ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI BAHAN TERHADAP KEKERASAN, WAKTU PENGEREMAN DAN PENGURANGAN MASSA KAMPAS REM DARI MATERIAL KOMPOSIT SERABUT KELAPA DAN SERBUK KAYU

ELVIN MUHAMMAD AJI NOVARAL

5315125290

Skripsi Ini Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI BAHAN TERHADAP KEKERASAN, WAKTU PENGEREMAN DAN PENGURANGAN MASSA KAMPAS REM DARI MATERIAL KOMPOSIT SERABUT KELAPA DAN SERBUK KAYU

Nama : Elvin Muhammad Aji Novaral
No. Reg : 5315125290

DOSEN PEMBIMBING

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dosen Pembimbing 1 1. Siska Titik Dwiyati, S.Si., M.T. NIP. 197812122006042002	1	1 2/2 - 2017
Dosen Pembimbing 2 2. Dr. Riza Wirawan, S.T., M.T. NIP. 197804112005011003	2	2 2/2/2017

DOSEN PENGUJI

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Ketua 1. Dr. H. Priyono, M.Pd. NIP. 195806061985031002	1	1 1/2-2017
Sekretaris 2. I Wayan Sugita, S.T., M.T. NIP. 197911142012121001	2	2 31/1/2017
Dosen Ahli 3. Triyono, S.T., M.Eng. NIP. 197508162009121001	3	3 1/2/2017

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta

Ahmad Kholil, ST., MT.
NIP. 197908312005011001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Elvin Muhammad Aji Novaral
Nomor Registrasi	: 5315125290
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik
Universitas	: Universitas Negeri Jakarta

Menyatakan dengan sesungguh-sunguhnya bahwa penulisan skripsi yang saya buat ini adalah benar hasil karya sendiri dan bukan salinan dari karya orang lain, kecuali beberapa kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Jakarta, Januari 2017

Elvin Muhammad Aji Novaral

ABSTRAK

Elvin Muhammad Aji Novaral, *Analisis Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengereman dan Pengurangan Massa Kampas Rem dari Material Komposit Serabut Kayu dan Serbuk Kelapa.* Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2017.

Penelitian ini dilatarbelakangi kebutuhan akan material kampas rem ramah lingkungan dan pemanfaatan limbah serabut kelapa dan serbuk kayu. Pemanfaatan limbah serabut kelapa dan serbuk kayu belum banyak diaplikasikan pada produk teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi serabut kelapa dan serbuk kayu terhadap kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Parameter yang diuji adalah kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa menggunakan alat uji kekerasan vickers dan alat uji waktu pengereman. Kampas rem yang digunakan spesimen KL40KY00 (serabut kelapa 40%, serbuk kayu 0%, dan resin 60%) , KL30KY10 (serabut kelapa 30%, serbuk kayu 10%, dan resin 60%), KL20KY20 (serabut kelapa 20%, serbuk kayu 20%, dan resin 60%), KL10KY30 (serabut kelapa 10%, serbuk kayu 30%, dan resin 60%), KL00KY40 (serabut kelapa 0%, serbuk kayu 40%, dan resin 60%).

Hasil penelitian menunjukan bahwa komposisi serabut kelapa dan serbuk kayu mempengaruhi kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa pada kampas rem. Spesimen yang paling mendekati karakteristik rem kontrol ditunjukan oleh spesimen KL00KY40 dengan nilai kekerasan sebesar 59 VHN, waktu pengereman pada temperatur 25°C sebesar 0,2 detik, 50°C sebesar 0,25 detik, 75°C sebesar 0,31 detik dan 100°C sebesar 0,37 detik dan pengurangan massa sebesar 0,0989 gram.

Kata Kunci : Serabut Kelapa, Serbuk Kayu, Kekerasan, Waktu Pengereman.

ABSTRACT

Elvin Muhammad Aji Novaral, *Analysis the Effect of Material Composition Against Hardness, Braking Time and Mass Reduction of Brake Lining made of Composite Materials Coconut and Wood Fibers.* Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, January 2017.

This research is motivated the need of a brake lining materials which is environmentally friendly and waste utilization of coconut and wood fibers. Utilization of waste wood fibers and coconut fibers were not been applied to many technology products. This study aims to determine the effect of the composition of coconut and wood fibers against hardness, braking time and mass reduction.

This study used an experimental method. The parameters tested were hardness, braking time and mass reduction using Vickers hardness tester equipment and braking time tester equipment. Brake lining are using specimens KL40KY00 (coconut fibers 40%, wood fibers 0%, and resin 60%), KL30KY10 (coconut fibers 30%, wood fibers 10%, and resin 60%), KL20KY20 (coconut fibers 20%, wood fibers 20% and 60% resin), KL10KY30 (10% coconut fibers, wood fibers 30%, and 60% resin), KL00KY40 (0% coconut fibers, wood fibers 40%, and 60% resin).

The results showed that the composition of coconut and wood fibers affect the hardness, braking time and mass reduction on braking system. Specimens which have closest to the brake control characteristic shown by specimens KL00KY40 with hardness of 59 VHN, braking time at temperatures of 25°C for 0.2 seconds, 50°C for 0.25 seconds, 75°C for 0.31 seconds and 100 °C for 0.37 seconds and a mass reduction for 0.0989 grams.

Keywords: Coconut Fibers, Wood Fibers, Hardness, Braking Time.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke khadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan yang berjudul "**Analisis Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengereman dan Pengurangan Massa Kampas Rem Dari Material Komposit Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu**". Pembuatan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Selama Pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis telah menerima bantian dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ahmad Kholil, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
2. Siska Titik Dwiyanti, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Riza Wirawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan bantuan baik materil maupun spiritual sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
3. Dr. H. Priyono, M.Pd., I Wayan Sugita, S.T., M.T., dan Triyono, S.T., M.Eng., Selaku dosen penguji yang telah memberi saran dan masukan dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini.
4. Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd. Selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama perkuliahan.

5. Bapak, Ibu, dan Kakak tercinta, atas doa, semangat, dan dukungannya baik moral dan material, sehingga semua berjalan lancar.
6. Riski Zakia Nur Amini, atas doa, semangat dan dukungannya selama ini.
7. Fuad Haryo, Fickri Widyarma, dan Hendarko Ghanny, atas bantuan penelitian, dukungan dan kerjasamanya selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
8. Rahmad Kusnandar, Argi Prasetyo, Ajis, Muhammad Akbar Wiguna, Wahyu Sinurat, Andri Gunawan, Riefky Septa, Given Oloan, Septyanto Eko, Rully Wirawan dan Riza Latif atas semangat dan dukungannya.
9. Sahabat dan teman-teman Teknik Mesin angkatan 2010, 2011, 2012, 2013 dan 2014.
10. Teman-teman KKN unit Sukamulya Pagaden Subang 2015
11. Semua pihak yang telah membantu penelitian dan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Saran serta kritik sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan-penulisan selanjutnya. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

LEMBAR PERNYATAAN iii

ABSTRAK iv

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 latar Belakang Masalah..... 1

1.2 Identifikasi Masalah 3

1.3 Batasan Masalah 4

1.4 Perumusan Masalah 4

1.5 Tujuan Penelitian 5

1.6 Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 6

2.1 Rem 6

2.2 Rem Cakram 7

2.3 Karakteristik Kampas Rem 8

2.3.1 Material Kampas 8

2.3.2 Sifat Mekanik Kampas Rem 10

2.4 Pengertian Komposit 11

2.5 Komposit Berpenguat Serat 13

2.5.1 Komposit Serat Pendek 14

2.5.2 Komposit Serat Panjang 14

2.6 Serat Alam 15

2.6.1 Serabut Kelapa 16

2.6.2 Serat Kayu 17

2.7 Uji Kekerasan 19

2.7.1 Metode Brinell.....20

2.7.2 Metode Vickers.....21

2.7.3 Metode Rockwell 22

2.8 Uji Waktu Pengereman 22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 24

3.1 Tujuan Penelitian 24

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 24

3.3 Metode Penelitian..... 25

3.4 Persiapan Alat dan Bahan 29

3.5 Prosedur Penelitian 30

3.5.1 Mendesain Alat Cetak Spesimen..... 30

3.5.2 Pencampuran Bahan 32

3.5.3 Alat Pengujian 33

3.6 Uji Pengurangan Massa 37

3.7 Teknik Analisis Data 38

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 39

4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers 39

4.2 Hasil Pengujian Waktu Pengereman 41

4.3 Pengurangan Massa Kampas Rem 46

4.4 Pembahasan 47

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN 49

5.1 Kesimpulan 49

5.2 Saran 50

DAFTAR PUSTAKA 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rem Cakram..... 8

Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit 13

Gambar 2.3 Serabut Kelapa 17

Gambar 2.4 Sebuk Kayu 19

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 27

Gambar 3.2 Desain Alat Penekan 30

Gambar 3.3 Desai Alas Cetakan 31

Gambar 3.4 Desain Penekan Cetakan 31

Gambar 3.5 Pencampuran Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu..... 32

Gambar 3.6 Alat Uji Pengereman 35

Gambar 3.7 Timbangan Digital 37

Gambar 4.1 Spesimen Uji Keras..... 39

Gambar 4.2 Diagram Hasil Uji Kekerasan Vickers 40

Gambar 4.3 Spesimen Uji Pengereman 42

Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Waktu Pengereman 45

Gambar 4.5 Grafik Pengurangan Massa 46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Komposisi Campuran..... 26

Tabel 4.1 Pengujian Kekerasan Vickers Komposit 39

Tabel 4.2 Nilai Rata-Rata Kekerasan Vickers Kampas Rem Kontrol..... 40

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL40KY00..... 42

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL30KY10..... 43

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL20KY20..... 43

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL10KY30..... 43

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL00KY40..... 45

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Kampas Rem Kontrol 44

Tabel 4.9 Data Hasil Pengurangan Massa Kampas Rem 46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Proses Pengambilan Data 53

Lampiran 2 Standar Deviasi Data Waktu Pengereman..... 62

Lampiran 3 Surat Permohonan Pemakaian Laboratorium..... 64

Lampiran 4 Dafar Lampiran Pekerjaan Pengujian Kekerasan..... 65

Lampiran 5 Surat Permohonan Peminjaman Alat Uji 66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pemakaian asbestos sebagai bahan kampas rem telah diketahui dapat membahayakan kesehatan manusia karena menghasilkan gas berbahaya. Asbestos menyebabkan dan memperparah penyakit seperti kanker *Mesothelioma* dan Paru-paru. Studi yang dilakukan oleh *National Institutes of Health*, Amerika Serikat pada tahun 1989 memaparkan bahwa jumlah mekanik yang mengalami *Mesothelioma* cukup tinggi. Kemudian badan kesehatan tersebut membuat pencegahan terhadap meluasnya dampak dari debu kampas rem tersebut. Bahan kampas rem yang terbuat dari asbestos sangat membahayakan kesehatan karena dapat mengganggu kesehatan dan banyak negara-negara maju yang telah menghentikan produksi bahan dari asbestos. Sejak penggunaan asbestos pada kampas rem telah dilarang pada banyak negara, kini banyak dilakukan pembuatan kampas rem berbahan non-asbestos.[1]

Banyak penelitian dilakukan untuk menemukan material ramah lingkungan sebagai pengganti asbestos pada material kampas rem. Asbestos sebagai bagian pada kampas rem memiliki nilai gesek yang tinggi yang diperlukan kampas rem sebagai alat pengereman.

Inovasi mengenai bahan untuk pembuatan kampas rem telah banyak dilakukan dan kini bahan asbestos tersebut dapat digantikan oleh bahan lain.

