

Biokomposit Polimer Berpenguat Serat Rami dan Partikel Tempurung Kelapa Sebagai Material Kampas Rem Sepeda Motor

Aminur ¹⁾, Samhuddin ²⁾, Budiman Sudia ³⁾

^{1),2),3)} Teknik Mesin Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A. H.E.A. Mokodompit Kampus Bumi Tridharma-Anduonohu, Kendari

Email : aminur@uho.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian untuk mengetahui komposisi campuran terhadap laju keausan dan densitas biokomposit kampas rem dengan memanfaatkan serat rami, serbuk tempurung kelapa sebagai penguat dan matriks resin polyester. Serat rami dipotong-potong dengan ukuran antara 1-1,5 mm dan tempurung menjadi serbuk dengan ukuran 40 mesh. Serat rami dan serbuk tempurung kelapa dioven pada temperatur 80°C selama 1 jam. Serat, serbuk dan resin polyester dicampur dengan perbandingan komposisi F-F/A: 25%, 35%, 40%, F-F/B: 30%, 30%, 40% dan F-F/C: 35%, 25%, 40%. Setiap komposisi campuran dimasukkan kedalam cetakan kemudian ditekan dengan tekanan pencetakan maksimum 2 ton sampai biokomposit mengeras. Kampas yang telah selesai dicetak dioven pada temperatur 100 °C selama 3 jam. Pengujian laju keausan dan massa jenis bahan biokomposit kampas rem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material biokomposit kampas rem berpenguat serat rami dan tempurung kelapa dengan perekat polyester memiliki laju keausan terendah 2.01692E-07 g/mm².s pada komposisi F-F/B dan laju keausan tertinggi 3.71901E-07 g/mm².s pada komposisi campuran F-F/C, sedangkan hasil pengukuran massa jenis tertinggi 1,549 g/cm³ pada komposisi campuran F-F/B dan massa jenis terendah 1.131 g/cm³ pada komposisi campuran F-F.

Kata kunci: Biokomposit kampas, rami, tempurung kelapa, laju keausan dan massa jenis.

1. Pendahuluan

Kampas rem merupakan salah satu komponen sepeda motor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju sepeda motor secara nyaman [1]. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas diakibatkan sistem rem yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya [2]. Untuk mendapatkan pengereman yang maksimal maka dibutuhkan kampas rem dengan kemampuan pengereman yang baik [3].

Pada umumnya 60% material dari komposisi kampas rem ini adalah *asbestos* sebagai serat utama pembuatan kampas rem, resin, *friction additive*, *filler*, serpihan logam, karet sintesis dan keramik [4]. Kampas cakram sepeda motor yang ada di pasaran saat ini kebanyakan terbuat dari bahan *asbes* dan ada yang terbuat dari bahan *non asbes*, keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Kampas rem *asbestos* akan terjadi blong atau tidak bekerja pada suhu pengereman di atas 200°C yang dapat menyebabkan kecelakaan, hal ini disebabkan karena kandungan resin yang sangat tinggi. Sedangkan untuk kampas rem yang terbuat dari *non asbestos* lebih tahan panas dan terjadi rem blong pada saat suhu pengereman di atas 350°C, hal ini karena serat selulosa dan serat lainnya dapat meredam panas lebih baik dibandingkan serat *asbes* [5].

Rem merupakan salah satu faktor penting dalam sistem pengereman, karena pentingnya fungsi rem pada kendaraan perlu dilakukan kajian mendalam tentang keausan dan tahap-tahapannya [2]. Secara umum bahan friksi kampas rem memiliki tiga penyusun bahan yaitu bahan pengikat, bahan serat dan bahan pengisi. Bahan pengikat terdiri dari berbagai resin diantaranya *phenolic*, *epoxy*, *polyester*, *silicone* dan *rubber*. Resin tersebut berfungsi untuk pengikat berbagai zat penyusun di dalam friksi. Bahan pengikat dapat membentuk sebuah matriks pada suhu yang relatif stabil [4].

