

PENDEKATAN MULTI- PARAMETER UNTUK PENENTUAN KOMPOSISI OPTIMAL KOMPOSIT KAMPAS REM BERBASIS KELAPA MENGACU PADA SAE J661

by Mastuki, Achmad Nova Syahru Romadlon, Achmad Ramdhani Dwi P

Submission date: 07-Jan-2026 11:48AM (UTC+0700)

Submission ID: 2853468297

File name: Jurnal_Artkel_Tugas_no_refrence_05-01-2026.pdf (606.41K)

Word count: 2633

Character count: 14274



MEKANIKA - JURNAL TEKNIK MESIN

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 9 No. 2 (2023)

ISSN: 2460-3384 (p); 2686-3693 (e)

**PENDEKATAN MULTI-PARAMETER UNTUK PENENTUAN
KOMPOSISI OPTIMAL KOMPOSIT KAMPAS REM BERBASIS KELAPA
MENGACU PADA SAE J661**

**Mastuki, Achmad Nova Syahru Romadlon,
Achmad Ramdhani Dwi Putra,**

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: aliaziz@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan komponen otomotif yang ramah lingkungan dan berbiaya rendah mendorong pengembangan material alternatif, salah satunya kampas rem berbasis biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kampas rem alternatif berbahan dasar serabut kelapa dan serbuk tempurung kelapa sebagai penguat dan filler dalam matriks resin polyester, dengan metode gravity molding. Sepuluh variasi fraksi berat digunakan. Setiap spesimen diuji untuk mengetahui densitas, kekerasan (Rockwell C), dan keausan spesifik (metode Ogoshi). Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan komposisi optimum yang memenuhi standar teknis SAE J661, sekaligus meningkatkan pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan komposit berkelanjutan. Penelitian ini berkontribusi pada inovasi material kampas rem yang lebih aman bagi lingkungan dan mendukung pemberdayaan sumber daya lokal. Densitas tertinggi senilai 0,986 gram/cm³ pada serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 12,5 gram. Dari nilai densitas tersebut diambil 5 spesimen terbaik untuk diuji kekerasan, yaitu serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram, serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 12,5 gram, serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 5 gram, serbuk tempurung 5 gram 10 gram, serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 12,5 gram. Nilai kekerasan tertinggi pada titik 1 untuk tempurung 5 gram, kelapa 10 gram yaitu 62,5 HRC. Dari nilai kekerasan diambil dua material dengan kekerasan tertinggi yaitu pada serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram, dan serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 10 gram untuk diuji keausan. Laju keausan terendah pada serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram senilai 0,159 gram/mm. Spesimen inilah yang diperoleh nilai pengujian yang terbaik dari tiga pengujian yang telah dilakukan. Sehingga spesimen dengan komposisi 2,5 gram serbuk tempurung dan 5 gram serabut kelapa dengan matriks 250 gram yang dapat dipergunakan sebagai pengganti bahan kampas rem berdasarkan pengujian densitas, kekerasan, dan keausan.

Kata kunci: kampas rem, serabut kelapa, serbuk tempurung kelapa, komposit, keausan, kekerasan, densitas.

A. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat industri otomotif di Indonesia mendorong permintaan akan komponen kendaraan berkinerja tinggi sekaligus ramah lingkungan termasuk kampas rem. Kampas rem penting karena mengubah energi kinetik kendaraan menjadi panas melalui gesekan untuk memperlambat atau menghentikan laju. Selama ini, sebagian besar kampas rem menggunakan material berbasis logam atau bahkan asbes. Meskipun efektif secara teknis, penggunaan asbes berisiko bagi kesehatan (karena sifat karsinogeniknya) dan material logam berat berpotensi mencemari lingkungan melalui limbah industri dan emisi partikulat. (Binyamin, 2019).

Sebagai alternatif, limbah pertanian seperti serabut kelapa dan serbuk tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai “reinforcement” dalam material komposit kampas rem. Serabut kelapa memiliki kandungan lignoselulosa tinggi, sehingga kuat, ringan, dan tahan terhadap pembusukan; sementara serbuk tempurung kelapa relatif keras dan tahan aus cocok untuk aplikasi gesekan seperti kampas rem. Penelitian menunjukkan komposit dengan serat alami dapat meningkatkan kekerasan dan koefisien gesek pad, meskipun penggunaan fraksi volume (proporsi serat) harus dioptimalkan: fraksi terlalu tinggi bisa menaikkan laju keausan, sedangkan fraksi optimal dapat meningkatkan ketahanan aus dan performa keseluruhan.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan kampas rem alternatif berbasis limbah kelapa serta mengevaluasi bagaimana variasi fraksi volume mempengaruhi kekerasan dan keausan dengan harapan menghasilkan kampas rem yang ramah lingkungan, aman bagi kesehatan, dan tetap memiliki performa mekanik kompetitif.

