

ANALISA PERFORMANSI, STABILITAS, DAN SLIP PADA KAMPAS REM TROMOL BERBAHAN KOMPOSIT CPA (CANDLENUT PINEAPPLE ALUMINIUM) DALAM KONDISI BASAH DENGAN METODE PENGUJIAN JALAN MENGGUNAKAN SEPEDA MOTOR 110 CC

Ardiansa Nasution^{1*}, Ikhwanisyah isranuri², Riza Ahmad Yassin³

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Jalan Dr. T. Mansyur No. 9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222, Indonesia

*Email: ardiansanasution13@gmail.com

ABSTRAK

Kampas rem saat ini sangat diperlukan seiring banyaknya permintaan akan kendaraan. Cangkang kemiri dan daun nanas merupakan limbah yang kurang dimanfaatkan yang diharapkan mampu sebagai sumber bahan baku yang ekonomis dalam pembuatan kampas rem komposit CPA (*Candlenut Pineapple Aluminium*). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai performansi, stabilitas dan slip yang terjadi pada kampas rem dalam kondisi basah (perendaman selama 40 menit) ketika digunakan pada saat pengereman serta membandingkan suhu, jarak, dan waktu pengereman pada kondisi basah dan kering. Metode penelitian menggunakan uji jalan pada sepeda motor 110 cc dengan 5 variasi beban yaitu 4,5 kg, 5 kg, 5,5 kg, 6 kg, dan 6,5 kg. Hasil nilai performansi 0,0022 kg m²/s² untuk torsi, waktu pengereman 3,55 s, daya pengereman 50,05 watt dan kenaikan suhu tromol 10,63 °C, merupakan nilai performansi terbesar yang terjadi pada pembebanan 6,5 Kg. nilai stabilitas adalah (-0.0056) simpangan X₁ pada percepatan 0,273 m/s² untuk pembebanan 4,5 kg. Nilai slip adalah 0,89 pada pembebanan 4,5 kg, 0,86 pada pembebanan 5 kg, 0,85 pada pembebanan 5,5 kg, 0,82 pada pembebanan 6 kg, 0,72 pada pembebanan 6,5 kg. Jarak, waktu dan suhu pengereman berbanding lurus dengan penambahan beban

Kata kunci : AHM, CPA, Komposit, Rem, Tromol

ABSTRACT

Brake pads are currently indispensable due to the large demand for vehicles. Candlenut shells and pineapple leaves are underutilized waste that is expected to be able to be an economical source of raw materials in the manufacture of CPA composite brake pads (Candlenut Pineapple Aluminum). The purpose of this study was to find out the performance value, stability and slip that occurs in brake pads in wet conditions (deepening for 40 minutes) when used during braking and comparing temperature, distance, and braking time in wet and dry conditions. The research method uses road tests on 110 cc motorcycles with 5 load variations namely 4.5 kg, 5 kg, 5.5 kg, 6 kg, and 6.5 kg. The performance value of 0.0022 kg m² /s² for torque, braking time of 3.55 s, braking power of 50.05 watts and increase in tromol temperature of 10.63 °C, is the largest performance value that occurs at the loading of 6.5 Kg. The stability value is (-0.0056) the deviation of X₁ at an acceleration of 0.273 m/s² for loading 4.5 kg. The slip value is 0.89 at 4.5 kg loading, 0.86 at 5 kg loading, 0.85 at 5.5 kg loading, 0.82 at 6 kg loading, 0.72 at 6.5 kg loading. Distance, time and braking temperature are directly proportional to the addition of load.

Keywords : AHM, CPA, Composite, Brake, Tromol

PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor yang digunakan sebagai mendisipasi energi gerak kendaraan sehingga kendaraan mengalami perlambatan. Adapun prinsip kerja pada rem ini adalah adanya gesekan antara piringan dengan kampas rem pada saat kedua komponen rem ini berkontak. Sehingga dengan adanya gesekan tersebut, energi kinetik yang berasal dari kendaraan diubah menjadi panas dan bunyi pada saat rem beroperasi ^[1].

Adapun faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas diantaranya yaitu faktor yang diakibatkan oleh sistem rem kendaraan yang tidak berfungsi dengan baik. Sistem rem yang tidak berfungsi sebagaimana

mestinya disebabkan oleh adanya keausan terhadap cakram dan kamvas rem akibat dari terjadinya gesekan. Kondisi jalan yang tidak layak, minimnya kesadaran dalam berkendara yang baik, penggunaan rem dengan beban yang besar serta perawatan kendaraan yang kurang merupakan beberapa faktor yang mengakibatkan tidak berfungsinya rem secara baik [2].