Serat Rami berpotensi untuk digunakan sebagai penguat pada komposit dengan matriks resin karena 45% kandungan serat rami dapat meningkatkan kekuatan tarik suatu komposit dengan matriks *resin poliester* hingga 33,8% [6]. Kekuatan tarik pada bahan gesek merupakan salah satu parameter penting dalam aplikasi kampas rem. Selain serat, bahan kampas rem juga mengandung bahan pengisi untuk meningkatkan kekerasannya. Kekerasan yang tinggi menyebabkan laju keausan bahan kampas rem menjadi lambat/rendah. Bahan pengisi biokomposit yang digunakan adalah tempurung kelapa karena

memiliki lapisan yang keras yang terdiri-dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Ada dua jenis silika, yaitu silika koloidal dan karbotermal. Silika kuarsa memiliki kekerasan Vickers 12 GPa dan modulus Young 94 GPa [7]. Selain kuat dan keras sifat yang dibutuhkan pada kampas rem adalah harus ringan untuk mengurangi beban pada saat pengereman. Material kampas rem pada suatu kendaraan automotif dari bahan *non asbestos* dengan memanfaatkan serat rami dan partikel tempurung kelapa menjadi permasalahan yang diteliti, sehingga penelitian ini diharapkan dapat membuat kampas rem dari bahan serat rami, partikel pengisi tempurung kelapa dan perekat polimer jenis *resin polyester* dengan parameter komposisi campuran untuk mendapatkan laju keausan dan massa jenis yang rendah.

Metode

Adapun metode yang digunakan adalah metode eksperimen analisis dengan membuat material biokomposit kampas rem cakram pada sepeda motor dengan variasi komposisi campuran serat rami, partikel tempurung kelapa dan matriks *resin polyester* yaitu: 25%, 35%, 40% spesimen (F-F/A); 30%, 30%, 40% spesimen (F-F/B); 35%, 25%, 40% spesimen F-F/C dan tanpa serat 60%, 40% spesimen (F-F). Biokomposit yang telah dicetak dioven selama 3 jam, kemudian direkatkan pada plat cakram dengan menggunakan lem *Rieftone*. Kampas rem diuji pada alat uji kampas rem dengan beban 1 kg dengan kecepatan motor penggerak 1071 rpm selama 10 menit. Laju keausan, pengamatan makroskopik permukaan kampas yang terkikis dan pengukuran berat, dan massa jenis pada material biokomposit kampas rem, menjadi fokus penelitian untuk menentukan karakteristik kampas rem.

Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang analisa keausan kampas rem non asbes terbuat dari komposit polimer serbuk padi dan tempurung kelapa, hasil penelitian bahwa nilai keausan kampas rem sepeda motor yang terbuat dari komposit polimer memiliki nilai keausan tertinggi pada komposisi sekam padi 50%, tempurung kelapa 25%, Resin 25%, dengan nilai $4,27 \times 10^{-6}$ gram/mm².detik, Sedangkan untuk komposisi Sekam padi 40%, tempurung kelapa 30%, resin 30% terendah memiliki nilai $3,75 \times 10^{-6}$ gram/mm².detik. Nilai umur pemakaian kampas rem yang relatif lama pada komposisi Sekam padi 50%, tempurung kelapa 25%, resin 25%, dengan umur pemakaian 53 jam. Sedangkan komposisi sekam padi 40%, tempurung kelapa 30%, resin 30% mengalami umur pemakaiannya 52 jam, dan untuk komposisi sekam padi 25%, tempurung kelapa 25%, resin 50%, memiliki umur pemakaian yang terkecil dengan umur pemakaian 48 jam [4].

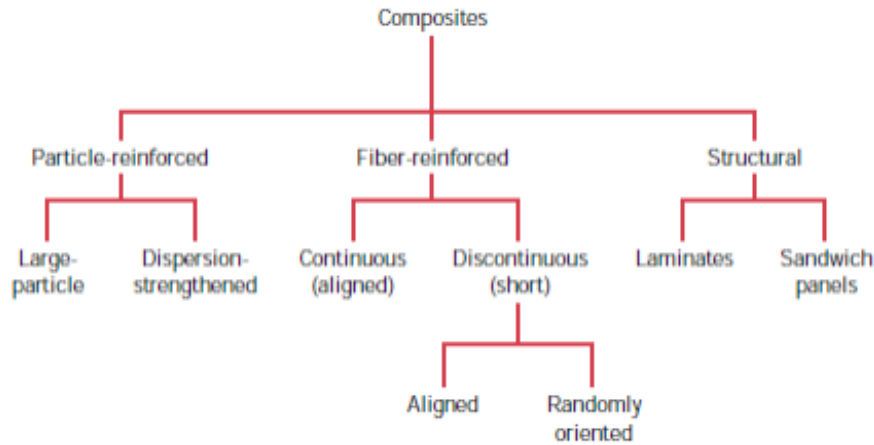
Pengembangan kampas rem sepeda motor dari komposit serat bambu, *fiber glass*, serbuk aluminium dengan pengikat *resin polyester* terhadap ketahanan aus dan karakteristik pengeremannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Untuk Pengujian Keausan Ogoshi pada kondisi kering, maka bahan kampas rem dengan Variasi 2, mempunyai nilai keausan yang paling rendah yaitu sebesar $0,00041 \text{ mm}^2/\text{kg}$, yang sedikit lebih besar dari produk di pasaran dengan keausan sebesar $0,00014 \text{ mm}^2/\text{kg}$. Untuk Pengujian Keausan Ogoshi Kondisi basah dengan air, diperoleh bahwa, bahan kampas rem dengan Variasi 1 paling rendah keausannya yaitu sebesar $0,0062 \text{ mm}^2/\text{kg}$, namun masih lebih tinggi sedikit dari bahan kampas rem pasaran yaitu sebesar $0,0032 \text{ mm}^2/\text{kg}$ [8].

Variasi ukuran terhadap kekerasan dan laju keausan komposit *epoxy* aluminium-serbuk tempurung kelapa untuk kampas rem telah diteliti bahwa kekerasan terbesar yaitu pada ukuran serbuk tempurung kelapa ukuran 300 μm sebesar 63.67 BHN, dan nilai kekerasan terkecil yaitu serbuk tempurung kelapa dengan ukuran 600 μm sebesar 41.67 BHN. Nilai laju keausan terbesar yaitu pada serbuk tempurung kelapa dengan ukuran 600 μm sebesar $8,70 \times 10^{-6}$ gram/s.mm², dan nilai laju keausan terkecil yaitu serbuk tempurung kelapa ukuran 300 μm sebesar $1,17 \times 10^{-6}$ gram/s.mm² [9].

Landasan Teori Komposit

Komposit merupakan jenis material yang merupakan gabungan 2 atau lebih material yang berbeda sehingga diperoleh material baru dengan sifat yang lebih baik dan tidak dimiliki oleh komponen penyusunnya [10]. Aplikasi komposit seperti pesawat terbang, otomotif dan alat-alat olahraga. Secara

umum komposit terdiri dari dua komponen utama yaitu matriks yang merupakan fasa dominan dan penguat yang merupakan fasa minoritas. Fungsi matriks dan penguat pada bahan komposit yaitu; 1) Fungsi matriks: Mengikat dan melindungi serat, meneruskan dan membagi beban ke serat; 2) Fungsi penguat: Sebagai penguat yang menopang gaya. Komposit berdasarkan unsur penguatnya dibagi menjadi 3 (tiga) seperti Gambar. 1 berikut:



Gambar 1. Skema klasifikasi komposit berdasarkan penguat [10]

Ada 4 (empat) faktor utama yang mempengaruhi sifat akhir material komposit diantaranya, yaitu [10]

1. Penguat berupa serat atau pengisi berupa partikel
2. Matriks (perekat)
3. Fraksi volume serat atau fraksi berat serat
4. Geometri atau bentuk dari material komposit

Kampas Rem

Rem cakram terdiri atas sebuah cakram dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman [11]. Rem cakram mempunyai sebuah piringan (*disc*), untuk menjepit piringan ini diperlukan tenaga yang cukup kuat. Guna memenuhi kebutuhan ini, rem cakram dilengkapi dengan sistem *hydraulic*.

Sistem rem dalam teknik otomotif adalah suatu sistem yang berfungsi untuk

- a. Mengurangi kecepatan kendaraan.
- b. Menghentikan kendaraan yang sedang berjalan.
- c. Menjaga agar kendaraan tetap berhenti.

Bagian-bagian utama struktur kampas rem terdiri dari 4 (empat), yaitu [12]:

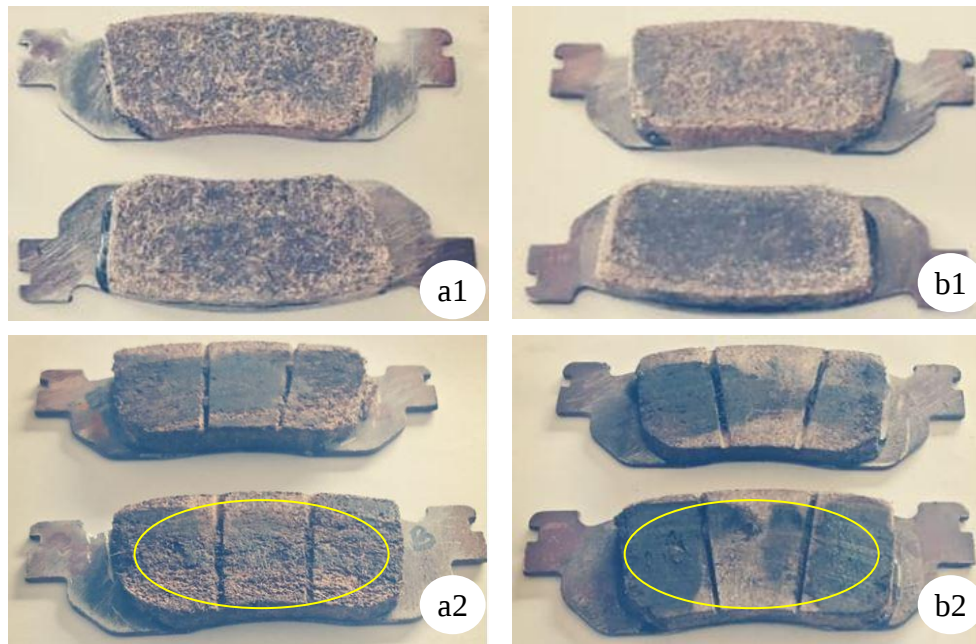
1. Material gesek (*friction materials*)
2. Lapisan (*underlayer*)
3. Perekat (*adhesive*)
4. Plat pendukung (*backing plate*)
5. Plat pembasah (*damping plate*)

Secara umum zat penyusun bahan gesek dikelompokkan menjadi tigakelompok utama yaitu *fiber* (serat), *filler* (pengisi), dan *binder* (pengikat) [7].

2. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan Foto Makro Biokomposit Kampas Rem

Pengamatan foto makro bertujuan untuk menganalisa perilaku bahan biokomposit kampas rem akibat interaksi antara kampas dan piringan cakram. Perilaku dapat berupa goresan atau alur-alur yang terjadi pada kampas.



Gambar 2. Foto makro material biokomposit, a1) F-F/C sebelum diuji, b1) F-F/B sebelum diuji dan, a2) F-F/C setelah diuji, b2) F-F/B setelah diuji

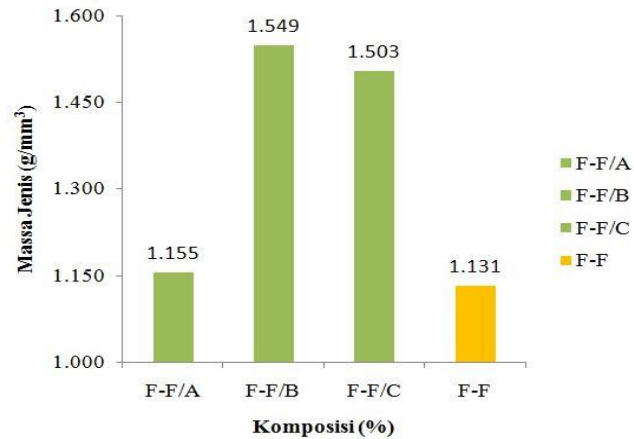
Pada foto makro material biokomposit diatas memperlihatkan bahwa pengikisan secara progresif terjadi pada kampas a2 dimana pada permukaannya mengalami pengikisan goresan kasar yang berserabut dan beralur-alur, sedangkan pada material b2 terjadi pengikisan namun pada permukaannya tetap halus dan tidak beralur-alur. Pada permukaan spesimen b2 juga, setelah diuji mengalami perubahan warna kehitaman yang menunjukkan kekerasan sehingga terjadi perubahan warna yang menjolok.

Massa Jenis Biokomposit Kampas Rem

Tabel 1. Massa jenis material biokomposit kampas rem

<u>Komposisi</u> (%)	<u>Massa Jenis</u> (g/cm ³)	<u>Berat</u> (g)	<u>Volume</u> (cm ³)
F-F/A	1.155	10.235	8.860
F-F/B	1.503	12.62	7.948
F-F/C	1.549	11.95	8.148
F-F	1.131	9.455	8.357

Pada tabel diatas, diperlihatkan massa jenis untuk masing-masing material biokomposit kampas rem berturut-turut diperoleh untuk komposisi F-F/A = 1,155 g/cm³, komposisi F-F/B = 1,503 g/cm³, komposisi F-F/C = 1,549 g/cm³ komposisi F-F = 1,131 g/cm³. Pada Tabel 1, menunjukkan pengurangan volume terendah terjadi pada material biokomposit kampas rem F-F/B = 7,948 cm³. Pengurangan volume material biokomposit menunjukkan pengikisan yang kecil. Untuk pengurangan volume terbesar terjadi pada material biokomposit kampas rem F-F/A yang menunjukkan pengikisan yang terjadi lebih besar.



Gambar 3. Grafik massa jenis terhadap komposisi campuran

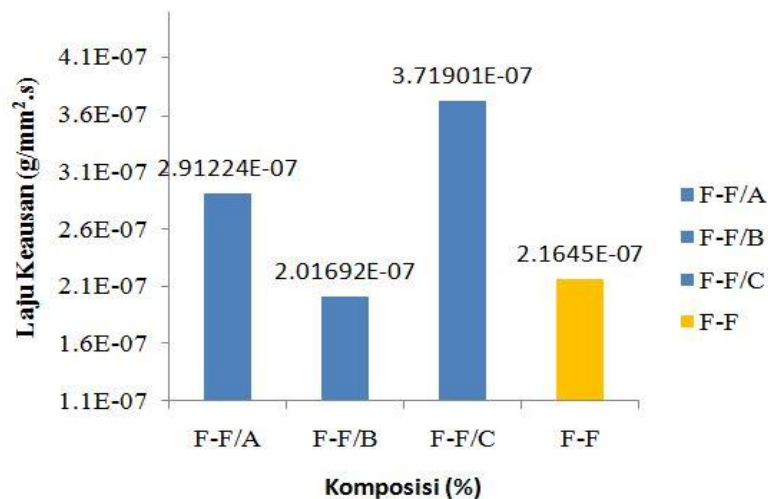
Massa jenis pada grafik diatas memperlihatkan nilai tertinggi sebesar 1,549 g/cm³ pada material biokomposit kampas rem F-F/B dan massa jenis terendah 1,131 g/cm³ pada material biokomposit F-F. Semakin tinggi massa, maka semakin padat material biokomposit begitu juga sebaliknya semakin rendah massa jenis, maka semakin renggang/berpori pada material tersebut. Material yang berpori pada umumnya memiliki kekerasan yang rendah demikian juga material yang padat memiliki kekerasan yang tinggi.

Laju Keausan Keausan Biokomposit Kampas Rem

Tabel 2. Laju keausan material biokomposit kampas rem

Komposisi (%)	Laju Keausan (g/mm ² .s)	Tebal Awal (mm)	Tebal Akhir (mm)	Tebal Terkikis (mm)	Luas (mm ²)
F-F/A	2.91224E-07	45.325	45.029	0.296	1694
F-F/B	2.01692E-07	47.785	47.580	0.205	1694
F-F/C	3.71901E-07	47.545	47.167	0.378	1694
F-F	2.1645E-07	64.110	63.890	0.220	1694

Berdasarkan tabel diatas, memperlihatkan laju keausan untuk masing-masing material biokomposit kampas rem berturut-turut diperoleh untuk komposisi F-F/A = 2,91224E-07 g/cm².s, komposisi F-F/B = 2.01692E-07 g/cm².s, komposisi F-F/C = 3.71901E-07 g/cm².s, komposisi F-F = 2.1645E-07 g/cm².s. Tebal material biokomposit terkikis juga terdapat perbedaan disetiap komposisi campuran, dimana pada campuran F-F/B mengalami pengikisan terkecil 0,205 mm dan pada campuran F-F/C mengalami penikisan terbesar yaitu 0,378 mm.



Gambar 4. Grafik pengujian keausan terhadap komposisi campuran

Dari grafik diatas, diperlihatkan laju keausan material biokomposit, dimana laju keausan tertinggi terdapat pada material biokomposit F-F/C = $3.71901E-07$ g/mm².s dan nilai laju keausan terendah terdapat pada material F-F/C = $2.91224E-07$ g/mm².s. Untuk material biokomposit F-F yaitu material biokomposit tanpa adanya serat memiliki laju keausan lebih besar dari material F-F/B. Laju keausan yang rendah menunjukkan kehilangan volume yang rendah sedangkan laju keausan yang besar menunjukkan kehilangan volume secara progresif. Semakin kecil nilai laju keausan, maka semakin lama waktu pemakaian dari material biokomposit kampas rem tersebut. laju keausan yang besar disebabkan adanya rongga pada material biokomposit hal ini didukung oleh hasil massa jenis biokomposit.

3. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Material biokomposit polimer *resin polyester* berpenguat serat rami dan tempurung kelapa sebagai material kampas rem memiliki laju terendah $2.91224E-07$ g/mm².s pada komposisi F-F/C dan laju keausan tertinggi $3.71901E-07$ g/mm².s pada komposisi campuran F-F/C.
2. Massa jenis biokomposit diperoleh nilai tertinggi $1,549$ g/cm³ pada komposisi campuran F-F/B dan massa jenis terendah 1.131 g/cm³ pada komposisi campuran F-F.

Saran

Perlu dilakukan pengamatan struktur mikro atau uji SEM untuk mengamati interaksi antara serat, serbuk dan *resin polyester*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada rekan-rekan peneliti dari Program Studi Teknik Mesin Universitas Halu Oleo dan DIPA-BLU Universitas Halu Oleo atas kontribusinya dalam pendanaan.

Daftar Pustaka

- [1] Purboputro, P. I. (2012). *Pengembangan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu, Fiber Glass, Serbuk Aluminium Dengan Pengikat Resin Polyester Terhadap Ketahanan Aus Dan Karakteristik Pengeremannya*. Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (Snast) Periode Iii , 367-373.
- [2] Afrizal Annas Dzikrullah A A, Qomaruddin, Khabib M. (2017). *Analisa Gesekan Pengereman Hidrolis (Rem Cakram) Dan Tromol Pada Kendaraan Roda Empat Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Prosiding Snatif Ke -4 , 667-678.
- [3] Multazam A. Zainuri A. Sujita. (2012). *Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol Dan Kecepatan Sepeda Motor Honda Supra X125 Terhadap Keausan Kampas Rem*. Dinamika Teknik Mesin, Volume 2 No.2 , 100-107.

- [4] Suhardiman, Syaputra M. (2017). *Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes Terbuat Dari Komposit Polimer Serbuk Padi Dan Tempurung Kelapa*. Jurnal Inovtek Polbeng, Vol. 07, No. 2, , 210-214.
- [5] Mulahela S K A, Catur A D, Pandiatmi P. (2015). *Analisis Keausan Dan Waktu Pengereman Kampas Cakram Asbestos Dan Non Asbestos Dengan Variasi Beban Pengereman Dan Berat Pengendara Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 CC*. Dinamika Teknik Mesin, Volume 5 No. 2 , 82-89.
- [6] Haroen W K, (2016). *Diversifikasi Serat Pulp Untuk Produk Inovatif*. Journal Lignocellulose Technol. 01 (2016), 15-25.
- [7] Sutikno, Putut Marwoto M.S, Heri Santiko. (2011). *Pembuatan Bahan Gesek Kampas Rem Otomotif*. Semarang: Unnes Press. ISBN 978 602 8467 40 7.
- [8] Purboputro, P. I. (2017). *Pengembangan Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu Terhadap Ketahanan Aus Pada Kondisi Kering Dan Basah*. The 6th University Research Colloquium , 91-96.
- [9] Kristianta F X, Kristian A, Sholahuddin I (2017). *Variasi Ukuran Terhadap Kekerasan Dan Laju Keausan Komposit Epoxy Alumunium-Serbuk Tempurung Kelapa Untuk Kampas Rem*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.8, No.3, 149-153.
- [10] Callister. D. (2007). *Materials Science And Engineering An Introduction*. United States Of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [11] Sukamto, (2012). *Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor*. Jurnal Teknik Vol. 2 No. 1, 31-39.
- [12] Aza, C. A. (2014). *Composites In Automotive Applications: Review On Brake Pads And Discs*. Research Development University Of Bostol , P. 13.