[1] Nuhu A. Ademoh dan Adeyemi I. Olabisi, "Development and Evaluation of Maize Huks (Asbestos-Free) Based Brake Pad", *Industrial Engineering Letter*, Vol. 5 No.2: Juli 2015: 68

Berdasarkan proses pembuatannya, kampas rem sepeda motor, termasuk pada *particulate composite*. Komposit jenis ini, bahan penguatnya (*reinforced*) terdiri atas partikel yang tersebar merata dalam matriks yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga menghasilkan bentuk solid yang baik. Bahan pengikat dapat membentuk sebuah matriks pada suhu yang relatif stabil. Bahan pengikat terdiri dari berbagai jenis resin diantaranya *phenolic*, *polyester*, ataupun *epoxy*. Resin tersebut berfungsi untuk mengikat berbagai zat penyusun di dalam bahan friksi.

Limbah serabut kelapa dan serbuk kayu banyak sekali dijumpai dan masih sedikit pemanfaatanya. Sampai saat ini pemanfaatan limbah berupa tersebut masih terbatas pada industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga dan belum diolah menjadi produk teknologi. Limbah serabut kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan baru pada komposit.[2] Ketersediaan limbah tersebut dalam jumlah banyak perlu dikembangkan penggunaanya menjadi produk rekayasa yang lebih bermanfaat, seperti sebagai bahan komposit untuk kampas rem. Komposit sangat mudah dibentuk, kuat, ringan, dan tidak korosi, murah dan masih banyak keunggulan lainnya. Komposit kini seolah menjadi material alternatif di segala bidang khususnya dalam bidang otomotif. Dengan segala keunggulannya, kini material komposit menjadi ketertarikan para peneliti untuk mempelajari material tersebut dengan tujuan menciptakan material baru yang memiliki kualitas yang lebih baik dari sekarang, dan juga ramah lingkungan.

Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian pada komposit serabut kelapa dan serbuk kayu untuk kampas rem yang diharapkan dapat menjadi bahan pembuatan kampas rem sehingga dapat mencegah bahaya yang

---

[2] Muh Amin dan Samsudi R, "Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua", *Prosiding Seminar Nasional Unimus*: 2010: 314

ditimbulkan dari kampas rem asbestos juga menghasilkan kampas rem dengan kualitas yang optimal. Selain itu, penelitian ini merupakan upaya pemanfaatan limbah serabut kelapa dan serbuk kayu dan juga sebagai inovasi untuk membuat kampas rem yang ramah lingkungan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di latar belakang masalah, maka dapat dijabarkan beberapa masalah dalam penelitian ini yakni:

1. Bahan apa saja yang dapat digunakan untuk membuat kampas rem?
2. Dapatkah kampas rem dibuat menggunakan serabut kelapa dan serbuk kayu?
3. Bagaimana membuat kampas rem dengan serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram?
4. Bagaimana pengaruh serabut kelapa dan serbuk kayu terhadap kekerasan, pengurangan massa dan waktu pengereman kampas rem?
5. Bagaimana hasil pengujian kekerasan, pengurangan massa dan waktu pengereman kampas rem cakram?
6. Berapa komposisi serabut kelapa dan serbuk kayu untuk menghasilkan kekerasan, pengurangan massa dan waktu pengereman yang optimal?

1.3. Batasan Masalah

Untuk mengetahui dan memberikan gambaran mengenai masalah-masalah apa saja yang akan dibahas pada penelitian ini. Maka perlu diberikan batas pembahasan yang nantinya akan terfokus pada masalah dan mempermudah penelitian. Adapun batasannya adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah serabut kelapa dan serbuk kayu.
2. Matrik yang digunakan adalah *polyester*.
3. Pengereman menggunakan rem cakram sepeda motor.
4. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan, pengurangan massa dan waktu pengereman.
5. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan Vickers.
6. Pengurangan massa diukur menggunakan timbangan digital.
7. Kecepatan alat uji pengereman 20 km/jam.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah di atas maka perumusan masalah yang diangkat adalah, “Bagaimana pengaruh komposisi terhadap karakteristik kekerasan, pengurangan massa dan waktu pengereman pada kampas rem dari komposit serabut kelapa dan serbuk kayu”

1.5. Tujuan Penelitian

1. Membuat kampas rem cakram dengan serabut kelapa dan serbuk kayu.
2. Mengetahui pengaruh campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram terhadap kekerasan yang dihasilkan.
3. Mengetahui pengaruh campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram terhadap pengurangan massa kampas rem.
4. Mengetahui pengaruh campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram kampas rem terhadap waktu pengereman.
5. Mengetahui komposisi campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram yang menghasilkan kekerasan, pengurangan massa dan waktu pengereman yang opimal dan mendekati karakteristik kampas rem kontrol.

1.6 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan material alternatif pada pembuatan kampas rem yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah serabut kelapa dan serbuk kayu. Selain itu penelitian ini juga mampu digunakan sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya guna mengembangkan kualitas kampas rem. Sehingga dapat dijadikan inovasi dalam pembuatan kampas rem.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rem

Rem adalah sebuah komponen kendaraan dengan memakai tahanan gesek buatan yang diterapkan pada sebuah mesin berputar agar gerakan mesin berhenti. Rem menyerap energi kinetik dari bagian yang bergerak. Energi yang diserap oleh rem berubah dalam bentuk panas. Panas ini akan menghilang dalam lingkungan udara supaya pemanasan yang hebat dari rem tidak terjadi. Desain atau kapasitas dari sebuah rem tergantung pada faktor-faktor berikut ini :

1. Tekanan antara permukaan rem.
2. Koefisien gesek antara permukaan rem.
3. Kecepatan keliling dari teromol rem.
4. Luas proyeksi permukaan gesek.
5. Kemampuan rem untuk menghilangkan panas terhadap energi yang diserap.[3]

Perbedaan fungsi utama antara sebuah clutch (kopling tak tetap) dan sebuah rem adalah bahwa clutch digunakan untuk mengatur/menjaga penggerak dan yang digerakan secara bersama-sama, sedangkan rem digunakan untuk menghentikan sebuah gerakan atau mengatur putaran.

[3] Ahmad Multazam, Achmad Zainuri dan Sujita, "Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol Sepeda Motor Honda Supra X125 Terhadap Keausan Kampas Rem", *Jurnal Mekanikal*, Vol. 2 No.2: Juli 2012: 39-46

Sistem rem dalam suatu kendaraan sepeda motor termasuk sistem yang sangat penting karena berkaitan dengan faktor keselamatan berkendara. Prinsip kerja sistem rem adalah mengubah tenaga kinetik menjadi panas dengan cara menggesekkan dua buah benda yang berbeda berputar sehingga putarannya akan melambat. Oleh sebab itu komponen rem yang bergesekan ini harus tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada saat bekerja dalam suhu tinggi.

Sistem rem dalam teknik otomotif adalah suatu sistem yang berfungsi untuk:

1. Mengurangi kecepatan kendaraan.
2. Menghentikan kendaraan yang sedang berjalan.
3. Menjaga agar kendaraan tetap berhenti.

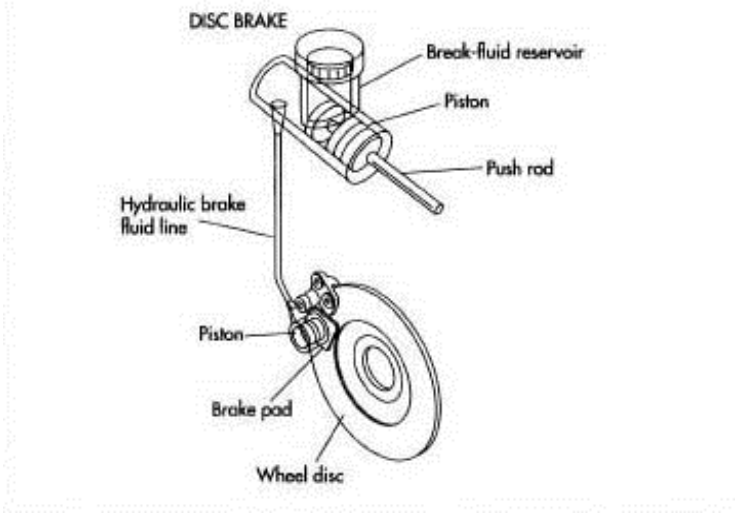
Semakin tinggi kemampuan kendaraan tersebut melaju maka semakin tinggi pula tuntutan kemampuan sistem rem yang lebih handal dan optimal untuk menghentikan atau memperlambat laju kendaraan. Untuk mencapainya diperlukan perbaikan-perbaikan dalam sistem pengereman tersebut. Sistem rem yang baik adalah sistem rem yang jika dilakukan pengereman baik dalam kondisi apapun pengemudi tetap dapat mengendalikan arah dari laju kendaraannya.[4]

2.2. Rem Cakram

Rem cakram terdiri dari piringan yang dibuat dari logam, piringan logam ini akan dijepit kampas rem yang didorong oleh sebuah piston kaliper yang kontak langsung dengan sisi kampas rem. Untuk menjepit piringan rem cakram menggunakan tekanan *hydraulic*, agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat

[4] Ian Hardianto Siahaan dan Hoo Yung Sen, "Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner," *Teknosim*, Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM, 2008, hal. 391-397

dan efisien.[5] Komponen rem cakram terdiri dari tuas rem, master silinder, selang rem, kaliper, piringan cakram, dan kampas rem. Rem cakram mempunyai batasan pada bentuk dan ukurannya, kampas rem cakram akan lebih cepat aus dari pada kampas rem tromol, tetapi kontruksinya sederhana yang memudahkan dalam perawatan dan pergantian kampas rem.



Gambar 2.1 Rem Cakram

2.3. Karakteristik Kampas Rem

2.3.1. Material Kampas

Persyaratan bahan untuk kampas rem, baik untuk drum ataupun disk sangatlah sulit. Di samping agar dapat memberikan koefisien gesek yang tinggi, juga diharapkan tidak terpengaruh oleh temperatur, tekanan, kecepatan gesek, air, oli dan secara mekanis harus mampu di keling atau di lem pada sepatunya, tidak

5 PT. Toyota Astra Motor, New Step 1 Training Manual (Jakarta: 2003) h.577

menimbulkan suara (*noise*) akibat pengereman, berharga murah dan mempunyai umur pakai yang lama.[6]

Bahan dasar kampas secara umum adalah asbestos dilengkapi dengan bahan inorganic seperti: logam oksida, sulphat, Mn atau Co dan silikat. Semuanya dilekatkan bersama dengan berbagai resin organik, karet dan lain-lain. kampas rem dari bahan asbestos hanya memiliki I jenis fiber yaitu asbes yang merupakan komponen yang menimbulkan karsinogenik, sehingga kampas rem ini memiliki kelemahan pada saat kondisi basah yang mengakibatkan efek licin waktu pengereman. Namun saat ini banyak digunakan material sintetis dimana semua bahan dicampur jadi satu termasuk asbestos fibres, kawat seng dan kuningan dengan menambahkan resin bahan pengikat. Sehingga dengan demikian lebih mudah untuk ditambahkan bahan lain guna meningkatkan kemampuan dari kampas rem, yang kemudian dikenal dengan tipe cetak (*moulded type*).