Sepeda motor menggunakan jenis rem drum (tromol) pada roda belakang, dan menggunakan rem cakram (disc) pada roda depan. Karena begitu pentingnya fungsi rem terhadap kendaraan tersebut maka perlu adanya analisa besaran gaya yang terjadi pada rem – rem drum pada roda belakang. Analisa tersebut dilakukan dengan melakukan pengujian jalan dengan menggunakan variasi beban yang diberikan pada rem tromol. Dari pengujian jalan tersebut maka didapatkan perubahan suhu, lama waktu berhenti, serta jarak bagi setiap beban yang diberikan. Adapun beban yang kami gunakan untuk variasi bebannya yaitu dimulai dari 4.5 kg, 5 kg, 5.5 kg, 6 kg, serta 6 kg.

Supriadi (2009) melakukan penelitian lanjutan mengenai eksperimental kinerja kampas rem tromol sepeda motor berbahan komposit (poliuretan ,aluminium, serat daun nenas, dan cangkang kemiri) dengan komposisi 70 : 30. [3]

Nurul ikhwan (2018) telah melakukan penelitian yang bersifat eksperimental untuk mengetahui sifat fisik dan juga mekanik dengan mencari komposisi terbaik kampas rem berbahan komposit (cangkang kemiri , aluminium, serat daun nanas, isosianat dan polierutan). Didapatkan nilai densitas, nilai kekerasan, tegangan tarik dan possion ratio. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai komposisi terbaik yaitu 70:30, komposisi itulah yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan kampas rem komposit. [4]

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan kajian mengenai pengaruh kampas rem basah terhadap gaya gesek yang terjadi pada rem tromol dan membandingkannya dengan kampas rem kering.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Noise and Vibration Magister Teknik Mesin USU. Objek simulasi yaitu kampas rem tromol roda belakang sepeda motor revo 110 cc dan pengujian jalan dilakukan di jalan Tridharma pintu 4 USU.

Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan pengereman kampas rem Komposit dan AHM dalam kondisi basah yang dilakukan dengan pengujian jalan

Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui performansi yang terjadi pada tromol pada saat kampas rem basah komposit digunakan.
2. Untuk mengetahui stabilitas kampas rem basah komposit pada saat dilakukan pengereman.
3. Untuk mengetahui slip yang terjadi pada kampas rem basah ketika digunakan
4. Membandingkan Jarak, suhu dan waktu pengereman pada kampas rem kondisi basah dan kering.

Bagian ini berisi tentang latar belakang, tujuan ataupun perumusan masalah. (TNR, 10 pt)

TEORI

Performansi (*Performance*) Kampas Rem

Performa pada kampas rem ditunjukkan seberapa efektifnya kampas rem bekerja pada saat proses pengereman berlangsung. Performa yang baik didukung pula oleh kualitas kampas rem yang baik pula seperti material kampas rem yang digunakan, tingkat keausan yang terjadi dan juga kondisi jalan serta kondisi (performa) sepeda motor yang dipakai. Performa kampas rem sangat menentukan tingkat keselamatan seseorang dalam berkendara. Performa kampas rem yang baik akan meminimalisasi tingkat kecelakaan yang terjadi di jalan raya.

Performansi kampas rem berkaitan dengan jarak henti kendaraan, waktu henti kendaraan pada saat dilakukan pengereman , suhu tromol pada saat pengereman , serta daya pengereman.. Parameter atau indikator performansi adalah sebagai berikut

- a) Torsi
- b) Waktu pengereman
- c) Daya pengereman
- d) Kenaikan temperatur [5].

Torsi

$$M_c = \tau \cdot \alpha = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \frac{a}{r_{roda}} \tag{1}$$

Daya pengereman

$$F(s) = P \times A \times s \tag{2(a)}$$

$$N_{Brake} = \frac{F(s)}{Waktu Pengereman} \tag{2(b)}$$

Stabilitas (stability)

Stabilitas kampas rem adalah keseimbangan yang terjadi pada kampas rem pada saat dilakukan pengereman, hal ini berkaitan dengan *Undamped Vibration* dan *Damped Vibration*. Namun disini penulis menguraikan perhitungan stabilitas kampas rem dengan menggunakan *Undamped Vibration*. *Undamped Vibration* menggunakan persamaan diferensial MDOF (*multi degree of freedom*) dimana menggunakan matriks kekakuan dan matriks massa dalam perhitungannya.

