakan adalah 60 km/jam pada speedometer. Pengujian laju keausan juga dilakukan langsung pada sepeda motor dengan standar tengah terangkat. Kampas rem komposit dipasang pada kaliper belakang, kemudian putaran roda diatur pada 500 rpm selama 2 menit dengan pembebanan pada tuas pedal rem seberat 3 kg.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Terdapat tiga jenis spesimen kampas rem komposit yang dibuat. Spesimen V2 menggunakan bahan 5,56 gram arang serbuk kayu jati, 1,94 gram serbuk aluminium dan 11 gram resin polyurethane. Spesimen V3 menggunakan bahan 5,56 gram arang kulit buah mahoni, 1,94 gram serbuk aluminium dan 11 gram resin polyurethane. Spesimen V4

menggunakan bahan 2,78 gram arang serbuk kayu jati, 2,78 gram arang kulit buah mahoni 1,94 gram serbuk alumunium dan 11 gram resin polyurethane.

Campuran dari bahan-bahan yang digunakan tersebut kemudian di kompaksi menggunakan alat press hidrolik dengan beban 973,61 kg / 1000 psi selama 10 menit, kemudian dilakukan proses sintering dengan menggunakan suhu 100°C selama 30 menit. Data yang diambil dari penelitian ini yaitu jarak dan waktu pengereman serta laju keausan.



Gambar 1. Spesimen Kampas Rem Komposit

### 3.1. Hasil Pengujian Jarak Dan Waktu Pengereman

Sebelum dilakukan pengukuran jarak dan waktu pengereman, putaran roda saat mencapai kecepatan 60 km/jam diukur ulang menggunakan *tachometer laser*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa putaran roda tersebut adalah 500 rpm. Saat dikonversi ke kecepatan, ditemukan bahwa kecepatan asli putaran roda adalah 54,396 km/jam. Hal ini bisa terjadi dikarenakan speedometer kendaraan pada umumnya terdapat deviasi untuk keamanan berkendara. Perhitungan konversi putaran roda ke kecepatan dapat dilihat pada perhitungan berikut :

$$V = n \times \frac{2\pi r}{60} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

V = Kecepatan (m/s)

N = Jumlah putaran roda (RPM)

R = Radius roda (m)

Diketahui putaran roda sebesar 500 RPM dengan radius roda sebesar 0,2885 m. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan asli roda adalah 15,11 m/s atau 54,396 km/jam.

Dikarenakan pengujian dilakukan secara statis maka perhitungan jarak dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$V_t = V_0 + a.t$$

$$V_t^2 = V_0^2 + 2.a.s \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

s = Jarak tempuh (m)

V<sub>0</sub> = Kecepatan awal (m/s)

V<sub>t</sub> = Kecepatan akhir (m/s)

a = Perlambatan/percepatan (m/s<sup>2</sup>)

t = Waktu (detik)

Berikut merupakan data hasil pengujian jarak dan waktu pengereman kampas rem komposit yang dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3.** Hasil pengujian jarak dan waktu pengereman

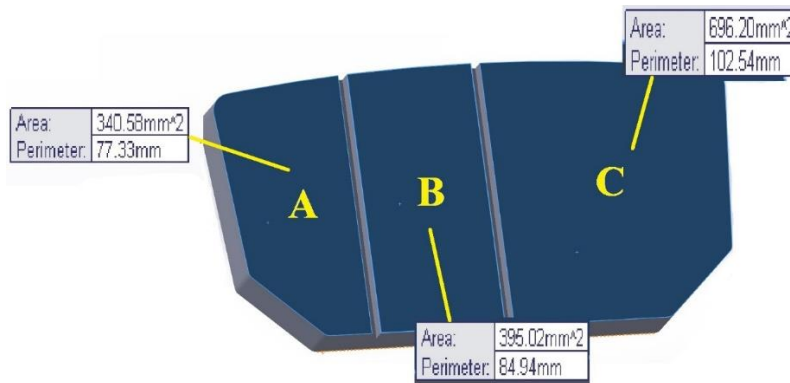
No.	Kombinasi	Jarak Pengereman (m)		Waktu Pengereman (detik)	
		Setiap Pengujian	Rata-rata	Setiap Pengujian	Rata-rata
1.	V1 (Standar Honda)	n <sub>1</sub> = 2,94	$\bar{n}$ = 2,94	t <sub>1</sub> = 0,39	$\bar{t}$ = 0,39
2.	V2	n <sub>1</sub> = 3,32 n <sub>2</sub> = 4,45 n <sub>3</sub> = 4,68	$\bar{n}$ = 4,15	t <sub>1</sub> = 0,44 t <sub>2</sub> = 0,59 t <sub>3</sub> = 0,62	$\bar{t}$ = 0,55
3.	V3	n <sub>1</sub> = 3,09 n <sub>2</sub> = 3,55 n <sub>3</sub> = 3,55	$\bar{n}$ = 3,39	t <sub>1</sub> = 0,41 t <sub>2</sub> = 0,47 t <sub>3</sub> = 0,47	$\bar{t}$ = 0,45
4.	V4	n <sub>1</sub> = 2,94 n <sub>2</sub> = 2,94 n <sub>3</sub> = 3,77	$\bar{n}$ = 3,21	t <sub>1</sub> = 0,39 t <sub>2</sub> = 0,39 t <sub>3</sub> = 0,5	$\bar{t}$ = 0,42

Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen V2 yang merupakan spesimen komposit serbuk kayu jati memiliki jarak pengereman terjauh dan waktu pengereman terlama dengan nilai rata-rata jarak 4,15 meter dan waktu 0,55 detik. Sedangkan spesimen V4 yang merupakan spesimen komposit serbuk kayu jati dan kulit buah mahoni memiliki jarak dan waktu pengereman terbaik dengan nilai rata-rata jarak 3,21 meter dengan waktu 0,42 detik. Spesimen V4 juga yang paling mendekati spesimen V1 yang merupakan kampas rem pembeding.

Perbedaan hasil jarak dan waktu pengereman ini dapat terjadi diduga karena perbedaan tingkat kekerasan di setiap spesimen kampas rem. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui tingkat kekerasan kampas rem.

3.2. Laju Keausan

Luas permukaan kampas rem menggunakan pendekatan pada aplikasi *solidworks 2013* yang dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.** Luas Permukaan Spesimen Kampas Rem Komposit

Keterangan :

Luas Permukaan kampas rem bidang A 340,58 mm<sup>2</sup>

Luas Permukaan kampas rem bidang B 395,02 mm<sup>2</sup>

Luas Permukaan kampas rem bidang C 696,20 mm<sup>2</sup>

Total luas permukaan :

$$A + B + C = 340,58 \text{ mm}^2 + 395,02 \text{ mm}^2 + 696,20 \text{ mm}^2 = 1431,8 \text{ mm}^2$$

Perhitungan laju keausan menggunakan rumus berikut :

$$N = \frac{(W_0 - W_1)}{A.t} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

$W_0$  = Berat awal kampas rem (gram)

$W_1$  = Berat akhir kampas rem setelah di uji (gram)

$N$  = Nilai laju keausan (gram/detik.mm<sup>2</sup>)

$T$  = Waktu pengausan (detik)

$A$  = Luas pengausan (mm<sup>2</sup>)

Berikut merupakan data hasil pengujian laju keausan kampas rem komposit

**Tabel 4.** Hasil pengujian laju keausan

No.	Kombinasi	Laju Keausan (gram/detik.mm <sup>2</sup> )			
		Sisi 1		Sisi 2	
		Setiap Pengujian	Rata-rata	Setiap Pengujian	Rata-rata
1.	V1 (Standar Honda)	$n_1 = 1,746 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 1,746 \times 10^{-6}$	$n_1 = 1,513 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 1,513 \times 10^{-6}$
2.	V2	$n_1 = 0,407 \times 10^{-6}$ $n_2 = 1,396 \times 10^{-6}$ $n_3 = 0,756 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 0,853 \times 10^{-6}$	$n_1 = 0,582 \times 10^{-6}$ $n_2 = 1,571 \times 10^{-6}$ $n_3 = 0,407 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 0,853 \times 10^{-6}$
3.	V3	$n_1 = 1,047 \times 10^{-6}$ $n_2 = 0,523 \times 10^{-6}$ $n_3 = 0,873 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 0,814 \times 10^{-6}$	$n_1 = 0,756 \times 10^{-6}$ $n_2 = 0,407 \times 10^{-6}$ $n_3 = 1,047 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 0,737 \times 10^{-6}$
4.	V4	$n_1 = 0,698 \times 10^{-6}$ $n_2 = 0,582 \times 10^{-6}$ $n_3 = 0,640 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 0,640 \times 10^{-6}$	$n_1 = 0,931 \times 10^{-6}$ $n_2 = 0,989 \times 10^{-6}$ $n_3 = 0,756 \times 10^{-6}$	$\bar{n} = 0,892 \times 10^{-6}$

Hasil pengujian menunjukkan laju keausan kampas rem V4 sisi 2 yang merupakan spesimen komposit dari serbuk kayu jati dan kulit buah mahoni memiliki rata-rata laju keausan tertinggi dengan nilai  $0,892 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup> dan mendekati hasil laju spesimen kampas rem V1 sisi 2 yang merupakan kampas rem standar dengan nilai  $1,513 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup>. Sedangkan kampas rem V2 sisi 1 yang merupakan spesimen komposit serbuk kayu jati memiliki rata-rata laju keausan tertinggi dengan nilai  $0,853 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup> dan mendekati hasil spesimen kampas rem V1 sisi 1 yang merupakan kampas rem standar dengan nilai  $1,746 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup>.