Bahan kampas rem asli adalah kampas rem yang terbuat dari bahan non asbestos biasanya terdiri dari 4 s/d 5 macam fiber diantaranya Kevlar, steel fiber, rock wool, cellulose dan carbon fiber yang memiliki serat panjang. Bilamana bahan menggunakan kampas rem non asbestos yang memiliki beberapa jenis fiber maka efek licin tersebut dapat teratasi. Bahan kampas rem non asbestos yang terbuat dari material berkualitas seperti Kevlar/aramid. Kevlar ini bahan yang digunakan untuk baju anti peluru di mana Kevlar mampu menghambat laju putaran peluru sampai berhenti, jadi pada dasarnya Kevlar itu menghentikan putaran peluru bukan memantulkan peluru seperti baja. Inilah yang kadang kadang orang berpendapat non

---

[6] Lubi,"Perancangan Kampas Rem Beralur dalam Usaha Meningkatkan Kinerja serta Umur dari Kampas Rem", *Jurnal Teknik Mesin ITS*, Vol.1 No1: Maret 2001: 48-54

asbestos keras padahal tidak, terbukti putaran peluru bisa dihentikan apalagi putaran rotor atau drum kendaraan bermotor.

Berdasarkan proses pembuatannya, kampas rem sepeda motor bahan penguatnya terdiri atas partikel yang tersebar merata dalam matriks yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga menghasilkan bentuk padatan yang baik. Melalui proses penekanan sekaligus pemanasan pada saat pencetakan akan dihasilkan kekuatan, kekerasan serta gaya gesek yang semakin meningkat. Pemanasan dilakukan pada temperatur berkisar antara 130°C-150°C, yang menyebabkan bahan tersebut akan mengalami perubahan struktur dimana antara partikel satu dengan yang lain saling melekat serta akan diperoleh bentuk solid yang baik dan matriks pengikat yang kuat.[7] Kekerasan standar kampas rem yaitu 70 – 127 VHN.

Kemampuan bahan material kampas rem setiap kendaraan memiliki titik kritis masing-masing. Titik kritis bahan material kampas rem, ditunjukan dengan mengerasnya permukaan kampas rem dan menjadi licin. Keadaan seperti itu yang mengakibatkan kendaraan mengalami pengereman kurang maksimal.

2.3.2. Sifat Mekanik Kampas Rem

Masing-masing tipe sepeda motor memiliki bentuk serta kualitas bahan kampas rem khusus. Secara umum bagian-bagian kampas rem terdiri dari daging kampas (bahan friksi), dudukan kampas (*body brake shoe*) dan 2 buah spiral. Pada aplikasi sistem pengereman otomotif yang aman dan efektif, bahan friksi harus memenuhi persyaratan minimum mengenai unjuk kerja, noise dan daya tahan. Bahan rem harus memenuhi persyaratan keamanan, ketahanan dan dapat mengerem dengan

[7] Imam Setyanto,"Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek", Skripsi Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009, h. 29

halus. Selain itu juga harus mempunyai koefisien gesek yang tinggi, keausan kecil, kuat, tidak melukai permukaan roda dan dapat menyerap getaran.

Sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (seperti komponen yang terbuat dari bahan tersebut) untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan/komponen tersebut. Sering kali bila suatu bahan mempunyai sifat mekanik yang baik tetapi kurang baik pada sifat yang lain, maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan berbagai cara yang diperlukan. Untuk mendapatkan standar acuan tentang spesifikasi teknik kampas rem, maka nilai kekerasan, keausan, bending dan sifat mekanik lainnya harus mendekati nilai standar keamanannya.

2.4. Pengertian Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari campuran dua atau lebih material dengan sifat-sifat baru dan lebih baik dari material-material penyusunya[8]. Komposit merupakan suatu campuran yang terdiri dari dua atau lebih komponen yang dibuat dengan tujuan memiliki sifat baru yang diharapkan memiliki keunggulan pada sifat fisik dan mekanik yang merupakan penggabungan sifat-sifat unggul dari masing-masing unsur pembentuknya. Komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makrokopis. Ini berbeda dengan paduan atau *alloy*, yang penggabungan unsur-unsurnya dilakukan secara mikrokopis. Pada bahan komposit, sifat-sifat unsur pembentuknya masih terlihat jelas, yang pada paduan sudah tidak lagi tampak secara nyata. Justru

[8] R.E,Smallman & R.J Bishop, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, (Jakarta : Erlangga), h.398.

keunggulan bahan komposit disini adalah penggabungan sifat-sifat unggul masing-masing unsur pembentuknya tersebut[9].

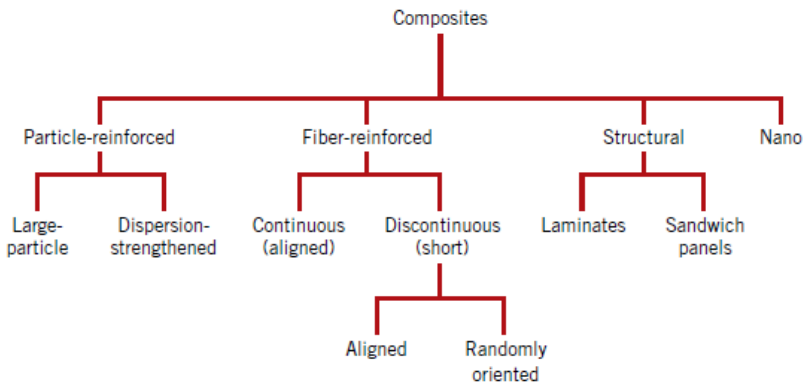
Pada saat ini material komposit tersebut sudah semakin banyak dikembangkan penggunaanya baik dalam bidang industri otomotif maupun dalam bidang lainya seperti penerbangan, konstruksi bangunan, peralatan olahraga, sampai dengan perlengkapan rumah tangga. Ringan, tahan korosi serta rendah biaya produksi merupakan beberapa keunggulan material komposit yang membuat material ini menjadi pilihan utama dalam pengembgangan suatu produk.

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber)* dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matriks. Serat menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit. Sedang matriks bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. matriks dalam pembuatan komposit tergantung dari sifat yang diinginkan dari pembuatan komposit tersebut, akan tetapi material yang banyak digunakan adalah logam, keramik, dan polimer[10]. Klasifikasi material komposit dijelaskan pada gambar 2.2.

---

[9] Bambang Kismono Hadi, "Mekanika Struktur Komposit" (Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, 2000), h.1

[10] Bodja Suwanto,"Pengaruh Temperatur Post-Curing Terhadap kekuatan tarik Komposit Epoksi Resin yang Diperkuat Woven Serat Pisang", e-Jurnal Wahana, H.2.



Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit[11]

Gambar di atas menunjukan klasifikasi ke dalam beberapa jenis, yaitu berpenguat partikel, serat dan struktur. Unsur utama bahan komposit adalah serat. Serat menentukan karakteristik bahan komposit, seperti: kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lain[12]. Dalam penelitian ini serat yang digunakan adalah serbuk kayu dan serabut kelapa dengan matriks *resin polyester*. Pemanfaatan bahan tersebut diyakini akan mempengaruhi kekerasan dan keausan sehubungan juga dengan tuntutan pelestarian lingkungan yang semakin tinggi karena komposit serat alam sangat ramah lingkungan.

2.5. Komposit Berpenguat Serat

Komposit berpenguat serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguatnya. Serat Biasanya terdiri dari bahan yang kuat, kaku dan getas. Hal ini terjadi karena serat lah yang terutama menahan gaya luar, sehingga serat haruslah kaku dan kuat. Dalam penggunaanya serat pada komposit dapat

[11] Callister Jr dan William D, "Materials Science and Engineering An Introduction" (New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2009), h.201
[12] Bambang Kismono Hadi, Op.Cit., h.1

disusun secara acak ataupun beraturan seperti susunan berupa memanjang, melebar dan berbentuk anyaman. Komposit yang diperkuat serat dibagi menjadi dua yaitu:

2.5.1. Komposit Serat Pendek

Komposit jenis ini mengandung serat pendek diantara matriksnya. Dalam penggunaanya serat pendek pada material komposit dapat dikelompokan menjadi dua, yaitu:

1. Material komposit serat pendek yang berorientasi secara acak diantara matriksnya. Serat didalam material komposit ini berposisi tidak beraturan atau acak
2. Material serat pendek yang mengandung serat yang terorientasi atau sejajar satu dengan yang lainnya. Serat didalam material komposit ini berposisi teratur atau beraturan ke satu arah

Komposit serat pendek lebih murah, cepat, dan fabrikasi dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain; pencetakan-injeksi, pencetakan-transfer, sehingga memudahkan para perancang[13].

2.5.2. Komposit Serat Panjang

Komposit serat panjang memiliki keunggulan tersendiri dalam pembuatannya yaitu serat panjang lebih mudah diatur dan disusun secara baik. Hal tersebut berbeda dengan serat pendek yang sulit disusun. Pada komposit serat panjang komposit dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan yang bersumber dari titik lainnya. Hal ini disebabkan oleh keberadaan serat panjang tersebut. Panjang dan diameter serat

[13] R.E,Smallman & R.J Bishop R.J, Op.cit., h.401

berpengaruh pada kekuatan tarik dan regangan[14]. Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang. Bentuk serat panjang memiliki kemampuan yang tinggi, disamping itu kita tidak perlu memotong-motong serat.

Fungsi serat adalah sebagai penguat komposit, disamping itu penggunaan serat juga mengurangi pemakaian resin sehingga akan diperoleh suatu komposit yang lebih kuat, kokoh dan tangguh jika dibandingkan produk bahan komposit yang tidak menggunakan serat penguat. Penggunaan serat panjang dan serat pendek pada material komposti memiliki kelebihan dan kekurangannya masing masing.

2.6. Serat Alam

Serat adalah suatu jenis material berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Material ini sangat penting untuk hewan maupun tumbuhan sebagai pengikat dalam tubuh.

Pada komposit, serat berfungsi sebagai bahan utama yang menahan gaya luar. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis. Serat alam dari tanaman sudah lama dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, misalnya untuk tekstil, tali temali, sikat, tambalan, tenun, atap, kertas, kerajinan, bahan bangunan dan kontruksi, serta bahan pembuatan serat sintetik[15]. Serat alam dapat dianggap sebagai komposit alami contohnya pada tumbuhan

---

[14] Efri Mahmuda, Shirley Savetlana dan Sugiyanto, "Pengaruh Penggunaan Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matriks Epoksi", Jurnal FEMA, Volume 1, No 3, tahun 2013, h. 82

[15] Budi Santoso, 2009, "Peluang Pengembangan Agave Sebagai Sumber Serat Alam", *Jurnal Perspektif*, Vol. 8 No. 2. h. 84 - 95

terdapat selulosa fibril tertanam dalam matriks lignin[16]. Serat alam yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan komposit adalah serabut kelapa dan sebuk kayu.

2.6.1. Serabut Kelapa

Sabut kelapa adalah salah satu biomasa yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping pertanian. Komposisi sabut kelapa sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari serat (*fibers)* dan gabus (*pitch*) yang menghubungkan satu serat dengan serat yang lainnya Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus[17].