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{X}_1 \\ \ddot{X}_2 \\ \ddot{X}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_1 + K_2 & -K_2 & 0 \\ -K_2 & K_2 + K_3 & -K_3 \\ 0 & -K_3 & K_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \tag{3}$$

$m_1 = m_2 = m_3 =$ massa kampas rem (gram)

$\ddot{X}_1 = \ddot{X}_2 = \ddot{X}_3 =$ Percepatan (radian/s²)

$K_1 = K_2 = K_3 =$ Kekakuan material kampas rem (Nm/gr)

$X_1 = X_2 = X_3 =$ Simpangan yang terjadi [6]

Slip

Slip pada kampas rem biasanya terjadi akibat seringnya menekan tuas rem secara terus-menerus yang mengakibatkan material kopling menjadi keras sehingga membuat kampas rem tidak berfungsi secara baik dan menimbulkan bunyi berdecit

Slip didefinisikan sebagai perbedaan spesifik dari kecepatan rotasi roda dan kecepatan bergerak titik kontak di tanah.

$$S_{wheel} = \frac{v_{contact\ point} - r_{wheel} \omega_{wheel}}{v_{contact\ point}} \tag{2.9}$$

$v_{contact\ point} =$ Permukaan ban dengan tanah

$S_{wheel} =$ Jarak antara dua roda [7]

Hasil Pengujian Kampas Rem AHM Kering dan CPA Kering

Berikut ini adalah hasil uji jalan yang dilakukan pada kampas rem AHM (Astra Honda Motor), yang dilakukan pada enam variasi beban yaitu 4,5 Kg, 5 Kg, 5,5 Kg, 6 Kg, dan 6,5 Kg.

Tabel 2.1 Hasil Uji Jalan Pada Kampas Rem AHM Kering dan CPA Kering

No	Beban (kg)	AHM Kering			Komposit Kering		
		Jarak (m)	Kenaikan Suhu(C ⁰)	Waktu (s)	Jarak (m)	Kenaikan Suhu (C ⁰)	Waktu (s)
1	4,5	44,84	3,1	12,42	18,56	9,9	4.75
2	5	39,60	3,5	10,81	15,63	10,24	4.16
3	5,5	37,45	3,8	9,93	14,60	10,43	3.89
4	6	34,31	4,86	9,27	13,68	10,73	3.68
5	6,5	29,87	5,1	8,17	12,95	11,13	3,57

Data tersebut diatas merupakan data yang diambil dari pengujian jalan menggunakan kampas rem AHM dalam kondisi kering dan Candlenut Pineapple Aluminium dalam kondisi kering [8]

METODOLOGI PENELITIAN

Kampas rem kondisi basah dengan perendaman selama 40 menit pada setiap pasang kampas rem dengan tujuan untuk menganalisa performansi, stabilitas, dan slip ketika digunakan pada saat pengereman Dengan komposisi kampas rem CPA sebagai berikut

Tabel 3.1 Komposisi spesimen berdasarkan persentasi massa

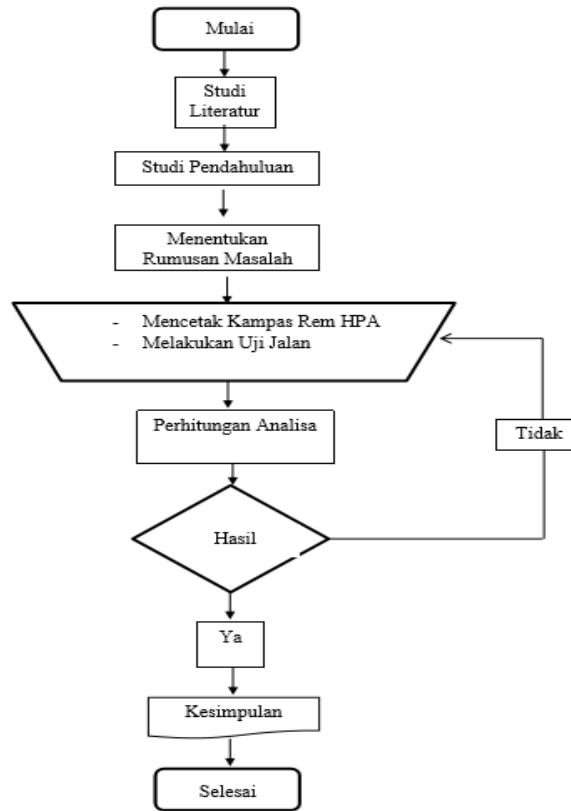
<i>Filler/ Reinforcement (70%)</i>			Pengikat/ Matriks (30%)	
Cangkang kemiri (89%)	Alumunium (10%)	Serat Daun Nana (1%)	Poliol (66,67%)	Isosianat (33,33%)
18,69(g)	2,1 (g)	0,21(g)	6 (g)	3 (g)



