

## ANALISA LAJU AUS, KEKERASAN DAN KOEFESIEN GESEK PEMBUATAN KOPLING TIDAK TETAP (*CLUTCH*) DENGAN MENGUNAKAN SABUT KELAPA DAN SERAT BAMBU

Bagus DP<sup>\*1</sup>, Iwan Susanto<sup>2</sup>, dan Paulus Sukusno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Terapan Rekayasa, Teknologi Manufaktur, Pasca Sarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.

Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*\*Corresponding Author* : bagus.dwiputra.mtr19@mhs.wpnj.ac.id

### Abstrak

Kopling yang berfungsi sebagai penyambung dan memutus dua buah poros. Kampas kopling motor matic pada umumnya terdiri dari karbon yang tertanam dalam matriks polimer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari komposisi bahan yang menggunakan material komposit serat bambu dan sabut kelapa, dengan menggunakan resin epoxy terhadap laju aus, uji kekerasan dan uji gesek matic dan membandingkannya dengan dengan kampas kopling manufaktur. Komposisi bahan material komposit ini memiliki beberapa sampel pengujian. Bahan ini dicampur kemudian dipress selama 15 menit menggunakan suhu 1100 C di berikan beban kompaksi sebesar 2000kg . Setelah mencapai holding time, sampel dikeluarkan dari cetakan. Setelah itu dilakukan proses Pengujian laju aus menurut standar SNI 09-01431987, Pengujian kekerasan dengan standart Vickers LM 800AT, Pengujian koefisien gesek. dengan standart SNI 09-01431987 Hasil rekayasa komposit menunjukan Sampel A (Bambu 80% dengan epoxy 30%) memiliki nilai koefisien gesek paling kecil yaitu 0.28 ( $\times 10^{-7}$  cm<sup>3</sup> /Nm) Pada suhu 100°C., Sampel E (Kelapa 80% dengan epoxy 20%) memiliki nilai koefisien gesek paling besar yaitu 0.36 ( $\times 10^{-7}$  cm<sup>3</sup> /Nm) Pada suhu 100°C. Sampel E (Bambu 80% dengan epoxy 20%) Nilai kekerasan sebesar 153.11 VHN mendekati dengan kampas kopling aslinya ( sampel G) sebesar 184.47 VHN.

**Kata Kunci** : resin epoxy, serat bambu, sabut kelapa

### Abstract

The coupling that functions as a connector and disconnects the two shafts. Automatic motor couplings generally consist of carbon embedded in a polymer matrix. wear rate, hardness test and matic friction test and compare it with manufacturing clutch lining. The composition of this composite material has several test samples. This material is mixed and then pressed for 15 minutes using a temperature of 1100 C given a compaction load of 2000 kg. After reaching the holding time, the sample is removed from the mould. After that, the process of testing the wear rate according to the standard SNI 09-01431987, testing the hardness with the standard Vickers LM 800AT, testing the coefficient of friction. with standard SNI 09-01431987. The results of composite engineering show that Sample A (Bamboo 80% with 30% epoxy) has the smallest friction coefficient value of 0.28 ( $\times 10^{-7}$  cm<sup>3</sup> /Nm) At a temperature of 100°C., Sample E (Coconut 80% with 20% epoxy) has The greatest friction coefficient value is 0.36 ( $\times 10^{-7}$  cm<sup>3</sup> /Nm) at a temperature of 100°C. Sample E (Bamboo 80% with 20% epoxy) The hardness value of 153.11 VHN is close to the original clutch (sample G) of 184.47 VHN.

**Keywords**: epoxy resin, bamboo fiber, coconut fiber

## PENDAHULUAN

### Pendahuluan

Kopling berfungsi sebagai penyambung dan memutus dua buah poros (Tang, Liu, and Han 2015). Gaya gesekan dan keausan kampas kopling berubah terus menerus selama proses perpindahan transmisi, tergantung pada berbagai faktor, seperti cara mengemudi, formulasi kampas kopling, parameter manufaktur dan karakteristik gesekan (Alajmi and Shalwan 2015).

Kampas kopling motor matic pada umumnya terdiri dari karbon yang tertanam dalam matriks polimer (Arunachalam and Pandian 2016). Kampas kopling komposit matriks polimer dengan serat alami sebagai penguat memiliki beberapa keunggulannya, yaitu ramah lingkungan, tahan panas dan memiliki koefisien gesekan yang baik. Untuk mengatasi banyak limbah pertanian yang tidak dimanfaatkan seperti sabut kelapa dan serat bambu dapat digunakan untuk industri. Bahan kampas kopling komposit harus memiliki ketahanan aus yang tinggi untuk mengurangi biaya produksi (Wang and Huang 2009). Saat ini masih ada beberapa produsen pembuat kampas kopling yang menggunakan karbon. Studi menunjukkan bahwa serat karbon memiliki efek berbahaya baik pada lingkungan maupun kesehatan manusia (Genaidy et al. 2009).

Sabut kelapa juga sering di jadikan limbah yang biasanya di gunakan untuk membakar,peredam, media tanam. Sabut kelapa merupakan salah satu bahan yang ramah lingkungan yang mudah didapat dan dapat diaplikasikan sebagai bahan komposit untuk kebutuhan transportasi. Sabut kelapa juga dapat mempunyai sifatnya yang mudah terurai, ramah lingkungan. Sabut kelapa yang sepenuhnya matang menghasilkan serat sabut coklat, dan mempunyai resistensi terhadap abrasi. (Khan, Srivastava, and Gupta 2018)

Pohon bambu ternyata tidak hanya bermanfaat sebagai bahan baku kursi, meja dan pajangan. Bambu juga potensial sebagai pendukung dunia otomotif pengganti serat karbon (Yang et al. 2010). Serabut bambu memiliki ketahanan aus, dan ketahanan penyerapan air yang baik dapat digunakan dalam beragam aplikasi. Serabut bambu yang sepenuhnya matang menghasilkan serat sarabut coklat, dan mempunyai resistensi terhadap abrasi. Serat bambu dapat mengurangi tingkat dan kebisingan dan memberikan koefisien gesekan yang stabil.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya tidak ada penelitian mengenai pembuatan kampas kopling berbahan sabut kelapa (Titani 2018) dan serat bambu (Manuputty and Berhita 2010), maka penelitian pembuatan kampas kopling berbahan sabut kelapa dan serat bambu menjadi sebuah kerterbaruan pada penelitian dan harus dilakukan.

### Landasan Teori

1. Berapa besar koefisien gesek antara kampas kopling manufaktur dengan kampas kopling rekayasa komposit
2. Berapa besar laju aus antara kampas kopling manufaktur dengan kampas kopling rekayasa komposit
3. Berapa besar kekerasan antara kampas kopling manufaktur dengan kampas kopling rekayasa komposit

### Batasan Masalah

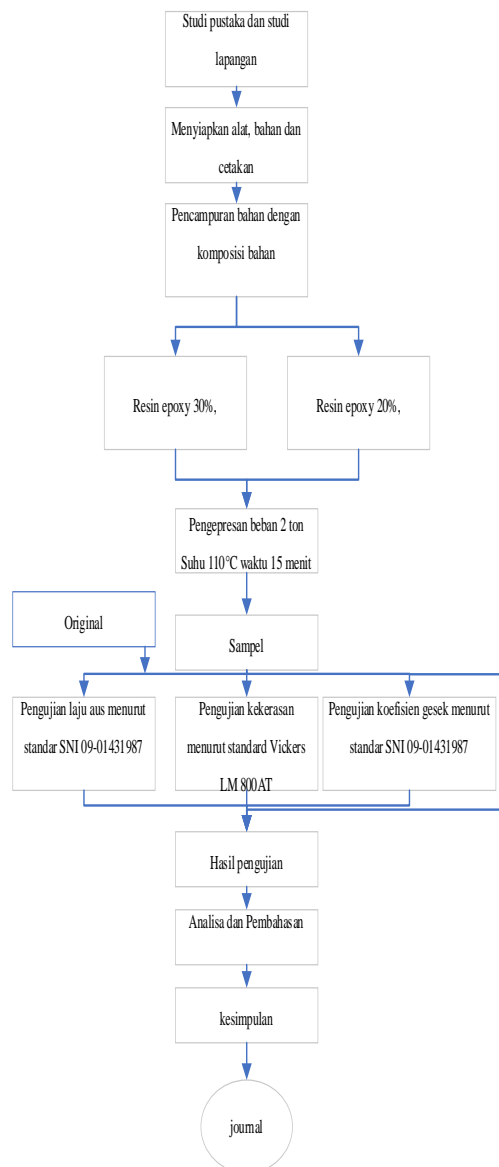
1. Bahan yang diuji adalah sabut kelapa, serat bambu dan epoxy.
2. Pengujian uji aus, uji tekan, dan uji gesek dari yang di pabrikan dari sabut kelapa dan serat bambu.
3. Komposisi pencampuran dibagi menjadi 6 komposisi.

Standart Pengujian Koefisien Gesek, Laju aus yang di gunakan adalah SNI 09-01431987, sedangkan untuk pengujian kekerasan dengan standart Vickers LM 800AT,

## Tujuan Penelitian

Menganalisa nilai koefisien gesek, laju aus, nilai kekerasan, antara kampas kopling yang direkayasa dengan sabut kelapa dan serat bambu dibandingkan dengan kampas kopling original manufactur.

## Metode Penelitian



## Diagram Penelitian

Table.1 komposisi bahan yang di gunakan

komposisi	Epoxy	bambu %	kelapa %
A	30	70	
B	30		70
C	30	35	35
D	20	80	
E	20		80
F	20	40	40

## Pencampuran bahan

Pencampuran semua bahan dengan komposisi variasi yang telah ditentukan. Sampel A,B,C dengan epoxy 30% sedangkan sampel D,E,F dengan epoxy 20% untuk mengetahui nilai koefisien gesek dan laju aus sebanyak 6 komposisi

## Proses pengepresan

Proses sampel hotpress dengan suhu 110° selama 15 menit dengan tekanan 2000 kg.

1. Pengujian laju aus menurut standar SNI 09-01431987
2. Pengujian kekerasan dengan standard Vickers LM 800AT
3. Pengujian koefisien gesek. dengan standart SNI 09-01431987

Proses ini di awali dengan melihat hasil dari beberapa pengetesan, yaitu : pengujian laju aus, pengujian gesek, dan pengujian kekerasan.

## Koefisien Gesek

koefisien gesek adalah gaya yang terjadi ketika dua permukaan benda saling bergesekan (Damm, Morlock, and Bishop 2015) (Biemond et al. 2011)

## Uji Aus

Laju aus adalah sebagai hilangnya bagian dari permukaan yang saling berinteraksi yang terjadi sebagai hasil gerak relatif pada permukaan (Sumiyanto et al. 2019).

## Uji kekerasan

Uji kekerasan suatu material didefinisikan sebagai ketahanan benda terhadap gaya penekanan dari benda lain yang lebih keras. terhadap suatu permukaan benda uji (Mallikarjun et al. 2013)..

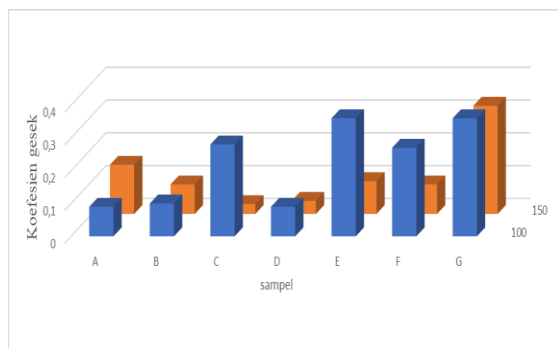
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Koefisien gesek**

Pada penelitian ini di dapat hasil pengujian dengan menggunakan uji standard (SNI 09-0143-1987) seperti tabel sebagai berikut :

Tabel 2 hasil uji koefisien gesek

Sampe l	Koefisien Gesek			
	Nilai koefisien Gesek ( $\times 10^{-7}$ cm <sup>3</sup> /Nm)		Nilai Standart Koefisien Gesek ( $\times 10^{-7}$ cm <sup>3</sup> /Nm)	
	100°C	150°C	100°C	150°C
A	0,09	0,15	0.3-0.6	0.25-0.6
B	0,1	0,09		
C	0,28	0,03		
D	0,09	0,04		
E	0,36	0,1		
F	0,27	0,09		
G	0,36	0,33		



Gambar.1 Grafik uji koefisien gesek

Pengaruh suhu pada 150<sup>0</sup> c terhadap koefisien gesek, Peningkatan nilai koefisien gesek komposit ini disebabkan oleh sifat serat bambu yang lebih kasar. Semakin banyak kandungan serat bambu maka luas penampang serat bambu pada permukaan komposit semakin besar. Dengan sifat serat bambu yang kasar, maka komposit dengan kandungan serat bambu yang semakin besar akan memiliki koefisien gesek yang lebih besar pula. Dengan demikian, material serat bambu memenuhi syarat sebagai bahan kampas rem. Nilai koefisien gesek yang tinggi dapat mengurangi beban kopling sehingga komponen- komponen kopling

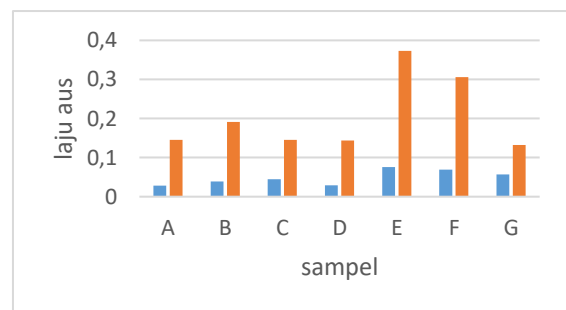
menjadi lebih awet. Pengaruh suhu pada 100<sup>0</sup>C terhadap koefisien gesek komposit memiliki sifat impak yang rendah karena epoxy tidak dapat mengikat dengan sempurna partikel penguatnya semakin tinggi suhunya maka pengikat komposit akan semakin mengikat (Puja 2010).

**Laju Aus**

Pada penelitian ini di dapat hasil pengujian dengan menggunakan uji standard (SNI 09-0143-1987) sebagai berikut :

Tabel 3 hasil uji aus

Samp el	Nilai Uji Aus ( $\times 10^{-7}$ cm <sup>3</sup> /Nm)		Nilai standart Uji Aus ( $\times 10^{-7}$ cm <sup>3</sup> /Nm)
	100°C	150°C	
A	0,028	0,145	1,02-1,53
B	0,039	0,191	
C	0,045	0,145	
D	0,029	0,144	
E	0,076	0,373	
F	0,069	0,306	
G	0,057	0,132	



Gambar . 2 grafik uji aus

Hal ini menunjukkan bahwa semakin rapat pori-pori partikel pada bahan maka akan menghasilkan laju aus yang kecil yaitu bambu 70% epoxy 30% (sampel A) Pada 100<sup>0</sup>C untuk epoxy 30%. Laju aus

dipengaruhi oleh temperatur yang semakin tinggi menyebabkan lapisan gesekan berkembang sehingga mempercepat keausan (Kumar and Srivastava 2016).

Serat bambu merupakan penguat yang digunakan untuk produksi komposit polimer karena aspek rasio yang tinggi dan kinerja mekanik yang kuat. Pengaruh suhu dan pembebanan pada sifat mekanik, komposit memiliki siklus termal yang berbeda. Sifat material dimodifikasi dengan meningkatnya suhu (Flament et al. 2014). sifat mekanik dan variabilitas komposit serat bambu yang diperkuat meningkat secara signifikan dibandingkan dengan bambu mentah dan komposit berbasis bambu lainnya (Yu et al. 2014).

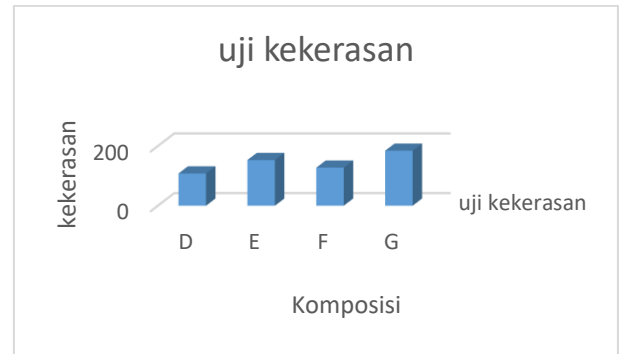
Sampel E ( bambu 80%, kelapa 20% ) paling mendekati dengan nilai keausan pada kampas kopling yang ada di pasaran yakni sebesar  $0.057 \text{ (} \times 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ /Nm)}$ . karena semakin tinggi nilai keausannya maka semakin bagus kualitasnya dan jugak mempengaruhi sifat mekanik pada sampel yaitu meningkatkan kekerasannya. Sehingga pada pengujian keausan serat bambu sabut kelapa dan resin epoxy dapat menahan beban yang di akibatkan oleh kecepatan variasi putaran (Barkoula et al. 2008. Ukuran serbuk yang lebih kecil menyebabkan struktur sampel padat sehingga pori-pori pada permukaan lebih kecil dan menghambat laju keausan kampas kopling.

### Test kekerasan

Pada penelian ini di dapat hasil pengujian dengan menggunakan uji standard (Vickers LM 800AT) sebagai berikut :

Table 4 hasil uji kekerasan

Sampel	uji kekerasan (VHN)
D	108,01
E	153,11
F	127,65
G	184,47



Gambar .3 grafik uji kekerasan

Berdasarkan tabel hasil uji kekerasan sampel D,E,F dapat diuraikan pembahasan sebagai berikut:

1. Nilai uji kekerasan sebesar 153.11 VHN yang terbesar adalah sampel E
2. Nilai uji kekerasan sebesar 108.01 VHN yang terkecil adalah sampel D

Dari hasil pengujian kekerasan Vickers nilai yang paling keras adalah sampel E ( kelapa 80%, epoxy 20%) di lihat dari besarnya nilai kekerasan vickers di bandingkan dengan kampas kopling manufaktur di karenakan semakin banyak kandungan berat resin epoxy semakin menambah nilai kekerasan dari kampas kopling sehingga lebih keras dari kampas kopling manufaktur (Puja 2010). Pencampuran material bahan serta hasil press menghasilkan homogenitas akan mempengaruhi sifat mekanisnya (Barkoula et al. 2008).

Nilai kekerasan suatu bahan juga terpengaruh oleh besar waktu penekanan kompaksi yang diberikan dalam proses pembuatan bahan kampas kopling. Dalam pembuatan kampas, nilai kekerasan kampas juga berpengaruh dengan semakin besar kompaksi yang dibebankan maka bonding komposit semakin rapat sehingga pori semakin kecil, akibatnya semakin keras pula komposit tersebut. Karena komposit tersebut sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam proses pembuatan dari bahan menjadi komposit dan beberapa penyebabnya yaitu: variasi bahan, beban kompaksi yang diberikan serta lamanya beban kompaksi, dan pemanasan (Purboputro 2012)

Peningkatan kekerasan tersebut diakibatkan oleh distribusi campuran yang homogen antar partikel serbuk. German (German 2005) menyatakan bahwa kehomogenan distribusi antar partikel dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu lamanya waktu pencampuran, kecepatan pencampuran, ukuran partikel, dan jenis material. Kehomogenan campuran sangat berpengaruh pada proses kompaksi karena gaya tekan yang diberikan pada saat kompaksi akan terdistribusi secara merata sehingga kualitas ikatan permukaan antar partikel semakin baik sehingga meningkatkan densitas dan sifat mekanis. Olakanmi, , (Olakanmi 2012) menyatakan bahwa homogenitas campuran serbuk aluminium juga akan meningkat seiring dengan lamanya waktu mixing. Lama waktu mixing akan menurunkan aglomerasi dimana aglomerasi tersebut akan menghambat terjadinya ikatan antar partikel. Hal yang sama juga dinyatakan pada penelitian Hildayati (Anon n.d.) bahwa peningkatan sifat mekanis disebabkan distribusi serbuk penguat yang merata sehingga memungkinkan terjadinya kontak permukaan antara penguat dan matriks menjadi besar. Besarnya kontak permukaan tersebut mengakibatkan kuatnya ikatan antara matriks dan penguat sehingga akan meningkatkan densitas.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Pada suhu 100°C untuk epoxy 30% yang memiliki laju aus paling kecil adalah sampel A yaitu 0,028, untuk epoxy 20% yang memiliki laju aus paling kecil adalah sampel D yaitu 0,076. Semakin banyak komposisi epoxy yang digunakan akan menghasilkan laju yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rapat pori-pori partikel pada bahan maka akan menghasilkan laju aus yang kecil
2. Pada suhu 100°C untuk epoxy 30% yang memiliki nilai koefisien gesek paling besar adalah sampel C yaitu 0,28, untuk epoxy 20% yang memiliki nilai koefisien

gesek paling besar adalah sampel E yaitu 0,36. Semakin sedikit komposisi epoxy yang digunakan akan menghasilkan koefisien gesek yang besar.

3. Nilai kekerasan sampel E sebesar 153.11 VHN mendekati dengan kanvas kopling aslinya ( sampel G) sebesar 184.47 VHN.

Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah pori-pori pada suatu bahan maka bahan tersebut memiliki nilai kekerasan yang besar

### Saran

1. Pencampuran dilakukan dengan teliti supaya komposisi material sesuai yang diinginkan dan tercampur merata.
2. Pembuatan banyak spesimen dan variasi yang beragam memudahkan dalam pengamatan hasil pengujian kanvas.

## Daftar Pustaka

- Alajmi, Mahdi and Abdullah Shalwan. 2015. "Correlation between Mechanical Properties with Specific Wear Rate and the Coefficient of Friction of Graphite/Epoxy Composites." *Materials* 8(7):4162–75.
- Arunachalam, K. and G. Sundara Pandian. 2016. "Modeling and Analysis of Clutch Facing Made up of Biodegradable Coir Fibre Based Composite Material." *Polymers and Polymer Composites* 24(7):463–68.
- Genaidy, Ash, Thabet Tolaymat, Reynold Sequeira, Magda Rinder, and Dion Dionysiou. 2009. "Health Effects of Exposure to Carbon Nanofibers: Systematic Review, Critical Appraisal, Meta Analysis and Research to Practice Perspectives." *Science of the Total Environment* 407(12):3686–3701.
- Manuputty, Monalisa and Pieter Th. Berhutu. 2010. "Pemanfaatan Material Bambu Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Pengganti Material Kayu Untuk Armada Kapal Rakyat Yang Beroperasi Di Daerah Maluku." *Jurnal Teknologi* 7(2):788–

94.  
Khan, Mohammad Z. R., Sunil K. Srivastava, and M. K. Gupta. 2018. "Tensile and Flexural Properties of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites: A Review." *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 37(24):1435–55.
- Damm, Niklas B., Michael M. Morlock, and Nicholas E. Bishop. 2015. "Friction Coefficient and Effective Interference at the Implant-Bone Interface." *Journal of Biomechanics* 48(12):3517–21.
- Sumiyanto, Abdunnaser, and Achmad Noor Fajri. 2019. "Analisa Pengujian Gesek, Aus Dan Lentur Pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor." 15(1):49–59.
- Titani, Fena Retyo. 2018. "Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass Pada Komposit Resin Polyester Untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang." *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)* 19(1):23.
- Mallikarjun, M. Sreenivasa Reddy, Biradar Mallikarjun, and N. G. S. Udupa. 2013. "Hardness Evaluation of As-Cast and Heat Treated Al Based Hybrid Composites." *IET Conference Publications* 2013(648 CP):4–7.
- Puja, I. 2010. "Studi Sifat Impak Ketahanan Aus Dan Koefisien Gesek Bahan Komposit Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Glugu Dengan Matrik Epoxy." *Jurnal Energi Dan Manufaktur* 4(2):2–6.
- Kumar, Parshant and V. K. Srivastava. 2016. "Tribological Behaviour of C/C–SiC Composites—A Review." *Journal of Advanced Ceramics* 5(1):1–12.
- Flament, Camille, Michelle Salvia, Bruno Berthel, and Gérard Crosland. 2014. "Effect of Thermal Cycling on the Mechanical Properties of a Continuous Fibre Composite Used for Car Clutch Facings." *Advanced Materials Research* 891–892:42–47.
- Yu, Yanglun, Xianai Huang, and Wenji Yu. 2014. "A Novel Process to Improve Yield and Mechanical Performance of Bamboo Fiber Reinforced Composite via Mechanical Treatments." *Composites Part B: Engineering* 56:48–53
- Barkoula, N. M., B. Alcock, N. O. Cabrera, and T. Peijs. 2008. "Flame-Retardancy Properties of Intumescent Ammonium Poly(Phosphate) and Mineral Filler Magnesium Hydroxide in Combination with Graphene." *Polymers and Polymer Composites* 16(2):101–13.
- Puja, I. 2010. "Studi Sifat Impak Ketahanan Aus Dan Koefisien Gesek Bahan Komposit Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Glugu Dengan Matrik Epoxy." *Jurnal Energi Dan Manufaktur* 4(2):2–6.
- Purboputro, Pramuko Ilmu. 2012. "Pengembangan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu." (November):367–73.
- Olakanmi, Eyitayo Olatunde. 2012. "Effect of Mixing Time on the Bed Density, and Microstructure of Selective Laser Sintered (SLS) Aluminium Powders." *Materials Research* 15(2):167–76.
- Anon. n.d. "2009\_Sintesis dan Karakterisasi Karet Alam Prosiding Seminar Pascasarjana.Pdf ."
- Yang, Zhe, Hongdan Peng, Weizhi Wang, and Tianxi Liu. 2010. "Crystallization Behavior of Poly( $\epsilon$ -Caprolactone)/Layered Double Hydroxide Nanocomposites." *Journal of Applied Polymer Science* 116(5):2658–67.
- Wang, Wei and Gu Huang. 2009. "Characterisation and Utilization of Natural Coconut Fibres Composites." *Materials and Design* 30(7):2741–44.
- Tang, S. H., Yan Fang Liu, and Xiao Han. 2015. "Design and Optimization of Clutch Hydraulic Shift Control System in Automatic Transmissions with Failure Protection Function." *Applied Mechanics and Materials* 743:11–16.