Serabut kelapa dengan tekstur berupa serat kasar mengandung selulosa yang cukup besar. Selulosa adalah senyawa seperti serabut liat, tidak larut dalam air, dan ditemukan dalam dinding sel pelindung tumbuhan. Warna coklat atau hitam yang dihasilkan dari serabut kelapa, karena adanya senyawa tannin yang membuat warna dari serabut kelapa berubah dari warna putih ke warna cokelat atau hitam. Selain itu reaksi kimia ini menyebabkan serabut kelapa mejadi keras dan kaku. Tannin adalah salah satu senyawa fenolik yang dapat berfunsi sebagai antioksidan bagi makhluk hidup. Antioksidan inilah yang berperan sebagai senyawa untuk meredam dampak negatif dari radikal bebas yang dihasilkan oleh tubuh. Dilihat dari bentuk dan ukuran serat terlihat ada tiga tipe serat yang terkandung dalam serabut kelapa, yaitu :

1. Serat yang terdapat pada dekat kulit luar sabut, tampilan serat halus, lurus dan panjang dikenal dengan *yarn fiber*.

---

[16] Maya Jacob, Sabu Thomas, 2007, "Biofibers and Biocomposite", *Jurnal Elsevier,* Vol. 71 pp. 343-364

[17] I Wayan Sudiarta, Ni Putu Diantariani dan Dwi Ariani Yulihastuti, "Bioporsi Cr(III) pada Biosorben Serat Sabut kelapa Teraktivasi Amonium Hidroksida (NAOH)", Jurnal Kimia, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana, h.103

2. Serat yang berada dekat dan melekat pada tempurung, tampilan serat keriting, panjang, dikenal dengan *bristle fiber*.
3. Serat yang berada dekat dan melekat pada tempurung sekitar batok buah, berbentuk serat pendek, halus dan dikenal dengan "mattrass fiber".

Gambar 2.3 Serabut Kelapa[18]

2.6.2. Serat Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah dari kayu produksi. Kayu-kayu yang telah memperoleh perlakuan permesinan akan menghasilkan limbah berupa serbuk. Serbuk ini sangat banyak jumlahnya sehingga perlu pengolahan ulang agar lebih bermanfaat.

Tanaman kayu dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok besar yaitu kelompok Gymnospora, yaitu yang biasa disebut dengan *Softwood* dan kelompok Angiospora yang dikenal dengan Hardwood Kayu terbuat dari bermilyar-milyar pembuluh kecil yang berjajar sepanjang batang pohon. Apabila pohon ini masih

[18]Bakri, Sri Chandrabakty, dkk. "Pengaruh Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Untuk Aplikasi Baling-Baling Kincir Angin". Palu: Teknik Mesin Universitas Tadulako, 2014.

hidup pembuluh ini mengangkut air tumbuhan dari akar ke daun. Kayu dari tiap-tiap jenih pohon berbeda warna, kekerasan, dan polanya (serat).[19]

Serbuk kayu merupakan salah satu limbah industri pengolahan kayu seperti serbuk gergajian. Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu penggergajian, kayu lapis, dan kertas. Masalah yang ditimbulkan dari industri pengolahan adalah limbah penggergajian yang kenyataannya dilapangan masih ada yang ditumpuk dan sebagian lagi dibuang ke aliran sungai sehingga menimbulkan pencemaran air, atau dibakar secara langsung sehingga emisi karbon di atmosfir bertambah.

Adanya limbah yang dimaksud adalah menimbulkan masalah penanganannya yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu solusi yang dapat dicari adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif.

Pada umumnya, serbuk kayu memiliki nilai kalor antara 4018.25 kal/g hingga 5975.58 kal/g dan memiliki komposisi kimia yang bervariasi, bergantung pada varietas, jenis, dan media tumbuh. Namun secara umum, serbuk kayu memiliki komposisi kimia seperti Holosellulosa (70,52%) kandungan, Sellulosa (40,99%) kandungan, Lignin (27,88%), Pentosan (16,89%), Abu (1,38%), dan Air (5,64%).

Kayu Sengon (*Albizia chinensis*) merupakan kayu produksi yang banyak diproduksi dan menghasilkan serbuk yang menjadi limbah, sehingga hal ini

[19] Bachtiar DM, Ulfah Hidayati dan Anggara Wdjajanto, “Limbah Kayu”, (Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup Seloliman) h.6

memunculkan ide untuk menggunakan serbuk tersebut sebagai salah satu bahan penelitian dalam pembuatan kampas rem.

Sengon menghasilkan kayu yang ringan sampai agak ringan, dengan densitas 320-640 kg/m^3 pada kadar air 15%. Agak padat, berserat lurus dan agak kasar, namun mudah dikerjakan. Kayu terasnya kuning mengkilap sampai cokelat-merah-gading, kekuatan dan keawetannya digolongkan ke dalam kelas kuat III – IV dan kelas awet III – IV dengan berat jenis 0,33 (0,24-0,49). Kayu ini tidak diserang rayap tanah, karena adanya kandungan zat ekstraktif di dalam kayunya.

Gambar 2.4 Serbuk Kayu

2.7. Uji Kekerasan

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaanya akan mangalami pergesekan (*Frictional force*), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (Metallurgy Engineering). Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk

menahan beban identasi atau penetrasi. Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam.metode pengujian kekerasan, yakni :

a. Brinell (HB/BHN)
b. Rockwell (HR/RHN)
c. Vickers (HV/VHN)
d. Micro Hardness

Pengujian kekerasan Brinnel merupakan pengujian standar skala industri, tetapi karena penekannya terbuat dari bola baja yang berukuran besar dan beban besar maka bahan yang sangat lunak atau sangat keras tidak dapat diukur kekerasannya. Penguian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekan alat penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk diatasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan (brinnel).Pemilihan masing-masing skala (metode pengujian) tergantung pada :

a. Permukaan material
b. Jenis dan dimensi material
c. Jenis data yang diinginkan
d. Ketersedian alat uji

2.7.1. Metode Brinell

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang dite kankan pada permukaan material uji tersebut (*speciment*). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan

Brinell sampai 400 HB, jika lebih dati nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian Rockwell ataupun Vickers. Angka Kekerasan Brinell (HB) didefinisikan sebagai hasil bagi (Koefisien) dari beban uji (F) dalam Newton yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi.

2.7.2. Metode Vickers

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 Derajat yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut. Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam Newton yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi.

2.7.3. Metode Rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut.

Skala yang umum dipakai dalam pengujian Rockwell adalah :

a. HRa (Untuk material yang sangat keras).
b. HRb (Untuk material yang lunak).
c. HRc (Untuk material dengan kekerasan sedang).

2.8. Uji Waktu Pengereman

Waktu pengereman merupakan suatu perhitungan yang dihasilkan dari sistem rem yang bekerja pada kendaraan. Waktu pengereman sangatlah penting efeknya terhadap jarak pengereman dan keamaan pengendara. Jika suatu rem memiliki daya cengkram yang baik, maka butuh waktu pengereman yang singkat dan jarak pengereman yang pendek hingga kendaraan tersebut berhenti dari lajunya. Tetapi jika suatu rem telah habis bagian kampas remnya akan membuat daya cengkram pengereman berkurang dan menghasilkan waktu pengereman yang lebih lambat dan jarak pengereman yang jauh. Perhitungan waktu pengereman berhubungan terhadap gerak lurus berubah beraturan.

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Jadi ciri utama GLBB adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat. Dengan kata lain gerak benda dipercepat. Namun demikian, GLBB juga dapat berarti bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lambat hingga akhirnya berhenti.[20] Dalam hal ini benda mengalami perlambatan tetap.

Perhitungan waktu pengereman dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan GLBB sebagai berikut :

$v_t = v_o + a.t$ ..... (2.1)

Persamaan kecepatan GLBB

$s = v_o.t + \frac{1}{2} a.t^2$ ..... (2.2)

Persamaan jarak GLBB

$v_t^2 = v_o^2 + 2.a.s$ ..... (2.3)

[20] Zaenul Arifin, Modul Fisika (Jakarta: 2012) h.24

Persamaan kecepatan sebagai fungsi jarak

Keterangan :

v_o = Kecepatan Awal ($^m/_s$)

v_t = Kecepatan Akhir ($^m/_s$)

a = Perlambatan ($^m/_s{}^2$)

t = Selang Waktu (s)

s = Jarak Yang Ditempuh (m)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram terhadap kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa kampas rem.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

1. **Tempat Pelaksanaan Penelitian**

   Pengujian waktu pengereman dilakukan di Laboratorium Uji Departemen Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

2. **Waktu Pelaksanaan Penelitian**

   Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari Juni 2016 sampai dengan Desember 2016.

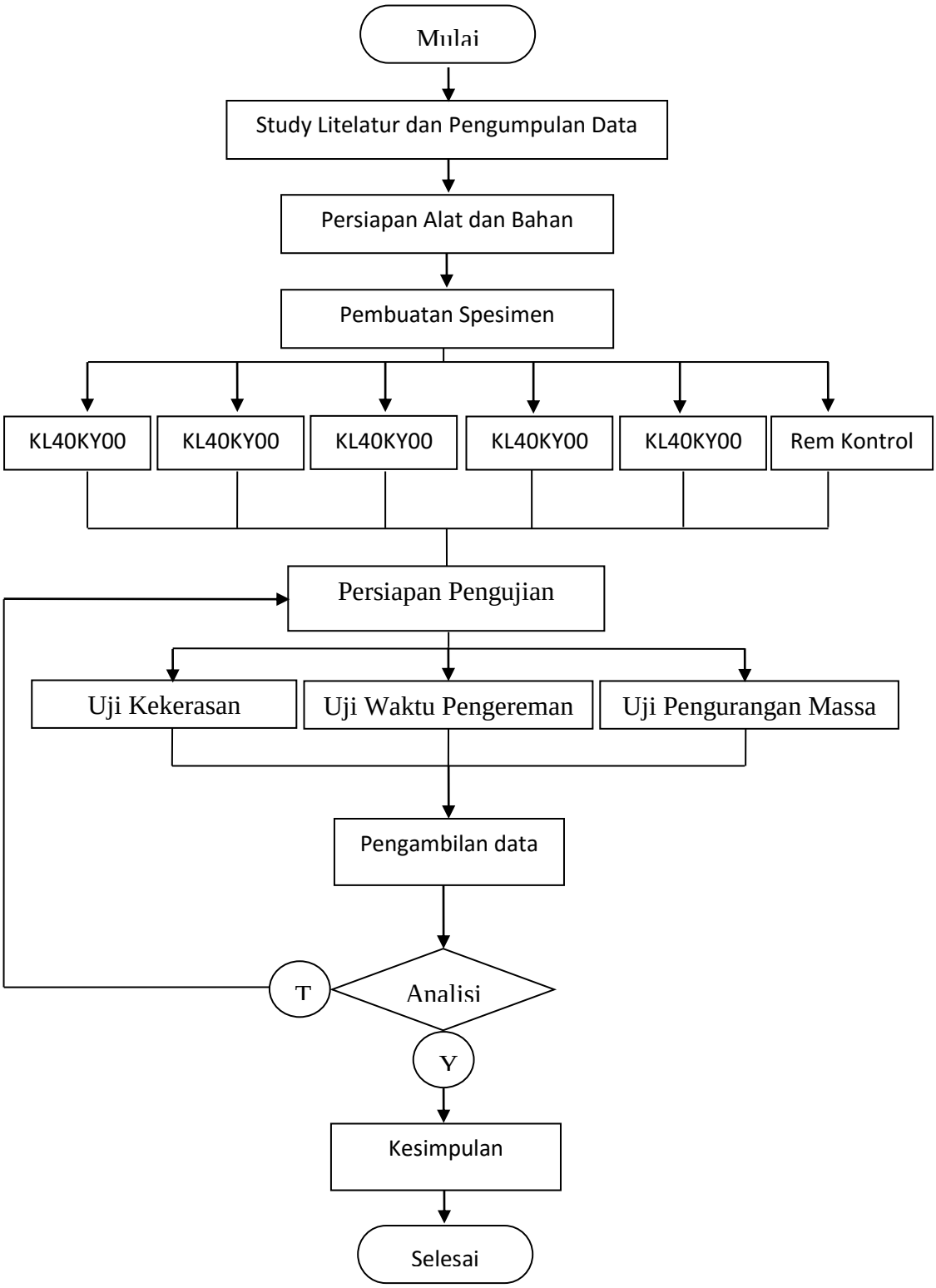
3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Eksperimen dalam definisinya adalah uji coba (*trial*) atau observasi khusus dengan tujuan untuk membuktikan dengan tepat setiap kondisi, sehingga kondisi yang meragukan dapat diperbaiki atau diatasi.[21] Dimana ekperimen dalam penelitian ini adalah melakukan suatu percobaan dengan membuat beberapa jenis variasi komposisi campuran serabut kelapa dan serbuk kayu yang berbeda pada kampas rem cakram, diuji dengan alat uji kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa di labolatorium uji universitas negeri jakarta. Peneliti mengumpulkan data menggunakan instrument yang bersifat mengukur dalam pengujian. Hasilnya dianalisis untuk mengetahui dan membandingkan nilai kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa. Pencampuran bahan dilakukan dengan komposisi sesuai tabel 3.1, sebagai berikut :

[21] Suwanda, *Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah,* (Bandung: Yrama Widya, 2011) hal 1.