Gambar 3.1 Kampas Rem selama 40 menit



Gambar 3.2 Beban yang Digunakan Uji Jalan



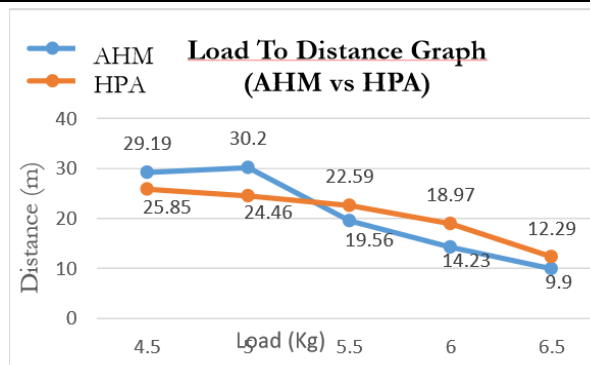
Gambar 3.3 Alur Penelitian

HASIL

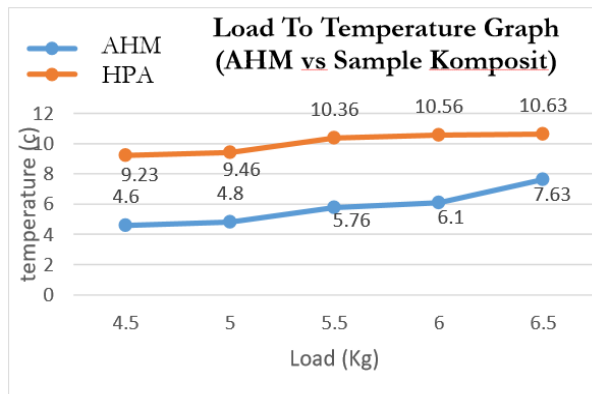
Pengujian jalan dilakukan pada kampas rem AHM (Astra Honda Motor) dan kampas rem CPA (Candlenut Pineapple Aluminium) untuk membandingkan kemampuan pengereman antara kampas rem yang diteliti dan yang sudah pabrikan.

Tabel 4.1 Nilai Rata- Rata Pengujian Jalan AHM dan Komposit

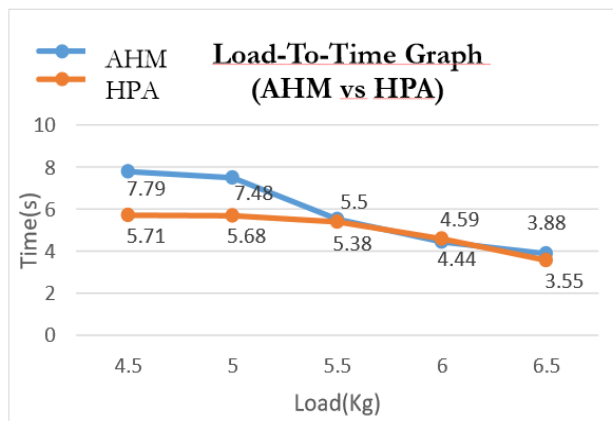
No	Beban	AHM			Komposit		
		Jarak	Suhu	Waktu	Jarak	Suhu	Waktu
1	4.5	29.19	4.6	7.79	25.85	9.23	5.71
2	5	30.20	4.8	7.48	24.46	9.46	5.68
3	5.5	19.56	5.76	5.5	22.59	10.36	5.38
4	6	14.23	6.1	4.44	18.97	10.56	4.59
5	6.5	9.9	7.63	3.88	12.29	10.63	3.55



Grafik 1. Grafik Beban Terhadap Jarak Pengereman



Grafik 2. Grafik Beban Terhadap Kenaikan Suhu



Grafik 3. Grafik Beban Terhadap Waktu Pengereman

Performansi

Performansi kampas rem berkaitan dengan jarak henti kendaraan, waktu henti kendaraan pada saat dilakukan pengereman , suhu tromol pada saat pengereman , serta daya pengereman

Torsi

$$Mc = \tau \cdot \alpha = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \frac{a}{r_{roda}} \tag{1}$$