Dalam pembuatan kampas rem, dua karakteristik utama yang harus diseimbangkan adalah kekerasan dan tingkat keausan. Kekerasan perlu diuji agar tidak merusak rotor, tetapi jika terlalu cepat aus akan meningkatkan biaya. Oleh karena itu, pengujian kedua sifat ini sangat penting untuk mencapai kinerja yang optimal. Selain itu, analisis struktur mikro juga dilakukan untuk memahami dan menyesuaikan komposisi bahan agar hasilnya lebih baik. Untuk menjamin standar teknis dan keamanan, nilai-nilai sifat mekanik bahan, seperti kekerasan dan keausan harus mendekati nilai standar yang ditetapkan. (Gatot Soebiyakto, 2020)

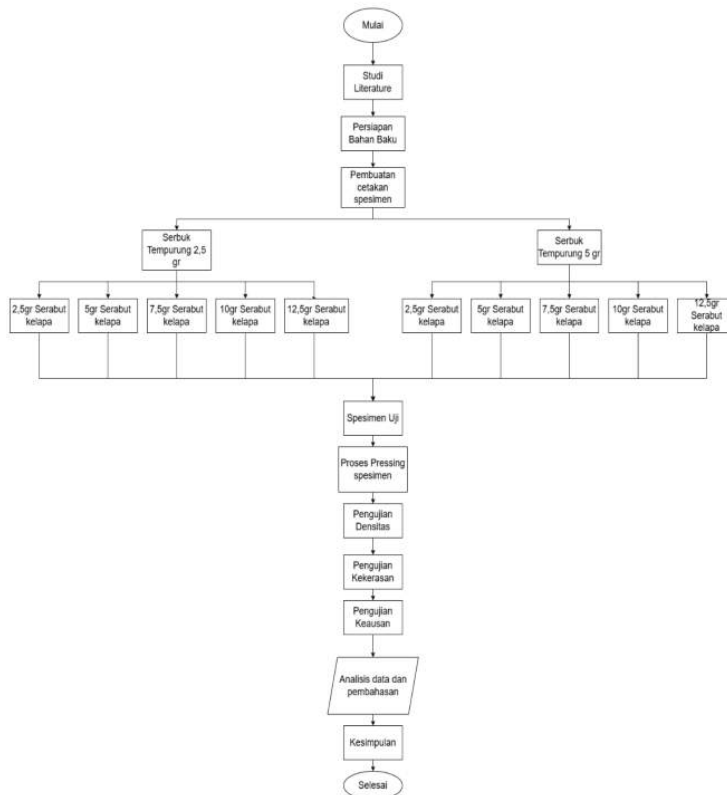
Menurut (Mulia, 2023), kampas rem komposit harus memenuhi persyaratan teknis yang telah ditetapkan dalam standar SAE J661 :

NO	STANDART	NILAI
1	Kekerasan (Rockwell R)	68 - 105
2	Ketahanan Panas	250°C.- 360°C
3	Keausan	$(5 \times 10^{-4}$ hingga 5×10^{-3} mm ² /kg).
4	Koefisien Gesekan	0,14 - 0,27
5	Massa Jenis (Densitas)	1,5 - 2,4 (gr/cm ³)

6	Kemampuan menghantarkan panas (konduktivitas termal)	0,12 - 0,8 W.m. ^{°K}
7	Kekuatan geser	1300 - 3500 N/cm ²
8	Kekuatan patah (fracture strength)	480 - 1500 N/cm ²

Tabel 1. Standar SAE J661

B. PROSEDUR EKSPERIMEN



Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Proses dimulai dengan pembuatan biokomposit menggunakan metode *Gravity Molding*, dibantu alat press hidrolik. Komposisi bahan yang digunakan terdiri dari serat kelapa, serbuk tempurung kelapa, resin poliester, dan katalis, dengan variasi Massa. Komposit yang dihasilkan dirancang untuk digunakan sebagai kampas rem cakram pada sepeda motor. Selanjutnya, spesimen akan diuji untuk mengetahui tingkat densitas, keausan dan nilai kekerasannya. Hasil pengujian tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.

Proses Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen yaitu dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan seperti serbuk tempurung, serabut kelapa, dan resin polyester. Lalu penentuan fraksi massa tiap variasi yang digunakan setelah itu tuang pada cetakan berbahan kaca dan proses Pressing dengan tekanan 10 Psi menggunakan alat press hidrolik. Setelah spesimen jadi, lakukan finishing dengan *Grinding* dan pemotongan spesimen sesuai dimensi Standart Uji.

Proses Pengujian

Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian densitas, kekerasan Shore D, dan Keausan. Uji Densitas dilakukan untuk mengetahui densitas spesimen yang paling mendekati standart SAE J661. Setelah dilakukan uji densitas yakni dilakukan pengujian kekerasan Shore D untuk mengetahui tingkat kekerasan spesimen yang mana akan dipilih 2 spesimen untuk uji keausan. Sedangkan pengujian keausan untuk mengetahui laju keausan spesimen.

Pengujian Densitas

Massa jenis (kepadatan) digunakan untuk membedakan berbagai jenis zat. Meskipun massa dan volumenya berbeda, setiap zat akan selalu memiliki nilai massa jenis yang sama. Perbedaan kepadatan antar bahan disebabkan oleh komponen penyusunnya, yang sering meninggalkan rongga atau celah di antara partikel atau serbuk penyusun (Pertiwi et al., 2019). Densitas adalah pengukuran kepadatan dari material atau perbandingan antar massa (m) pada volume (V), secara matematis dapat dirumuskan:

Nilai densitas perlu mengetahui nilai volume spesimen dengan cara ;

$$V = \frac{W_B}{D}$$

Keterangan :

V = volume spesimen (mm^3)

W_B = berat sampel basah (gram)

D = densitas air (g/mm^3)

Maka nilai densitas diketahui dengan ;

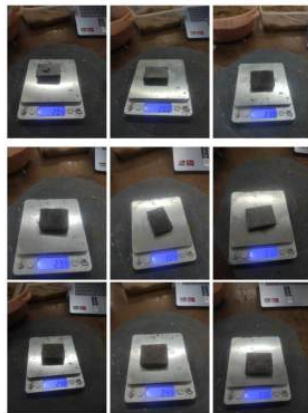
$$D_S = \frac{W_K}{V}$$

Keterangan :

D_S = densitas spesimen (g/mm^3)

W_K = berat sampel kering (gram)

V = volume spesimen (mm^3).

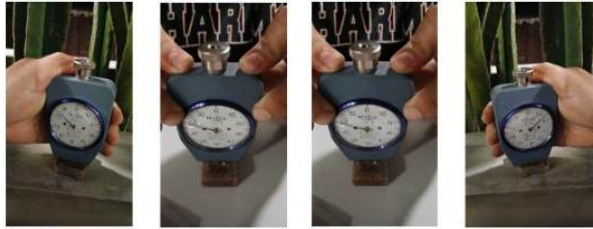


Gambar 1. Pengujian Densitas

Pengujian Kekerasan

Melakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode pengujian Shore D. Pengujian kekerasan

Adapun prosedur pengujian nya yaitu dengan Posisikan durometer secara tegak lurus (90°) terhadap permukaan spesimen, lalu tekan alat secara stabil dan tanpa guncangan hingga bagian alasnya menempel sempurna pada material. Tahan posisi tersebut selama satu detik, kemudian segera baca dan catat nilai kekerasan yang muncul pada skala Shore D sebagai data mentah pengujian. Lakukan pengulangan prosedur di beberapa titik pengukuran yang berbeda untuk memastikan konsistensi hasil. Setelah seluruh data terkumpul, hitung nilai rata-rata dari semua titik uji tersebut untuk mendapatkan nilai akhir kekerasan material yang akurat dan representatif.



Gambar 2. pengujian Kekerasan

Pengujian Keausan

Melakukan pengujian keausan untuk mengetahui laju keausan spesimen. Spesimen yang akan diuji adalah spesimen yang memiliki densitas dan nilai kekuatan yang paling mendekati dengan standar SAE J661, pengujian keausan akan dilakukan di lab UNIVERSITAS MERDEKA MALANG.



Gambar 3. Pengujian Keausan

Menghitung laju keausan menggunakan rumus :

$$Ws = \frac{W}{V \times t}$$

Dengan :

W_s = Keausan spesifik (mm^2/kg atau $\text{mm}^3/\text{kg.m}$)

W = berat yang hilang (gram)

V = kecepatan linear (m/menit)

T = waktu (menit)

Kemudian analisis hasil dengan menghitung nilai laju keausan dari beberapa pengujian serta identifikasi mekanisme keausannya.

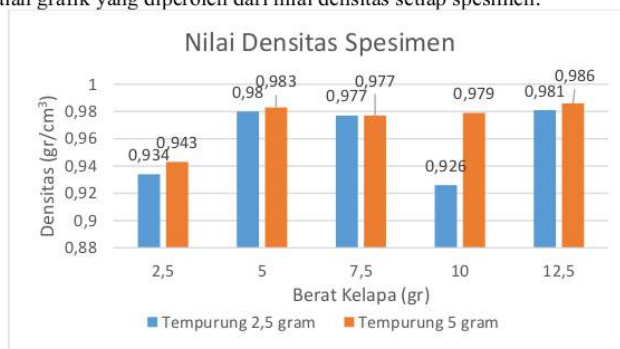
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Densitas

Berikut merupakan data yang diperoleh dari pengujian densitas :

Serbuk Tempurung	Serabut Kelapa	Matriks	W_K (gr)	W_B (gr)	V (cm ³)	D_S (g/cm ³)
2,5	2,5	250	19,6	20,9	20,96	0,934
	5		22,6	22,9	22,96	0,983
	7,5		23	25	25,07	0,917
	10		23,6	25,4	25,47	0,926
	12,5		24,4	24,8	24,87	0,981
5	2,5		21,2	22,4	22,46	0,943
	5		23,4	23,8	23,78	0,98
	7,5		20	20,4	20,46	0,977
	10		22,4	22,8	22,86	0,979
	12,5		27,3	27,6	27,68	0,986

Tabel 2. Data hasil pengujian densitas
Berikut adalah grafik yang diperoleh dari nilai densitas setiap spesimen.



Grafik 1. Grafik Pengujian Densitas

Dari grafik tersebut diperoleh densitas tertinggi senilai 0,986 gram/cm³ pada serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 12,5 gram. Pada serbuk tempurung 2,5 gram nilai densitasnya cenderung tidak stabil meningkat menurun pada setiap penambahan berat serabut kelapa. Sedangkan pada serbuk tempurung 5 gram densitasnya cenderung meningkat seiring bertambahnya berat serabut kelapa. Berdasarkan nilai densitas spesimen tersebut, maka dipilih lima spesimen dengan nilai densitas tertinggi untuk dilanjutkan ke pengujian kekerasan. Berikut adalah material yang akan diuji kekerasan.

Serbuk Tempurung	Serabut Kelapa	Matriks	D_S (g/cm ³)
2,5 gr	5 gr	250 gr	0,983
	12,5 gr		0,981
5 gr	5 gr		0,98
	10 gr		0,979
	12,5 gr		0,986

Tabel 3. Spesimen yang akan diuji kekerasan

Hasil Uji Kekerasan

Berikut merupakan data yang diperoleh dari pengujian kekerasan Shore-D

Serbuk Tempurung	Serabut Kelapa	Matriks	Titik	Shore-D
2,5 gr	5 gr	250	1	84
	12,5 gr		2	78
			1	85
	5 gr		5 gr	2
1				85
10 gr			2	79
			1	86
12,5 gr	12,5 gr		2	80
		1	82	
			2	75

Tabel 4. Data hasil pengujian kekerasan Shore D

Karena pada pengujian diketahui nilai kekuatan berdasarkan pengujian Shore-D. maka perlu dilakukan konversi ke kekerasan Rockwell dengan menggunakan tabel berikut ini

(HRC)	Brinell hardness (HB) 10mm ball load 3000gf		Rockwell hardness *3			Rockwell superficial hardness: diamond conical indenter			(HDI)	
	Rockwell C scale hardness	Vickers hardness	(HRA) A scale load 60kgf diamond conical indenter	(HRB) B scale load 100kgf diamond conical indenter 1.6mm (1/16in) ball	(HRD) D scale load 100kgf diamond conical indenter	15 °N scale load 15kgf	30 °N scale load 30kgf	45 °N scale load 45kgf		
66	940	-	-	83.6	-	76.0	63.2	68.6	75.4	67
67	900	-	-	83.0	-	76.1	62.9	68.6	74.2	65
68	865	-	-	82.5	-	75.4	62.9	68.6	73.2	62
69	832	-	(798)	81.9	-	74.5	62.2	68.0	72.0	61
64	800	-	(722)	83.4	-	73.8	61.8	61.1	71.0	58
63	772	-	(705)	82.8	-	73.0	61.4	60.1	69.9	57
62	748	-	(680)	82.3	-	72.2	61.1	59.3	68.8	55
61	720	-	(670)	81.8	-	71.5	60.7	58.6	67.7	53
60	697	-	(654)	81.2	-	70.7	60.2	57.5	66.6	51
59	674	-	(634)	80.7	-	69.9	59.8	56.6	65.5	50
58	653	-	615	80.1	-	69.2	59.3	55.7	64.3	48
57	633	-	595	79.6	-	68.5	58.9	54.8	63.2	46
56	613	-	577	79.0	-	67.7	58.3	53.9	62.0	45

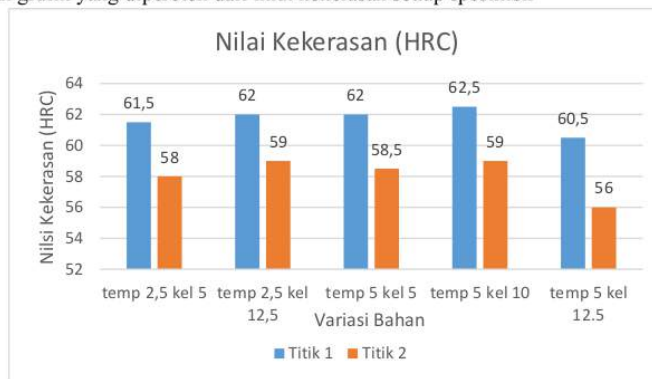
Gambar 4. Tabel konversi uji kekerasan

Dari hasil perhitungan tersebut maka diperoleh nilai kekerasan Rockwell sebagai berikut :

Serbuk Tempurung	Serabut Kelapa	Matriks	Titik	Shore-D	HRC
2,5 gr	5 gr	250	1	84	61.5
			2	78	58
12,5 gr	1		85	62	
	2		80	59	
5 gr	5 gr		1	85	62
			2	79	58.5
10 gr	10 gr		1	86	62.5
			2	80	59
12,5 gr	12,5 gr		1	82	60.5
			2	75	56

Tabel 5. Hasil konversi kekerasan Shore D ke HRC

Berikut adalah grafik yang diperoleh dari nilai kekerasan setiap spesimen



Grafik 2. Nilai kekerasan

Berdasarkan grafik tersebut, nilai kekerasan pada titik satu dan dua cenderung meningkat ketika pertambahan berat serabut kelapa, namun terjadi penurunan drastis pada berat serabut kelapa 5 gram. Nilai kekerasan tertinggi pada titik 1 untuk tempurung 5 gram, kelapa 10 gram yaitu 62,5 HRC. Dan yang kedua dengan nilai 62 HRC, pada tempurung 2,5 gram kelapa 12,5 gram dan pada tempurung 5 gram kelapa 5 gram. Namun titik 2 tertinggi pada tempurung 2,5 gram kelapa 12,5 gram dengan nilai 59 HRC. Maka dua spesimen terbaik diambil untuk pengujian porositas. Dua spesimen tersebut adalah sebagai berikut

Serbuk Tempurung	Serabut Kelapa	Matriks	Titik	HRC
2,5 gram	5 gram	250 gram	1	62
			2	59
5 gram	10 gram		1	62.5
			2	59

Tabel 6. Spesimen yang digunakan pengujian keausan

Hasil Uji Keausan

Berikut merupakan data yang diperoleh dari pengujian keausan

Spesifikasi	Spesimen A	Spesimen B
Serbuk Tempurung	2,5 gram	5 gram

Serabut Kelapa	5 gram	10 gram
Matriks	250 gram	250 gram
Beban (P)	8 kg	8 kg
Waktu (t)	2 menit	2 menit
Berat Awal (W_0)	17,246 gram	17,053 gram
Berat Akhir (W_A)	17,221 gram	16,975 gram
Berat Hilang (W)	0,025 gram	0,078 gram
Kecepatan Linier (V)	78,5 m/menit	78,5 m/menit
Jarak Luncur (l)	157 m	157 m
Laju Keausan (W_s)	$1,99 \times 10^{-5} \text{ gram/kg.m}$	$6,21 \times 10^{-5} \text{ gram/kg.m}$

Tabel 7. Hasil perhitungan laju keausan



Grafik 3. Nilai keausan spesimen.

Dari nilai tersebut, laju keausan terendah pada serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram senilai 0,159 gram/mm. Spesimen ini lah yang diperoleh nilai pengujian yang terbaik dari tiga pengujian yang telah dilakukan.

D. PEMBAHASAN

Hasil Uji Material Komposit Kampas Rem

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan material komposit berbahan serabut tempurung kelapa dan serbuk kelapa dengan matriks resin (250 gram) untuk menggantikan bahan kampas rem. Total ada 10 variasi spesimen yang diuji dengan variasi fraksi berat penguat.

- Pengujian Densitas (metode penyerapan air). Densitas tertinggi senilai 0,986 gram/cm³ pada serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 12,5 gram. Pada serbuk tempurung 2,5 gram nilai densitasnya cenderung tidak stabil meningkat menurun pada setiap penambahan berat serabut kelapa. Sedangkan pada serbuk tempurung 5 gram densitasnya cenderung meningkat seiring bertambahnya berat serabut kelapa
- Nilai kekerasan pada titik satu dan dua cenderung meningkat ketika penambahan berat serabut kelapa, namun terjadi penurunan drastis pada berat serabut kelapa 5 gram. Nilai kekerasan tertinggi pada titik 1 untuk tempurung 5 gram, kelapa 10 gram yaitu 62,5 HRC.
- Laju keausan terendah pada serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram senilai $1,99 \times 10^{-5} \text{ gram/kg.m}$. Dan pada serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 10 gram senilai $6,21 \times 10^{-5} \frac{\text{gram}}{\text{kg}}.m$.

- d) Dari ketiga pengujian ini mulai dari nilai densitas pada serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram nilainya lebih besar 0,01 gram/cm³. Namun pada kekerasan serbuk tempurung 5 gram serabut kelapa 10 gram yang lebih tinggi. Dapat disimpulkan bahwa material komposit dengan serbuk tempurung 2,5 gram serabut kelapa 5 gram yang mendekati spesifikasi material kampas rem.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan ketiga rangkaian pengujian, material komposit yang paling mendekati spesifikasi bahan baku kampas rem adalah variasi 2,5 gram serbuk tempurung dan 5 gram serabut kelapa (dengan 250 gram resin), meskipun variasi 5 gram tempurung/10 gram kelapa memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi. Saran-saran kedepannya dalam penelitian ini bertujuan untuk melengkapi dan meningkatkan akurasi hasil penelitian agar material komposit yang diteliti dapat dikarakterisasi dan dibandingkan dengan standar internasional (SAE J661).

Perbaikan dan penambahan Pengujian densitas dengan metode Archimedes yang benar dan tambahkan pengujian karakteristik yang lain sesuai standar SAE J661 seperti koefisien gesek, Konduktivitas termal, kekuatan geser, dan kekuatan patah. Variasi Parameter Material dan Proses yaitu untuk variasi filler (pengisi) dengan meneliti pengaruh ukuran partikel tempurung kelapa dan panjang serabut karena faktor ini sangat memengaruhi kekuatan, densitas, dan ketahanan gesek komposit. Dan teliti pengaruh untuk tekanan dan suhu pemadatan spesimen, dikarenakan parameter ini menentukan untuk nilai densitas ,struktur mikro, dan kekerasan akhir material komposit.

PENDEKATAN MULTI-PARAMETER UNTUK PENENTUAN KOMPOSISI OPTIMAL KOMPOSIT KAMPAS REM BERBASIS KELAPA MENGACU PADA SAE J661

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	2%
2	ejournal.undip.ac.id Internet Source	1%
3	hugepdf.com Internet Source	1%
4	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	1%
5	Pedemonte T., C.. "Predictive factors in infraorbital sensitivity disturbances following zygomaticomaxillary fractures", International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery, 200507 Publication	1%
6	Submitted to Birla Institute of Management Technology Student Paper	<1%
7	eprints.pktj.ac.id Internet Source	<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

PENDEKATAN MULTI-PARAMETER UNTUK PENENTUAN KOMPOSISI OPTIMAL KOMPOSIT KAMPAS REM BERBASIS KELAPA MENGACU PADA SAE J661

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11