No	Spesimen	Komposisi (% berat)		
		S. Kelapa	S. Kayu	Resin
1.	KL40KY0	0	40	60
2.	KL30KY10	10	30	60
3.	KL20KY20	20	20	60
4.	KL10KY30	30	10	60
5.	KL0KY40	40	0	60

Tabel 3.1 Variasi Komposisi Campuran



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir analisis variasi komposisi campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram terhadap uji kekerasan dan keausan, sebagai berikut:

1. Mulai dengan melakukan studi literatur untuk memperoleh informasi data dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi, juga sebagai acuan dalam penelitian ini.

2. Mempersiapkan desain cetakan sampel kampas rem yang akan dibuat dengan menggunakan gambar dari program *Inventor*.

3. Kemudian mempersiapkan alat dan bahan pembuatan sampel kampas rem yang termasuk dalam instrumen penelitian.

4. Menghasilkan 5 sampel kampas rem dengan variasi komposisi campuran yang berbeda, dan menggunakan satu kampas rem asbestos sebagai acuan sampel pembanding.

5. Melakukan persiapan uji kekerasan dan keausan, dengan menggunakan alat uji kekerasan dan keausan.

6. Melaksanakan uji pengereman terhadap kekerasan dan keausan dengan alat uji, untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram terhadap kekerasan dan keausannya.

7. Menganalisis hasil pengujian dengan acuan data Rem Kontrol untuk mendapatkan kesimpulan dalam pengujian yang dilakukan, kemudian dilakukan kembali ketahap berikutnya.

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

a. Alat

- 1 unit alat pressure
- Cetakan kampas rem
- Jangka sorong
- Sepatu rem cakram bekas
- Gergaji besi
- Kunci pas 10
- Timbangan
- Blender

b. Bahan

- Serabut kelapa
- Serbuk kayu
- Hardener
- Resin Polyester

3.5 Prosedur Penelitian

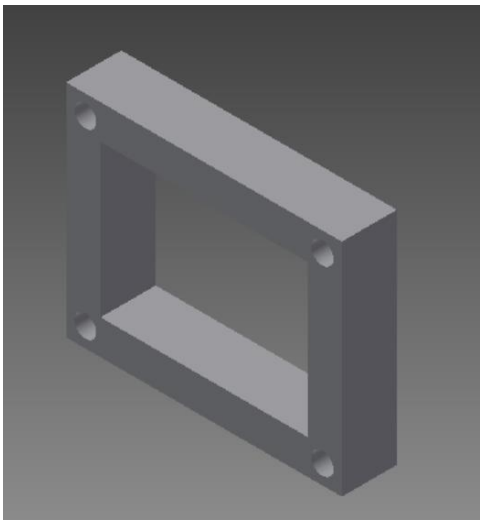
3.5.1 Mendesain Alat Cetak Spesimen

Langkah-langkah membuat spesiman serabut kelapa dan serbuk kayu adalah :

1. Mendesign alat dan Cetakan Spesimen

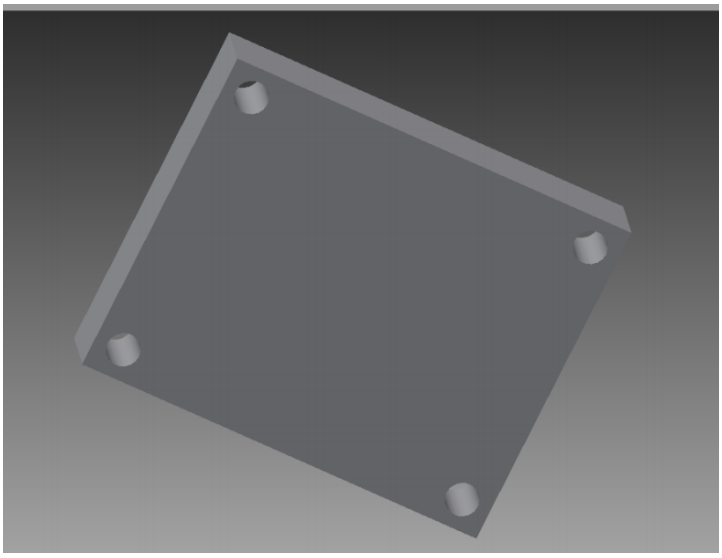
   Design cetakan digambar dengan aplikasi *Inventor*

   Berikut bagian-bagian cetakan didesain, seperti gambar 3.2. berikut:



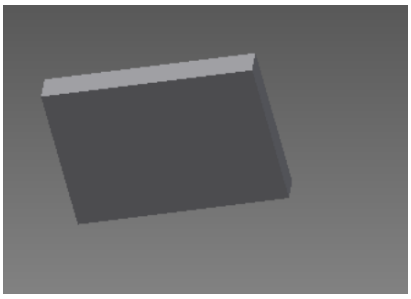
Gambar 3.2 Desain Alat Penekan

Untuk bagian bawah cetakan diberikan penampang seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain Alas Cetakan

Untuk alat penekannya mengikuti bentuk alat cetak yang berfungsi meneruskan tekanan yang diberikan alat press. Desain penekan produk seperti gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Penekan Cetakan

3.5.2 Pencampuran Bahan

Serabut kelapa dan serbuk kayu yang telah disaring menggunakan saringan mesh ukuran 40 μmm untuk mendapatkan kehalusan bahan yang diinginkan. Setelah kehalusan bahan didapatkan selanjutnya pencampuran dilakukan didalam wadah sehingga pencampuran serabut kelapa dan serbuk kayu tercampur secara merata.

Gambar 3.5 Pencampuran Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu

Adapun alat-alat dan bahan yang akan digunakan untuk proses pencampuran bahan, sebagai berikut:

- Timbangan fungsinya untuk menimbang berat massa dari bahan-bahan spesimen sebelum dilakukan pencetakan.
- Resin Polyester fungsinya sebagai cairan matrik pada campuran serabut kelapa dan serbuk kayu.

- Hardener berfungsi sebagai bahan tambahan untuk mempercepat proses pengerasan pada cairan resin.

3.5.3 Alat Pengujian

3.5.3.1 Uji Kekerasan

Uji kekerasan vickers menggunakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan adalah 1360. Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antar diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell

Angka kekerasan vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya. Luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut :

$$\text{VHN} = \frac{2P\sin(\frac{\theta}{2})}{d^2} = \frac{(1{,}854)P}{d^2} \quad \text{..... (3.1)}$$

Keterangan : P = beban yang digunakan (kg)

d = panjang diagonal rata- rataa (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136^0

Karena jejak yang dibuat dengan penekanan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukuranya, maka VHN tidak tergantung kepada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban

yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji vickers berkisar antara 1 hingga 120 kg. Tergantung pada kekerasan benda yang akan diuji.

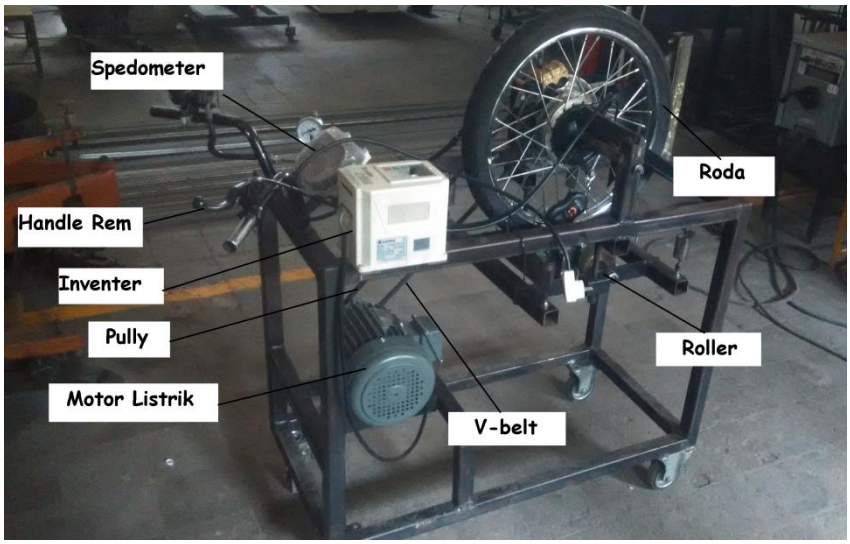
Tahapan-tahapan dalam pengujian spesimen adalah sebagai berikut:

1. Siapkan bagian pada benda uji yang akan diberi pembebanan dengan memberikan tanda.
2. Tekan tombol on pada alat uji vickers.
3. Tempatkan ujung indentor pada posisi yang akan ditekan.
4. Lakukan proses pemberian beban pada benda uji dengan cara mendekatkan indentor pada benda uji, lalu handle dilepas sehingga indentor yang berupa piramida intan menekan permukaan benda uji. Proses ini dilakukan selama 10-20 detik
5. Lihat angka yang tertera pada alat uji kekerasan vickers.
6. Mengulangi langkah nomor 5 pada titik berikutnya.

3.5.3.2 Uji Waktu Pengereman

Alat uji pengereman adalah alat sederhana sebagai simulasi pengereman untuk mengetahui waktu pengereman yang dihasilkan. Dengan menggunakan alat ini dapat diketahui ada atau tidak pengaruh pembuatan serabut kelapa dan serbuk kayu pada kampas rem cakram terhadap waktu pengereman. Cara kerja alat ini adalah dengan mengandalkan motor listrik yang dapat menggerakan roda layaknya seperti roda pada sebuah kendaraan bermotor, kecepatan putaran roda dapat diatur oleh *inverter* hingga mendapatkan kecepatan yang sesuai untuk uji pengereman, dan alat uji pengereman menggunakan penghitung waktu manual

untuk mengetahui waktu roda berhenti mulai dari tuas rem ditarik. Sedangkan untuk mengatur temperatur kampas rem di gunakan Heat Gun dan Termo couple.



Gambar 3.6 Alat Uji Pengereman

Spesifikasi alat uji pengereman yang kami buat secara berkelompok, sebagai berikut :

- Tipe motor listrik : 3 Phase, 1,5 Kw, 2 Pole
- Panjang x Lebar x Tinggi : 120 Cm x 88 Cm x 125 Cm
- Diameter roller : 10 Cm
- Diameter roda : 17 Inch
- cakram rem roda : Honda Supra
- Maksimal RPM : 2840 RPM
- Maksimal HP : 2 Hp
- Kecepatan maksimal : 120 Km/Jam
- Daya yang dibutuhkan : 380 Volt AC
- Hardware : Inverter Cutes CT-2000ES

Pengujian waktu pengereman dilakukan setelah pembuatan spesimen dan persiapan alat pengujian selesai. Berikut penjelasan alir pengujian :

1. Mulai dilakukan dengan mempersiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan untuk menjalankan alat uji tersebut.
2. Setting inverter digunakan untuk menghidupkan serta mematikan arus listrik ke motor listrik dan mengatur kecepatan 20 km/jam.
3. Motor listrik mengubah arus listrik dari inverter menjadi energi gerak. Energi gerak ini memutarkan puli yang ada di motor listrik diteruskan oleh v-belt menggerakkan puli sehingga memutarkan roda.
4. Stopwatch berfungsi melihat perubahan waktu dari kecepatan 20 km/jam dengan temperatur kampas rem yang diatur pada suhu 25 °C, 50 °C, 75 °C, dan 100 °C saat pengereman itu dilakukan.
5. Beban pedal 4 kg digunakan sebagai beban tangan pengendara saat handle tersebut ditekan.
6. Waktu yang diperoleh dari alat yang digunakan pada stopwatch untuk mencari perlambatan dan jarak pengereman.
7. Analisis dilakukan setelah data-data yang diperoleh dari hasil pengujian.
8. Kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan.

3.6 Uji Pengurangan Massa

Uji pengurangan massa bertujuan untuk mengetahui massa kampas rem sebelum dan sesudah dilakukan pengereman. Setiap spesimen kampas rem ditimbang dengan timbangan digital dan didapatkan massa sebelum dilakukan uji pengereman dan ditimbang kembali setelah dilakukan uji pengereman kemudian dihitung selisihnya untuk mendapatkan pengurangan massa setiap kampas rem tersebut.

Gambar 3.7 Timbangan Digital

3.7 Teknik Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dari proses pengujian kemudian akan dianalisis untuk memperoleh hasil akhir yang akan digunakan sebagai tingkat pembeda dari satu sampel dengan sampel lainya yang ditunjukan dari indikator-indikator penelitian yang telah ditetapkan. Langkah selanjutnya adalah dengan menganalisis hasil penelitian tersebut dari segi teoritis yang akan memperkuat berbagai argumen dan hipotesis yang telah diajukan dalam penelitian.

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat uji kekerasan vickers. Dalam pengujian ini peneliti mengambil tiga titik setiap sample kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

Dalam menganalisis data pengereman terhadap waktu, alat yang digunakan adalah alat uji pengereman. Dalam pengujian ini peneliti mengambil data secara maksimal. Peneliti mengatur kecepatan motor yang dibutuhkan dan mengatur variasi temperatur kemudian melakukan pengereman pada kecepatan yang telah sesuai, sehingga dapat mengetahui waktu pengereman yang terjadi.

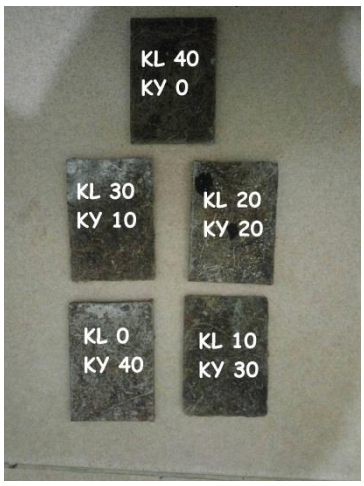
Nilai pengurangan massa kampas rem didapatkan dengan menimbang dengan timbangan digital. Spesimen uji ditimbang sebelum melakukan uji waktu pengereman dan setelah dilakukan uji waktu pengereman sehingga dapat diketahui pengurangan massa dari setiap spesimen.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi serabut kelapa dan serbuk kayu terhadap kekerasan, data hasil kekerasan didapatkan melalui pengujian menggukanan alat uji kekerasan Vickers.



Gambar 4.1 Spesimen Uji Keras

Pengujian dengan komposisi polyester sebanyak 60% pada pesimen dan variasi serabut kelapa dan serbuk kayu. Prosentase variasi dapar dlihat melalui tabel 4.1:

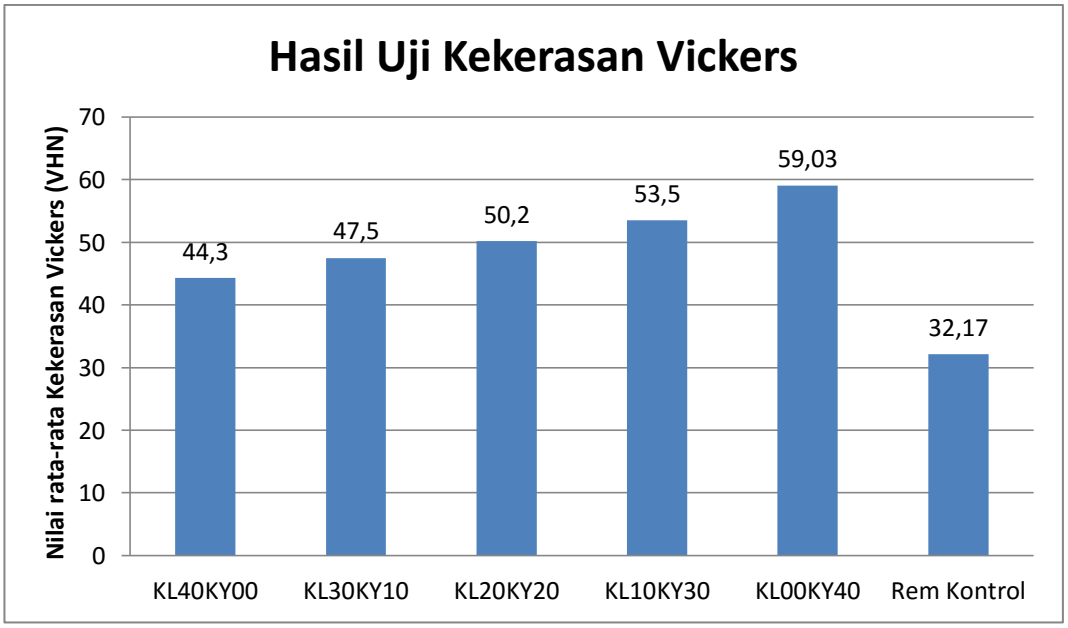
Tabel 4.1 Pengujian Kekerasan Vickers Komposit

Prosentase Volume (%) (Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu)	Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (VHN)
KL40KY0	1 2 3 $\bar{x}$	44.3 44.4 44.2 44.3
KL30KY10	1 2 3 $\bar{x}$	47.4 47.2 47.9 47.5

KL20KY20	1 2 3 $\bar{x}$	50.8 50.0 49.9 50.2
KL10KY30	1 2 3 $\bar{x}$	53.6 53.2 53.6 53.5
KL00KY40	1 2 3 $\bar{x}$	59.6 58.8 58.7 59.0

Tabel 4.2 Nilai Rata-Rata Kekerasan Vickers Kampas Rem Kontrol

Pengujian Kekerasan Pada Titik	Nilai kekerasan (VHN)
1 2 3	31.2 33.1 32.2
Rata-rata	32.17



Gambar 4.2 Diagram Hasil Uji Kekerasan Vickers

Nilai kekerasan yang muncul pada alat uji kekerasan vickers berfungsi untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi prosentase bahan yang telah ditetapkan. Jika dilihat dari tabel yang telah diperoleh, grafik diatas menunjukan adanya pengaruh variasi prosentase bahan komposit. Kampas rem KL40KY00 memiliki nilai kekerasan sebesar 44,3 VHN. Pada kampas rem KL30KY10 memiliki nilai kekerasan sebesar 47,5 VHN. Pada kampas rem KL20KY20 memiliki nilai kekerasan sebesar 50,2 VHN. Pada kampas rem KL10KY30 memiliki nilai kekerasan sebesar 53,5 VHN. Pada kampas rem KL00KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 59 VHN.

4.2. Hasil Pengujian Waktu Pengereman

Hasil uji waktu pengereman pada alat uji pengereman diperoleh dengan cara menjalankan alat uji pengereman yang digerakan oleh sebuah motor listrik yang kecepatan putarannya dapat diatur oleh inventer sehingga mendapatkan kecepatan yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan pada kecepatan 20 km/jam pada temperatur 25°C, 50°C, 75°C, 100°C. Disetiap kecepatan yang telah ditentukan pengujian dilakukan sebanyak tiga kali, sehingga dapat diperoleh data yang akurat dengan cara mengambil nilai rata-rata dari hasil waktu pengereman yang didapatkan. Beban maksimal yang berikan pada tuas rem sebesar 4 kg yang telah diukur sebelumnya dengan menggunakan alat ukur beban tarik.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran serabut kelapa dan serbut kayu dan temperatur terhadap waktu pengereman melalui alat uji pengereman. Berikut ini adalah hasil pengujian waktu pengereman :

Gambar 4.3 Spesimen Uji Pengereman

4.2.1. Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen KL40KY00

Pengujian Waktu Pengereman Spesimen KL40KY00 berbahan Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu dapat dilihat melalui tabel 4.3:

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL40KY00

No.	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
		1	2	3	Rata-rata
1.	25	0,53	0,55	0,54	0,54
2.	50	0,56	0,57	0,57	0,57
3.	75	0,63	0,64	0,63	0,63
4.	100	0,68	0,68	0,67	0,68

4.2.2. Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen KL30KY10

Pengujian Waktu Pengereman Spesimen KL30KY10 berbahan Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu dapat dilihat melalui tabel 4.4:

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL30KY10

No.	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
		1	2	3	Rata-rata
1.	25	0,43	0,43	0,42	0,43
2.	50	0,48	0,48	0,47	0,48
3.	75	0,52	0,53	0,52	0,52
4.	100	0,60	0,61	0,60	0,60

4.2.3. Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen KL20KY20

Pengujian Waktu Pengereman Spesimen KL20KY20 berbahan Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu dapat dilihat melalui tabel 4.5:

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL20KY20

No.	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
		1	2	3	Rata-rata
1.	25	0,33	0,33	0,32	0,33
2.	50	0,38	0,38	0,39	0,38
3.	75	0,44	0,41	0,43	0,43
4.	100	0,55	0,55	0,53	0,54

4.2.4. Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen KL10KY30

Pengujian Waktu Pengereman Spesimen KL10KY30 berbahan Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu dapat dilihat melalui tabel 4.6:

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL10KY30

No.	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
		1	2	3	Rata-rata
1.	25	0,31	0,31	0,32	0,31
2.	50	0,35	0,35	0,32	0,34
3.	75	0,42	0,41	0,43	0,42
4.	100	0,50	0,51	0,52	0,51

4.2.5. Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen KL00KY40

Pengujian Waktu Pengereman Spesimen KL00KY40 berbahan Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu dapat dilihat melalui tabel 4.7:

Tabel 4.7 Tabel Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman KL00KY40

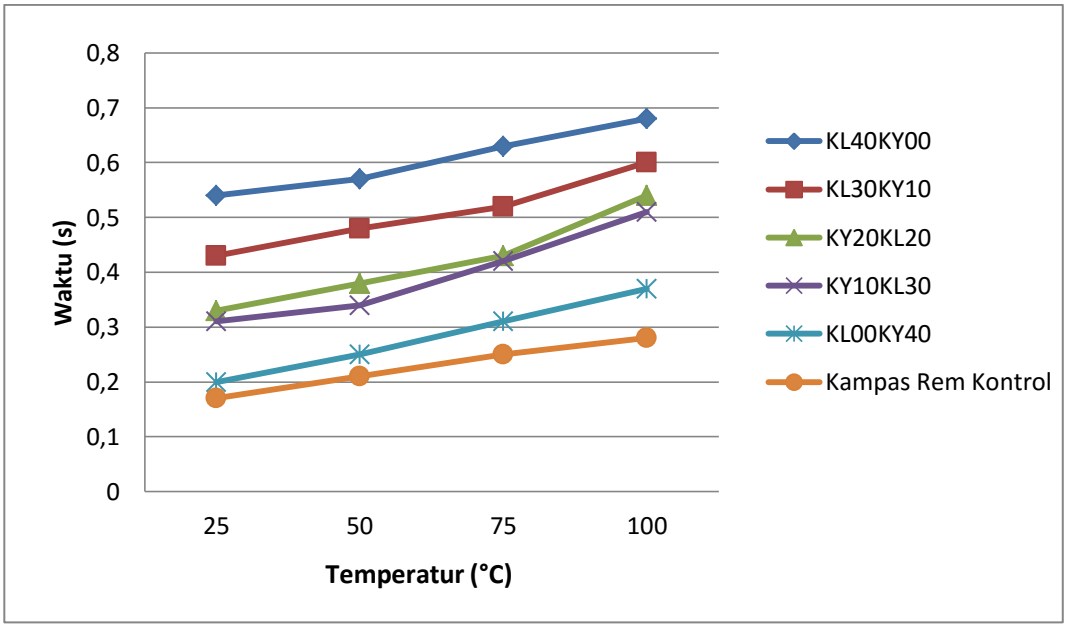
No.	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
		1	2	3	Rata-rata
1.	25	0,21	0,20	0,20	0,20
2.	50	0,25	0,25	0,24	0,25
3.	75	0,31	0,30	0,32	0,31
4.	100	0,37	0,36	0,38	0,37

4.2.6. Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Kampas Rem Kontrol

Pengujian Waktu Pengereman Kampas Rem Kontrol dapat dilihat melalui tabel 4.8:

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Kampas Rem Kontrol :

No.	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
		1	2	3	Rata-rata
1.	25	0,17	0,17	0,18	0,17
2.	50	0,21	0,21	0,22	0,21
3.	75	0,26	0,25	0,25	0,25
4.	100	0,28	0,27	0,29	0,28



Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Waktu Pengereman

Pada grafik waktu pengereman ditemukan bahwa adanya pengaruh prosentasi variasi serbuk kayu dan serabut kelapa dengan variasi temperatur yang ditentukan terhadap waktu pengereman.

Spesimen KL40KY00 memiliki waktu pengereman pada kecepatan 20 km/jam pada temperatur 25 °C sebesar 0,54 detik , 50 °C sebesar 0,57 detik, 75 °C sebesar 0,63 detik dan 100 °C sebesar 0,68 detik.

Spesimen KL30KY10 memiliki waktu pengereman pada kecepatan 20 km/jam pada temperatur 25 °C sebesar 0,43 detik , 50 °C sebesar 0,48 detik, 75 °C sebesar 0,52 detik dan 100 °C sebesar 0,60 detik.

Spesimen KL20KY20 memiliki waktu pengereman pada kecepatan 20 km/jam pada temperatur 25 °C sebesar 0,33 detik , 50 °C sebesar 0,38 detik, 75 °C sebesar 0,43 detik dan 100 °C sebesar 0,54 detik.

Spesimen KL10KY30 memiliki waktu pengereman pada kecepatan 20 km/jam pada temperatur 25 °C sebesar 0,31 detik , 50 °C sebesar 0,34 detik, 75 °C sebesar 0,42 detik dan 100 °C sebesar 0,41 detik.

Spesimen KL00KY40 memiliki waktu pengereman pada keceparan 20 km/jm pada temperatur 25 °C sebesar 0,2 detik , 50 °C sebesar 0,25 detik, 75 °C sebesar 0,31 detik dan 100 °C sebesar 0,37 detik.

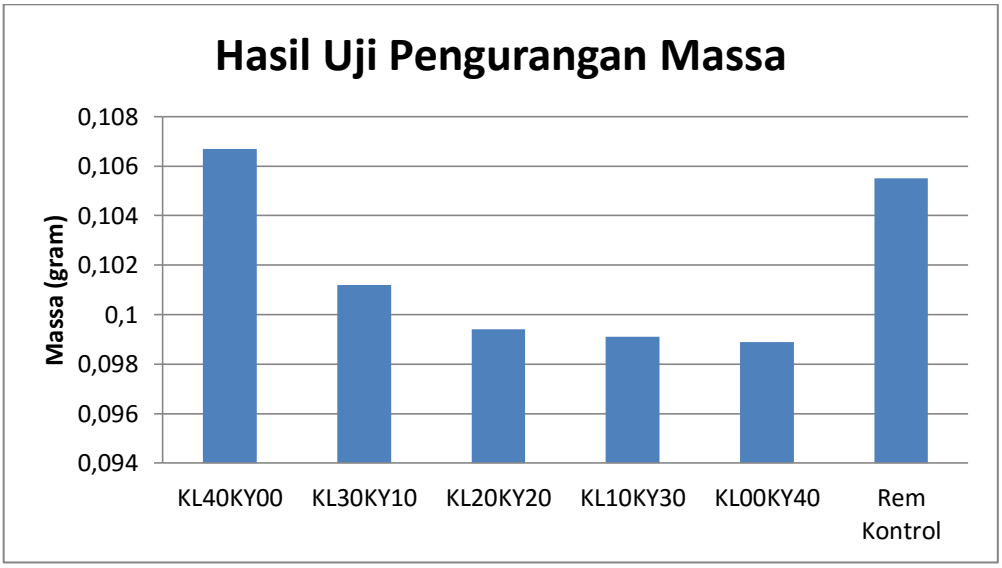
Rem Standar memiliki waktu pengereman pada keceparan 20 km/jm pada temperatur 25 °C sebesar 0,17 detik , 50 °C sebesar 0,21 detik, 75 °C sebesar 0,25 detik dan 100 °C sebesar 0,28 detik.

4.3. Pengurangan massa kampas rem

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data pengurangan massa setelah dilakukan pengujian pengereman dengan kecepatan 20 km/jam Berikut ini adalah hasil pengurangan massa pada variasi komposisi spesimen kampas rem cakram, seperti pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Hasil Pengurangan Massa Kampas Rem

Pengurangan massa	Spesimen KL40KY00	Spesimen KL30KY10	Spesimen KL20KY20	Spesimen KL10KY30	Spesimen KL00KY40	Kampas rem Kontrol
Pengurangan massa (gram)	0,1067	0,1012	0.0994	0,0991	0,0989	0,1055



Gambar 4.5 Grafik Pengurangan Massa

Pada grafik pengurangan massa ditemukan bahwa adanya pengaruh prosentasi variasi serbuk kayu dan serabut kelapa terhadap pengurangan massa setelah dilakukan pengujian pengereman. Spesimen KL00KY40 memiliki pengurangan massa terendah dibandingkan Spesiman KL40KY10, KL30KY10, KL20KY20, KL10KY30 dan Rem Kontrol.

4.4. Pembahasan

Dengan pengambilan 3 titik pada setiap spesimen uji diperoleh 3 nilai kekerasan pada setiap sample. Dimana setiap pengambilan titik pada setiap sample nantinya diambil rata-ratanya. Nilai kekerasan pada tabel 4.2 menunjukan setiap penambahan prosentase kayu pada interval 0% sampai dengan 40% maka nilai kekerasan akan semakin meningkat dan kampas rem yang memiliki nilai kekerasan paling mendekati nilai rem kontrol yaitu pada Spesimen KL40KY00.

Berdasarkan grafik waktu pengereman yang diperoleh pada alat uji pengereman kampas rem menujukan adanya pengaruh variasi prosentanse bahan dan temperatur pada waktu pengereman. Grafik tersebut menunjukan semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi waktu pengeremannya. Waktu pengereman yang paling mendekati nilai rem kontrol ditunjukan oleh Spesimen KL00KY40 dengan nilai pada temperatur 20 °C sebesar 0,2 detik , 50 °C sebesar 0,25 detik, 70 °C sebesar 0,31 detik dan 100 °C sebesar 0,37 detik.

Hasil pengujian pengurangan massa menunjukan nilai terendah diperoleh spesimen KL00KY40. Hal ini sebanding dengan nilai kekerasan yang diperoleh spesimen tersebut. Semakin tinggi prosentase kayu pada spesimen maka semakin rendah pengurangan massa yang dihasilkan.

Jika dilihat secara keseluruhan maka nilai kekerasan pada kampas rem Kontrol memiliki nilai kekerasan yang rendah namun memiliki waktu pengereman terbaik dengan nilai kekerasan sebesar 32,17 VHN dan waktu pengereman pada temperatur 20 °C sebesar 0,17 detik , 50 °C sebesar 0,21 detik, 70 °C sebesar 0,25 detik dan 100 °C sebesar 0,28 detik. sedangkan kanpas rem bahan komposit serabut kelapa dan serbuk kayu yang memiliki nilai kekerasan dan waktu pengereman mendekati kampas rem kontrol adalah Spesimen KL20KY20.

Dari data penelitian dapat dianalisa kampas rem Spesimen KL00KY40 memiliki nilai kekerasan didapatkan dengan nilai kekerasan 44,3 Vickers. Lalu waktu pengereman dan pengurangan massa terendah didapatkan pada kampas rem Spesimen KL00KY40 dengan nilai kekerasan 44,3 Vickers dan waktu pengereman pada temperatur 25 °C sebesar 0,2 detik , 50 °C sebesar 0,25 detik, 75 °C sebesar 0,31 detik dan 100 °C sebesar 0,37 detik dan pengurangan massa sebesar 0,0989 gram.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapatlah kesimpulan sebagai berikut :

1. Kampas rem dapat dibuat dengan menggunakan bahan serabut kelapa dan serbuk kayu.
2. Dari hasil pengujian nilai kekerasan pada setiap variasi prosentase bahan berbeda-beda. Pada spesimen KL40KY00 memiliki nilai kekerasan sebesar 44,3 VHN, KL30KY10 sebesar 47,5 VHN, KL20KY20 sebesar 50,2 VHN, KL10KY30 sebesar 53,5 VHN, KL00KY40 sebesar 59 VHN. Hal ini menunjukan pada interval komposisi 0% sampai dengan 40% semakin tinggi prosentase kayu pada spesimen maka semakin tinggi nilai kekerasannya.
3. Pengurangan massa pada spesimen KL40KY00 sebesar 0,1067 gram, pada kampas rem spesimen KL30KY10 sebesar 0,1012 gram, pada kampas rem spesimen KL20KY20 sebesar 0,0994 gram, pada kampas rem spesimen KL10KY30 sebesar 0,0991 gram dan pada kampas rem spesimen KL00KY40 sebesar 0,0989 gram. Pengurangan massa pada setiap spesimen dengan interval komposisi 0% sampai dengan 40% sebanding dengan nilai kekerasana yang dimiliki. Semakin tingi prosentase kayu pada spesimen maka pengurangan massa semakin rendah.
4. Waktu pengereman pada setiap spesimen berbeda-beda dan waktu pengereman paling optimal ditunjukan oleh spesimen KL00KY40 dengan

waktu pengereman pada temperatur 20 °C sebesar 0,2 detik , 50 °C sebesar 0,25 detik, 70 °C sebesar 0,31 detik dan 100 °C sebesar 0,37 detik. Hal ini menunjukan semakin tinggi prosetase kayu interval komposisi 0% sampai dengan 40% pada spesimen akan baik waktu pengeremannya.