Daya pengereman

$$F(s) = P \times A \times s \tag{2(a)}$$

$$N_{Brake} = \frac{F(s)}{Waktu\ Pengereman} \tag{2(b)}$$

Maka didapatkan hasil model performansi kampas rem tromol komposit HPA Kondisi Basah sebagai berikut:

Table 3.2. Model Performansi

Beban (kg)	Torsi (kgm ² /s ²)	Waktu Pengereman (s)	Daya Pengereman (Watt)	Suhu Awal Tromol (C ⁰)	Kenaikan Suhu Rata-Rata Tromol (C ⁰)	Suhu Akhir Rata-Rata Tromol (C ⁰)
4.5	4.6	7.79	9.23	4.5	9.23	13.83
5	4.8	7.48	9.46	5	9.46	14.46
5.5	5.76	5.5	10.36	5.5	10.36	15.86
6	6.1	4.59	10.56	6	10.56	16.56
6.5	7.63	3.88	10.63	6.5	10.63	17.13

4,5	0,00053	5,71	15,44	30,1	9,23	39,33
5	0,00067	5,68	18,65	30,1	9,46	39,56
5,5	0,00079	5,38	21,1	30,1	10,36	40,46
6	0,00112	4,59	29,71	30,1	10,56	40,66
6,5	0,0022	3,55	50,05	30,1	10,63	40,73

Stabilitas

Stabilitas kampas rem adalah keseimbangan yang terjadi pada kampas rem pada saat dilakukan pengereman.

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{X}_1 \\ \ddot{X}_2 \\ \ddot{X}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_1 + K_2 & -K_2 & 0 \\ -K_2 & K_2 + K_3 & -K_3 \\ 0 & -K_3 & K_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \quad (3a)$$

$$K = \sqrt{\frac{E_1}{\rho_1}} \quad (3b)$$

Sehingga didapatkan nilai stabilitas sebagai berikut

Tabel 4.3 Nilai Percepatan dan Simpangan

Kg	Percepatan (a= \ddot{X})	Simpangan (X)	Kecepatan sudut (ω)
4,5	0,273 rad/s ²	-0.005627875	1,560
5	0,358 rad/s ²	-0.009916553	2,035
5,5	0,408 rad/s ²	-0.012271529	2,201

Slip

Slip didefinisikan sebagai perbedaan spesifik dari kecepatan putaran roda dan kecepatan bergerak dari titik kontak di tanah:

$$S_{wheel} = \frac{v_{contact\ point\ p} - (r_{wheel} \omega_{Wheel})}{v_{contact\ point}} \quad (4)$$

V contact Point = Permukaan ban dengan tanah

Sehingga didapatkan nilai slip yang terjadi pada kampas rem adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Nilai Slip Pada Masing-masing Beban

BEBAN (Kg)	SLIP
4,5	0,89
5	0,86
5,5	0,85
6	0,82
6,5	0,72

Perbandingan Kampas Rem Kondisi Basah dan Kondisi Kering

Berikut ini tabel perbandingan kampas rem AHM dalam kondisi basah dan kering dan kampas rem CPA dalam kondisi kering dan basah.

Tabel 4.5 Perbandingan Kampas Rem AHM Kering dan AHM Basah

No	AHM Kering	AHM Basah
----	------------	-----------

	Beban (kg)	Jarak (m)	Kenaikan Suhu(C ⁰)	Waktu (s)	Jarak (m)	Kenaikan (C ⁰)	Suhu	Waktu (s)
1	4,5	44,84	3,1	12,42	29.19	4.6		7.79
2	5	39,60	3,5	10,81	30.20	4.8		7.48
3	5,5	37,45	3,8	9,93	19.56	5.76		5.5
4	6	34,31	4,86	9,27	14.23	6.1		4.44
5	6,5	29,87	5,1	8,17	9.9	7.63		3.88
6	7,642	-	-	-	0	11,124		2,278
7	9,86	0	6,7	0,78	-	-		-

Tabel 4.6 Perbandingan Kampas Rem Komposit Kering dan Komposit Basah

No	Beban	Komposit Kering			Komposit Basah		
		Jarak	Suhu	Waktu	Jarak	Suhu	Waktu
1	4.5	18,56	9,9	4.75	25.85	9.23	5.71
2	5	15,63	10,24	4.16	24.46	9.46	5.68
3	5.5	14,60	10,43	3.89	22.59	10.36	5.38
4	6	13,68	10,73	3.68	18.97	10.56	4.59
5	6.5	12,95	11,13	3,57	12.29	10.63	3.55
6	7,407	-	-	-	0	10,756	1,664
7	15,13	0	18,02	0,415	-	-	-

KESIMPULAN

1. nilai parameter performansi yang memiliki nilai terbesar adalah pada beban 6,5 kg dengan nilai torsi sebesar 0,0022 kg m²/s², waktu pengereman 3,55 s, daya pengereman 50,05 watt, dan kenaikan suhu tromol sebesar 10,63 °C. Sedangkan untuk nilai parameter performansi terkecil pada pembebanan 4,5 kg dengan nilai torsi sebesar 0,00053 kg m²/s², waktu pengereman 5,71 s, daya pengereman 15,44 watt, dan kenaikan suhu tromol sebesar 9,23 °C.
2. nilai stabilitas adalah (-0.0056) simpangan X₁ pada percepatan 0,273 m/s² untuk pembebanan 4,5 kg, (-0.0099) simpangan X₂ pada percepatan 0,358 m/s² untuk pembebanan 5 kg, (-0.0122) simpangan X₃ pada percepatan 0,408 m/s² untuk pembebanan 5,5 kg.
3. Nilai slip adalah 0,87 pada pembebanan 4,5 kg, 0,86 pada pembebanan 5 kg, 0,85 pada pembebanan 5,5 kg, 0,82 pada pembebanan 6 kg, 0,72 pada pembebanan 6,5 kg Nilai slip terkecil terjadi pada beban 6,5 Kg yaitu sebesar 0,72 dan nilai slip terkecil terjadi pada beban 4,5 Kg yaitu sebesar 0,89.
4. Jarak, waktu dan suhu pada saat proses pengereman menggunakan kampas rem AHM (kondisi basah dan kering) dan Komposit CPA (kondisi basah dan kering) sama – sama berbanding lurus dengan beban, dimana semakin besar beban yang diberikan maka suhu pengereman semakin tinggi, jarak pengereman semakin pendek, dan waktu pengereman semakin singkat. Kampas rem AHM kondisi basah jarak pengeremannya lebih pendek sehingga lebih pakem dibanding AHM kondisi kering pada pembebanan 4,5 kg, 5kg, 5,5 kg, 6 kg, dan 6,5 kg. Kampas rem komposit CPA kondisi kering jarak pengeremannya lebih pendek sehingga lebih pakem dibanding komposit CPA kondisi basah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada para dosen dan staf Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara yang telah melancarkan proses dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Meifal Rusli Dkk, “ Analisis Getaran Dan Suara Pada Rem Cakram Saat Beroperasi” *Seminar*

Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTM) ke-9, Universitas Andalas, 2010.

- [2] Hardianto,I , “ Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner”, *Jurnal Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra Surabaya*, 2008.
- [3] Supriadi, “Kajian Eksperimental Kinerja Kampas Rem Tromol (Brake Shoe) Sepeda Motor Bahan Komposit Cangkang Kemiri, Aluminium, Serat Daun Nanas Dan Poliuretan Dengan Komposisi 70:30 %” , Tesis, Universitas Sumatera utara, Medan, 2018.
- [4] Ikhwan Siregar , Nurul. “ Studi Eksperimental Sifat Mekanis Material Komposit Yang Digunakan Sebagai Material Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Cangkang Kemiri, Serat Daun Nanas, Aluminium, Dengan Matriks Poliuretan”, Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan,2018.
- [5] Budynas, G, Ricahrd dan J Keith Nisbett.,*Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition*. New York : McGraw Hill, 2011.
- [6] Wahyu Kuningsih, Tri, Derajat Kebebasan, Diambil Dari <https://triwahyukuningsih.wordpress.com/2011/05/16/derajat-kebebasan-degree-of-freedom-dof/> (18 Februari 2021)
- [7] Frank, Peter. “SLIP CONTROL AT SMALL SLIP VALUES FOR ROAD VEHICLE BRAKE SYSTEMS ”. Journal, Department of Applied Mechanics Technical, University of Budapest, Hungary, Dec. 8,1999.
- [8] Ahmad Yassin, Riza. “ Analisa Performansi, Stabilitas, dan Slip Pada Kampas Rem Tromol Berbahan Komposit CPA Dalam Kondisi Kering Dengan Metode Pengujian Jalan Menggunakan Sepeda Motor Honda Revo 110 cc, ”, Skripsi, Universitas Sumatera Utara,Medan, 2021.