Perbedaan hasil laju keausan ini dapat terjadi diduga karena ada perbedaan tingkat kekerasan di setiap spesimen kampas rem. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui tingkat kekerasan kampas rem. Hasil uji laju keausan juga memiliki hubungan dengan hasil uji jarak dan waktu pengereman. Dimana kampas rem yang memiliki tingkat laju keausan tertinggi memiliki hasil jarak dan waktu pengereman terbaik.

Hasil pembuatan kampas rem komposit ini masih belum bisa melebihi kampas rem standar Honda. Kampas rem komposit pada penelitian ini hanya bisa mendekati hasil kampas rem standar Honda. Hal ini dapat terjadi dikarenakan proses pencampuran bahan dan pembuatan yang masih belum sempurna serta tidak sama dengan pembuatan kampas rem pabrikan. Hal ini juga yang menyebabkan perbedaan hasil antar kampas rem komposit.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil jarak dan waktu pengereman kampas rem komposit yang mendekati kampas rem standar (V1) diperoleh oleh kampas rem V4 dengan hasil rata-rata jarak pengereman sejauh 3,21 meter dengan rata-rata waktu pengereman 0,42 detik. Spesimen ini mendekati kampas rem V1 yang merupakan kampas rem pembanding dengan hasil jarak pengereman sejauh 2,94 meter dengan waktu pengereman 0,39 detik. Sedangkan untuk hasil laju keausan kampas rem komposit yang mendekati kampas rem standar (V1) diperoleh oleh kampas rem V2 di kedua sisinya dengan hasil pengujian  $0,853 \times 10^{-6}$  gram/detik.mm<sup>2</sup> dan kampas rem V4 pada sisi dua. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap karakteristik kampas rem, seperti uji kekerasan, serta uji kekasaran permukaan. Serta

perlu mempertimbangkan kembali variasi penekanan dan durasi terhadap kompaksi pembuatan kampas rem agar mendekati atau sama dengan kampas rem pabrikan.

### Referensi

- [1] Hrp, A. P. (2019). Analisis Keausan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Cangkang Kelapa Sawit. Skripsi Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [2] Suhardiman, S., & Syaputra, M. (2017). Analisa keausan kampas rem non asbes terbuat dari komposit polimer serbuk padi dan tempurung kelapa. Dalam jurnal Inovtek Polbeng, vol. 07, no. 2, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis, halaman 210-214.
- [3] Prameswari, D., & Yohanes, Y. (2019). Analisa Sistem Pengereman Pada Mobil Multiguna Pedesaan. Dalam Jurnal Teknik ITS, vol.8, no.1, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, halaman E67-E73.
- [4] Nayiroh, N. (2013). Teknologi material komposit. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- [5] Erlansyah, A. D. (2022). Rekayasa Material Komposit sebagai Bahan Dasar Alternatif Pembuatan Helm SNI. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Tidar.
- [6] Ahmad, A. R., Handayani, V., Syarif, R. A., Najib, A., & Hamidu, L. (2019). MAHONI (Swietenia mahagoni (L.) Jacq) Herbal Untuk Penyakit Diabetes (hal. 6). Makassar: CV. Nas Media Pustaka.
- [7] Kosjoko, K. (2021). Serbuk Kayu Jati (Tectona Grandis LF) sebagai Bahan Penguat Komposit Brake Pad Sepeda Motor Bermatriks Epoxy. Dalam Jurnal J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin, vol.6, no. 1, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember halaman 16-19.
- [8] Zakaria, M. (2018). Analisis Kampas Rem Komposit dari Karbon Kulit Buah Mahoni dan Abu Layang (Fly Ash) Batubara serta Sifat-Sifat Fisikanya. Skripsi. Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang.
- [9] Arif, S., Eko, R., & Rahmad, H. (2021, September). Penelitian Pendahuluan Laju Keausan Efektif Material Komposit Gergaji Kayu Jati Dengan Matriks Epoxy Untuk Aplikasi Kampas Rem Cakram. Dalam jurnal Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN) Vol. 7, No. 1, 3 Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.
- [10] Setyawan, J. W. (2022). Pengujian Jarak Pengereman Pada Sepeda Motor Matic 155 Cc Dengan Variasi Bentuk Piringan Cakram Dan Kampas Rem. Skripsi. Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember.