

Analisis kekerasan material alternatif kampas kopling berbahan komposit resin diperkuat limbah kaca dan serat alami

Muhammad Syukri Hardianto^{1,*}, Muhammad Fitri¹

¹ Fakultas Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana
Jl Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat, Jakarta 11610
Email korespondensi : Syukri.hardianto@outlook.com

Abstrak

Kampas kopling kendaraan bermotor umumnya terbuat dari asbes, bahan yang berbahaya dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah, seperti limbah kaca dan serat alami. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi penggunaan komposit berbasis resin yang diperkuat serat alami dan limbah kaca sebagai bahan alternatif untuk kampas kopling. Kami menguji berbagai kombinasi resin, serat alami (serat kelapa, serat ijuk), dan serbuk kaca untuk menentukan komposit dengan kekerasan terbaik. Sampel dibagi menjadi dua kelompok dengan komposisi berbeda dan diuji kekerasannya menggunakan metode Rockwell. Hasil menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 20% serbuk limbah kaca, 20% serat ijuk, 20% serbuk kaca, dan 40% resin menghasilkan kekerasan tertinggi, yaitu 70 HRB, mendekati standar kekerasan kampas kopling motor matic. Penelitian ini mengungkap potensi besar penggunaan serat alami dan limbah kaca sebagai bahan komposit yang berkelanjutan dan berkinerja tinggi. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan material komposit hijau dan menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dalam industri otomotif.

Kata kunci: kanvas kopling, kekerasan, resin, komposit.

Abstract

Clutch discs in motor vehicles are commonly made from asbestos, a material that is hazardous and environmentally unfriendly. Therefore, there is a need for more eco-friendly alternatives by utilizing waste materials, such as glass waste and natural fibers. This study aims to evaluate the use of resin-based composites reinforced with natural fibers and glass waste as alternative materials for clutch discs. We tested various combinations of resin, natural fibers (coconut fiber, coir fiber), and glass powder to determine which composite offers the best hardness properties. Samples were divided into two groups with different compositions and tested for hardness using the Rockwell method. The results showed that the composite with a composition of 20% glass waste powder, 20% coir fiber, 20% glass powder, and 40% resin achieved the highest hardness, with a Rockwell hardness value of 70 HRB, which closely approaches the standard hardness for automatic transmission clutch discs. This research reveals the significant potential of using natural fibers and glass waste as sustainable and high-performance composite materials. The findings contribute to the development of green composite materials and offer a more environmentally friendly alternative in the automotive industry.

Keywords: clutch, hardness, resin, composite

1. Pendahuluan

Penelitian tentang sifat mekanis banyak dilakukan oleh peneliti material bukan hanya pada, material baja [1][2], akan tetapi juga pada material komposit [3]. Diantara penelitian sifat mekanis material adalah: penelitian tentang pengaruh Panjang serat, konsentrasi serat, perlakuan alkali dan coupling agent terhadap sifat mekanis material komposit [4], Penelitian tentang pengaruh kandungan serat sabut kelapa dan fraksi Hardener terhadap sifat mekanis material komposit resin epoksi [5], dan ada juga penelitian tentang pengaruh prosentase kandungan serat kelapa sawit terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin [6]. Banyaknya penelitian terkait sifat mekanis material komposit ini disebabkan karena penggunaan material komposit sekarang ini

semakin meluas menggantikan material logam [7][8][9].

Diantara penelitian material komposit untuk komponen otomotif adalah penelitian material komposit mulai dari interior, dashboard, setir dan bahkan juga bumper [10][11]. Penelitian lain juga material komposit untuk kanvas kopling [9].

Umumnya material yang digunakan untuk pembuatan kanvas kopling adalah bahan asbes [12] namun material asbes telah diketahui sebagai bahan yang bersifat karsinogenik yang bisa menyebabkan penyakit jika dihirup dalam jangka waktu yang lama. Debu asbes yang terlepas ke udara bebas kemungkinan akan terhirup dan mengendap di paru-paru, yang kemudian menyebabkan penyakit seperti kanker paru-paru, asbestosis, dan mesothelioma [13]

terutama pada sistem pernafasan seperti penyakit kanker dan limbah sisa asbes pada material kampas juga dapat mencemari lingkungan dikarenakan seratnya yang tidak dapat terurai secara alami serta dapat bertahan di lingkungan selama bertahun tahun [14]

Maka diperlukan material pengganti yang aman dan ramah lingkungan sebagai bahan pembuatan kampas kopling. Dengan itu dikembangkan material kampas kopling berbahan dasar komposit resin [5] yang diperkuat dengan serat alami sebagai alternatif. Selain itu, serat alami memiliki potensi besar untuk digunakan diberbagai aplikasi industri karena merupakan material yang mudah ditemukan serta sebagai material terbarukan [15].

Dengan menggunakan material komposit resin yang diperkuat serat alami dalam pembuatan kampas kopling memiliki manfaat yang signifikan dari segi kesehatan, lingkungan, dan performa, Contohnya serat sabut kelapa dan ijuk yang tidak bersifat karsinogenik[16] sehingga mengurangi resiko kesehatan serius. Selain itu, sifat serat alami yang *biodegradable* dapat terurai secara alami. Serta material komposit yang diperkuat serat alami memiliki performa yang lebih baik karena memiliki kekuatan mekanik dan stabilitas termal yang baik sehingga dapat memenuhi kinerja kampas kopling setara dengan yang terbuat dari material asbes.

2. Metode

2.1 Studi literatur

Langkah pertama mempelajari teori dan perhitungan sebelumnya agar dapat ditentukan cara melakukan penelitian pada kekuatan komposit resin diperkuat serat alami seperti serat kelapa, serat bambu, tembaga dan kaca yang sebelumnya telah dihaluskan menjadi bentuk serbuk halus yang sebelumnya telah dilakukan oleh peneliti lain. Dalam hal ini digunakan 2 jenis kombinasi yang akan dijadikan sebagai sampel material komposit. Yaitu komposit material resin, kaca, bambu, serat kelapa, serta tembaga dan material kelapa, ijuk, kaca dan resin.

Tabel 1. Densitas bahan[17]

No	Bahan	Densitas (g/cm ³)
1	Resin	1,20
2	Kaca	2,58
3	Bambu	0,39
4	Kelapa	1,15
5	Tembaga	8,90

2.2 Alat dan bahan

Alat dan bahan yang dipersiapkan untuk membuat produk ini adalah cetakan yang dibuat sesuai dengan ukuran sampel tes, timbangan digital, kaliper, mesh ukuran 100, mesin planner, alat uji kekerasan dan mikroskop. Material yang perlu disiapkan adalah serat bambu, serat kelapa, limbah tembaga dan limbah kaca

yang semuanya telah dibuat ke dalam bentuk serbuk dan resin beserta dengan cairan pengerasnya.



Gambar 1. Cetakan produk



Gambar 2. Alat Uji kekerasan

2.3 Persiapan bahan

Serat kelapa dihaluskan lalu dipisahkan dari serat kasarnya kemudian dihaluskan kembali beberapa kali hingga dapat melewati saringan berukuran 100-mesh. Serbuk kaca diperoleh dari limbah kaca yang dihaluskan dengan cara digiling hingga berukuran 100-mesh. Serat bambu juga melewati penghalusan berulang sehingga memiliki ukuran maksimum sebesar 0,15mm. untuk resin dan pengeras digunakan perbandingan 1:1.

Serbuk tembaga diperoleh dengan menghaluskan material tembaga menggunakan mesin blender secara berulang.



Gambar 4. Serbuk bambu



Gambar 5. Serbuk kelapa



Gambar 6. Serbuk tembaga



Gambar 7. Serbuk kaca

2.3.1 Pencampuran bahan

Seluruh bahan yang telah dihaluskan dan disaring dicampur sesuai dengan komposisi berikut ini :

Tabel 2. Komposisi bahan A

No	Resin	Kaca	Bambu Kelapa	Tembaga
1a	40%	20%	20%	20%
2a	40%	10%	20%	20%
3a	40%	15%	20%	20%

Tabel 3. Komposisi Bahan B

No	Kelapa	Ijuk	Kaca	Resin
1b	20%	20%	20%	40%
2b	20%	20%	25%	35%
3b	20%	25%	20%	35%
4b	20%	25%	25%	30%

Untuk menentukan berat bahan yang dibutuhkan, rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\%_{composite} \times V_{Total} = V_{composite} \quad (1)$$

Dimana :

$V_{composite}$ = Volume campuran bahan yang dibutuhkan (cm³)

V_{Total} = volume cetakan yang dibutuhkan (cm³)

Dari persamaan (1), diketahui massa material adalah sebagai berikut:

$$V_{composite} \times \rho_{material} = M_{material} \quad (2)$$

2.4 Proses pembuatan

Pembuatan produk menggunakan sistem kompres dingin atau kompaksi (*cold compressing*) secara perlahan dengan tekanan 5000-psi pada temperatur ruang selama 45 menit.



Gambar 8. Alat Pemadat *Compactor*

2.5 Proses sintering

Setelah dilakukan pemadatan dengan proses kompres dingin, produk dimasukkan ke dalam oven untuk dipanaskan selama 45 menit pada temperatur 130°C kemudian didiamkan di temperatur ruang selama 3 jam. Proses ini disebut dengan proses *sintering*, dilakukan untuk menguatkan ikatan antar bahan campuran.



Gambar 9. Oven listrik

2.5 Proses pengetesan kekerasan produk

Pengujian kekerasan yang digunakan menggunakan pengujian rockwell dengan pemilihan jenis rockwell B (HRB) dengan diameter indenter 1,588mm dan force yg digunakan yaitu 100kgf.

Tabel 4. Skala beban Rockwell[8]

Scale Symbol	Indenter	Major load (kg)
A	Diamond	60
B	1/16" Ball	100
C	Diamond	150
D	Diamond	100
E	1/8" Ball	100
F	1/16" Ball	60
G	1/16" Ball	150
H	1/8" Ball	60

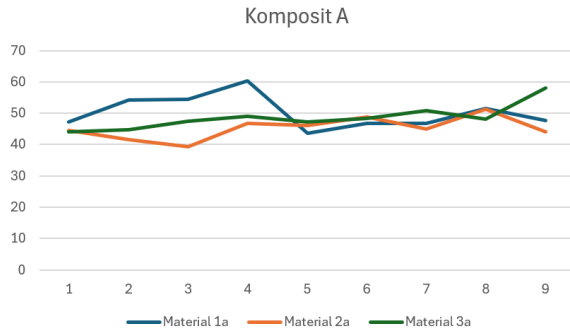
3. Hasil dan Pembahasan

Masing masing material diambil 9 titik sampel untuk pengujian kekerasan. Dari material yang telah dibuat kemudian dilakukan pengujian kekerasan

Tabel 5. Pengujian kekeran komposit A

Titik	Spesimen Komposit A		
	1A	2A	3A
1	44	47,1	44,6
2	44,8	54,1	41,6
3	47,5	54,5	39,3
4	49,1	60,4	46,8
5	47,3	43,5	46
6	48,3	46,7	48,7
7	50,9	46,7	45
8	48,1	51,4	51,3
9	58,1	47,7	44,1

Pada komposisi material komposit A diperoleh nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 2a dengan nilai 60,4 HRB

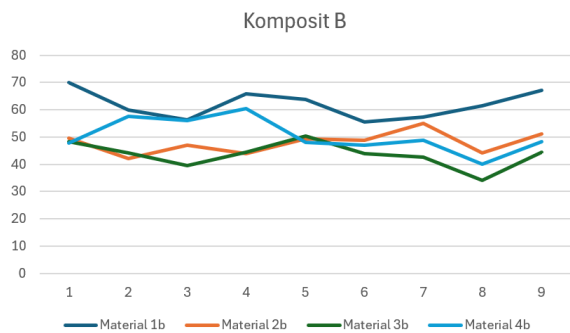


Gambar 9. Grafik Pengujian kekerasan komposit 1

Tabel 6. Pengujian kekeran komposit B

Titik	Spesimen Komposit B			
	1B	2B	3B	4B
1	70	49,63	48,2	47,8
2	59,9	42	44,2	57,5
3	56,2	47	39,6	56
4	65,9	43,8	44,3	60,5
5	63,7	49,2	50,4	47,9
6	55,4	48,8	43,9	47
7	57,4	54,9	42,5	48,9
8	61,4	44,1	34,2	40
9	67,1	51	44,3	48,2

Pada komposisi material komposit B diperoleh nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 1b dengan nilai 70 HRB



Gambar 10. Grafik Pengujian kekerasan komposit 2

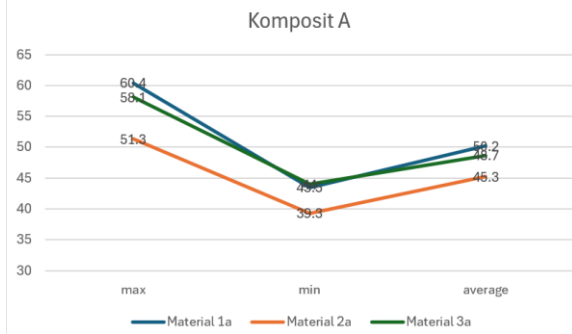
Dari hasil pengujian kekerasan yang dilakukan terhadap 7 spesimen material komposit diperoleh hasil data berikut :

Tabel 7. Hasil pengukuran nilai kekerasan komposit A

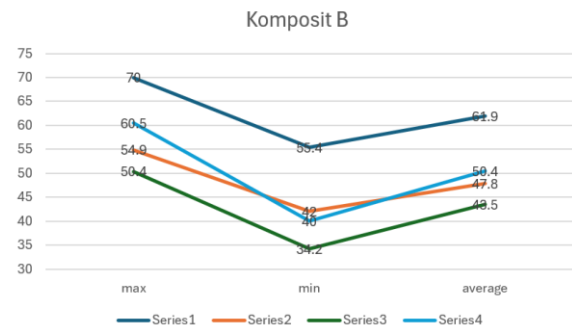
Komposit A	Nilai hardness (HRB)		
	max	min	average
1a	60,4	43,5	50,2
2a	51,3	39,3	45,3
3a	58,1	44	48,7

Tabel 8. Hasil pengukuran nilai kekerasan komposit A

Komposit B	Nilai hardness (HRB)		
	max	min	average
1b	70	55,4	61,9
2b	54,9	42	47,8
3b	50,4	34,2	43,5
4b	60,5	40	50,4



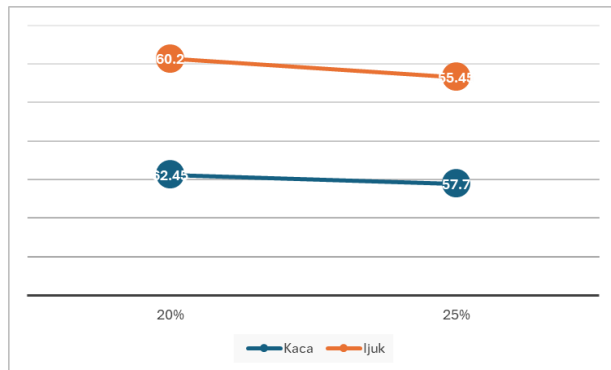
Gambar 11. Grafik nilai kekerasan rata-rata komposit 1



Gambar 12. Grafik nilai kekerasan rata-rata komposit 2

Dari data tersebut jika dibandingkan dengan nilai kekerasan pada kampas kopling yang digunakan pada motor matic yaitu dengan nilai kekerasan 91 HRB[18] masih memerlukan peningkatan nilai kekerasan agar memiliki nilai kekerasan yang sama pada material kampas alternatif. Jika dilihat dari komposisi, spesimen yang memiliki kandungan resin yang besar berpengaruh pada nilai kekerasan kampas kopling, selain itu juga proses pencampuran yang homogen dan tekanan cetakan yang juga berpengaruh pada nilai kekerasan material[19].

Dan jika dilihat dari perbandingan material limbah kaca dan ijuk dapat mempengaruhi rendahnya nilai kekerasan pada specimen.



Gambar 11. Grafik perbandingan kekerasan pada kandungan kaca dan ijuk dengan presentasi 20% dan 25%

Dari Grafik di atas, dapat dilihat semakin tinggi kandungan kaca dan Ijuk, semakin rendah nilai kekerasan pada material.

4. Kesimpulan

Nilai kekerasan dari material uji diperoleh sebagai berikut.

- Nilai kekerasan maksimum tertinggi pada material komposit 1b yaitu dengan nilai kekerasan 70 HRB
- Nilai kekerasan minimum tertinggi pada material komposit 1b yaitu dengan nilai kekerasan 55.4 HRB
- Nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada material komposit 1b yaitu dengan nilai tertinggi 61.9 HRB
- Nilai kekerasan dari material belum mencapai nilai standar kekerasan kampas kopling yaitu sebesar 91 HRB
- Jumlah material kaca dan ijuk mempengaruhi penurunan nilai kekerasan pada material

5. Saran

- Diperlukan pembuatan sepcimen dengan campuran yang lebih homogen agar nilai kekerasan pada setiap titik lebih merata.
- Proses pemilihan material komposisi agar dapat dibuat variasi lebih banyak agar dapat memperoleh variasi nilai kekerasan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] M. Fitri, B. Sukiyono, and M. L. Simanjuntak, "Pengaruh Waktu Penahanan pada Perlakuan Panas Paska Pengelasan terhadap Ketangguhan Sambungan Las Baja," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 80, 2019, doi: 10.24853/sintek.13.2.80-86.
- [2] M. Fitri, "Pengaruh Beban Lentur Pada Poros Stainless Steel Terhadap Siklus Kegagalan

- Fatig," *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 3, p. 149, 2020, doi: 10.22441/jtm.v9i3.9877.
- [3] M. Fitri and S. Mahzan, "The effect of fibre content, fibre size and alkali treatment to Charpy impact resistance of Oil Palm fibre reinforced composite material," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 160, no. 1, 2016, doi: 10.1088/1757-899X/160/1/012030.
- [4] M. Fitri, "Influence of Coupling Agent and Fibre Treatment to Mechanical Properties of Oil Palm Fibre Reinforced Polymer Matrix Composite," vol. 5, no. 4, pp. 223–232, 2018.
- [5] M. Fitri, S. Mahzan, and I. Hidayat, "THE EFFECT OF COCONUT COIR FIBER POWDER CONTENT AND HARDENER WEIGHT FRACTIONS ON MECHANICAL PROPERTIES OF AN EPR-174 EPOXY RESIN COMPOSITE," vol. 25, no. 3, pp. 361–370, 2021.
- [6] M. Fitri *et al.*, "Pengaruh Presentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin," vol. 21, no. 4, pp. 215–223, 2019.
- [7] M. Fitri and S. Mahzan, "The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite Materials," *Int. J. Adv. Technol. Mech. Mechatronics Mater.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i1.12.
- [8] M. Fitri, T. Susilo, D. Feriyanto, and D. M. Zago, "Effect Of Morphology And Percentage Of Second Phase Content Of Coconut Coir On The Impact Strength Of Epoxy Resin Composites," vol. 8, no. 6, pp. 3880–3894, 2021.
- [9] F. R. Damanik and M. Fitri, "Design Optimization of Composite Resin Pelton Turbine Bucket Using Solidworks," vol. 12, 2022.
- [10] M. Fitri, S. Mahzan, and F. Anggara, "The Mechanical Properties Requirement for Polymer Composite Automotive Parts - A Review," vol. 01, no. 3, pp. 125–133, 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i3.38.
- [11] I. Barbu, "UV radiation effect towards mechanical properties of Natural Fibre Reinforced Composite material : A Review UV radiation effect towards mechanical properties of Natural Fibre Reinforced Composite material : A Review," 2017, doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- [12] D. Shinde and K. N. Mistry, "Asbestos base and asbestos free brake lining materials : comparative study," *Int. J. Sci. World*, vol. 5, no. 1, pp. 47–49, 2017, doi: 10.14419/ijsw.v5i1.7082.
- [13] S. Bolan *et al.*, "Sustainable management of hazardous asbestos-containing materials: Containment, stabilization and inertization," *Sci. Total Environ.*, vol. 881, no. April, p. 163456, 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163456.

- [14] M. S. Amin, E. Ariyanto S, Z. Erwanto, and A. Purwanto, "Pengaruh Limbah Asbes Dan Fly Ash Dalam Pembuatan Kusen Beton," *J. Poli-Teknologi*, vol. 18, no. 1, pp. 29–38, 2019, doi: 10.32722/pt.v18i1.1285.
- [15] D. E. N. Siagian, M. Hakiem, and S. Putra, "Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan Natural Fiber As an Environmentally Friendly Composite Material," *Hal*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, 2024, [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id?index.php/civen>
g
- [16] M. Akhadi, "Dampak Kesehatan Emisi Serat Asbes Dari Cerobong Asap," *J. energi dan Kelistrikan*, vol. 7, no. 1, pp. 19–27, 2015.
- [17] I. Risyuma and M. Fitri, "ANALYSIS OF OIL ABSORPTION AND FRICTION COEFFICIENT OF BAMBOO POWDER , COCONUT POWDER , GLASS POWDER , AND COPPER POWDER COMPOSITES FOR CLUTCH PADS," vol. 4, no. 2, pp. 58–65, 2022, doi: 10.22441/ijimeam.v4i2.18235.
- [18] dan P. S. Bagus DP, Iwan Susanto, "Analisa Laju Aus , Kekerasan Dan Koefesien Gesek Menggunakan Sabut Kelapa Dan Serat Bambu," *J. UMJ*, vol. 36, no. November, pp. 1–7, 2021.
- [19] Cahyono, "Pengembangan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu , Fiberglass , Serbuk Aluminium Dengan Pengikat Resin," pp. 31–34, 2016.