5. Spesimen yang paling mendekati karakteristik rem kontrol ditunjukan oleh spesimen KL00KY40 namun dengan kekerasan lebih tinggi sehingga memiliki umur pakai yang lebih panjang namun tetap pada nilai standart kampas rem.

5.2 Saran

1. Dapat dilakukan penelitian terhadap kandungan yang terdapat pada kampas rem konvensional.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menguji sifat mekanik lain dengan bahan serbuk kayu dan serabut kelapa.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada variasi dan komposisi bahan lain terhadap kekerasan dan waktu pengereman.

Daftar Pustaka

Ahmad Multazam, Achmad Zainuri dan Sujita. *Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol Sepeda Motor Honda Supra X125 Terhadap Keausan Kampas Rem.* Mataram: Universitas Mataram, 2012.

Bachtiar DM, Ulfah Hidayati dan Anggara Wdjajanto. *Limbah Kayu* . Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup Seloliman, 2007.

Bakri, Sri Chandrabakty, Dkk. *Pengaruh Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Untuk Aplikasi Baling-baling Kincir Angin.* Palu: Universitas Tadulako, 2014.

Bambang Kismono Hadi. *Mekanika Struktur Komposit.* Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 2000.

Bodja Suwanto. *Pengaruh Temperautr Post-Curing Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin yang Diperkuat Woven Serat Pisang.* Semarang: Politeknik Negeri Semarang, 2010.

Budi Santoso. *Peluang Pengembangan Agave Sebagai Sumber Serat Alam.* Malang: Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, 2009.

Callister Jr dan William D. *Materials Science and Engineering An Introduction.* New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2009.

Efri Mahmuda, Shirley Savetlana dan Sugiyanto. *Pengaruh Penggunaan Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matriks Epoksi.* Lampung: Universitas Lampung, 2013.

I Wayan Sudirta, Ni Putu Diantariani dan Dwi Ariani Yulihastuti. *Bioporsi Cr(III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Amonium Hidroksida (NaOH).* Denpasar: Universitas Udayana, 2011.

Ian Hardianto Siahaan dan Hoo Yung Sen. *Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stationer.* Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2008.

Imam Setyanto. *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek.* Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009.

Lubi. *Perancangan Kampas Rem Beralur dalam Usaha Meningkatkan Kinerja serta Umur dari Kampas Rem.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2001.

Maya Jacob dan Sabu Thomas. *Biofibers and Biocomposite*. Kerala: Mahatma Gandhi University, 2007.

Muh Amin dan Samsudi R. *Pemanfaatan Limbah Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua.* Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, 2010.

Nuhu A. Ademoh dan Adeyemi I. Olabisi. *Development and Evaluation of Maize Huks (Asbestos-Free) Based Brake Pad.* Minna: Federal University of Technology, 2015.

PT. Toyota Astra Motor. *New Step 1 Trainning Manual*. Jakarta: 2003.

R.E, Smallman dan R.J, Bishop. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material.* Jakarta: Erlangga, 2003.

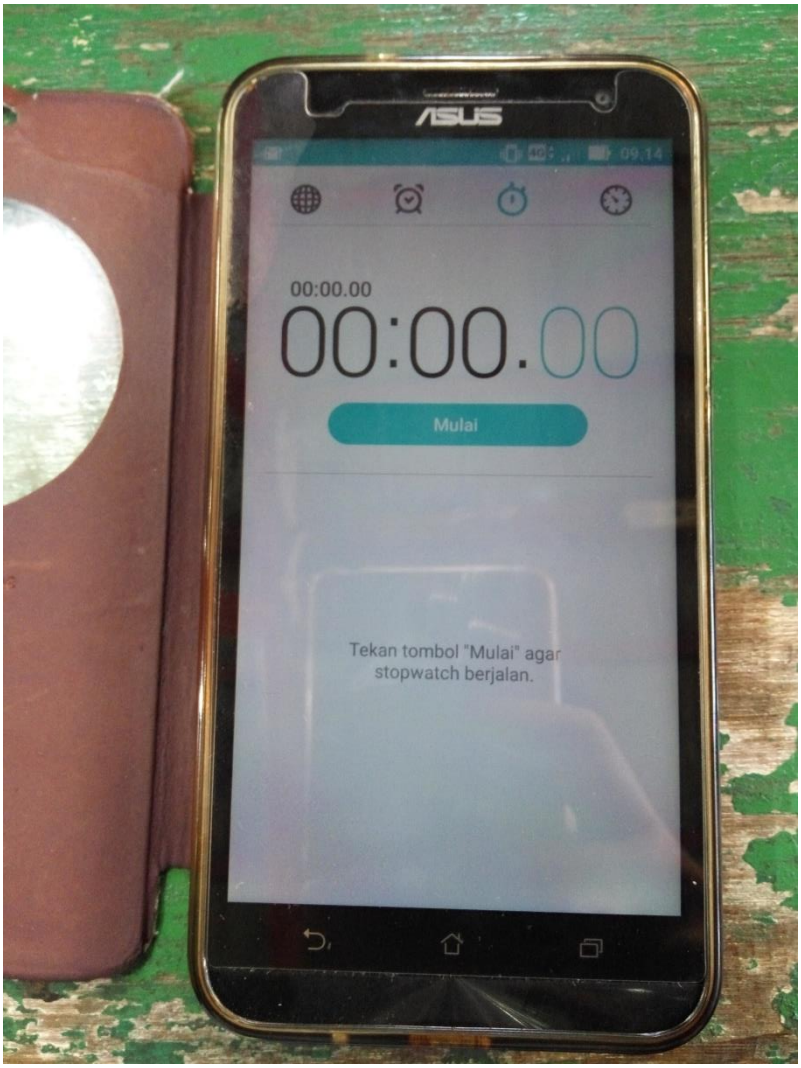
Suwanda. *Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah.* Bandung: Wrama Widya, 2001.

Lampiran

Lampiran 1. Gambar Proses Pengambilan Data

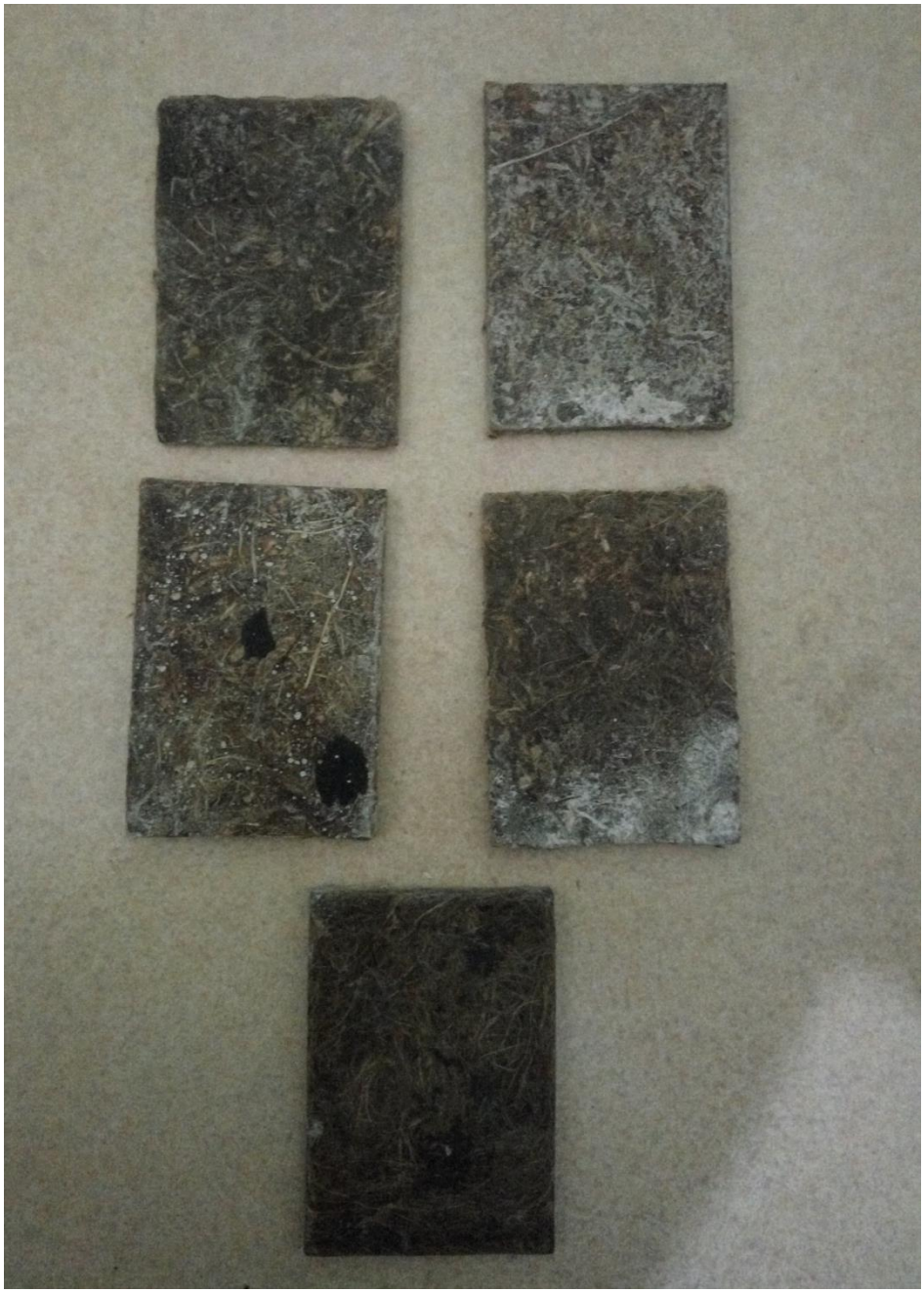
Gambar 1. Alat Uji Kekerasan Vickers

Gambar 2. Alat Uji Pengereman



Gambar 3. Alat Penghitung Waktu (*Stop Watch*)

Gambar 4. Spesimen Uji Pengereman



Gambar 5. Spesimen Uji Kekerasan

Gambar 6. Speedometer

Gambar 7. Inverter

Gambar 8. Timbangan Digital

Gambar 8. Thermo Couple

Lampiran 2. Standar Deviasi Data Waktu Pengereman

Spesimen KL40KY00

No.	Temperatur	Waktu (s)				
		1	2	3	Rata-rata	Standar Deviasi
1.	25°C	0,53	0,55	0,54	0,54	0,01
2.	50°C	0,56	0,57	0,57	0,57	0,0057
3.	75°C	0,63	0,64	0,63	0,63	0,0057
4.	100°C	0,68	0,68	0,67	0,68	0,0057

Spesimen KL30KY10

No.	Temperatur	Waktu (s)				
		1	2	3	Rata-rata	Standar Deviasi
1.	25°C	0,43	0,43	0,42	0,43	0,0057
2.	50°C	0,48	0,48	0,47	0,48	0,0057
3.	75°C	0,52	0,53	0,52	0,52	0,0057
4.	100°C	0,60	0,61	0,60	0,60	0,0057

Spesimen KL20KY20

No.	Temperatur	Waktu (s)				
		1	2	3	Rata-rata	Standar Deviasi
1.	25°C	0,33	0,33	0,32	0,33	0,0057
2.	50°C	0,38	0,38	0,39	0,38	0,0057
3.	75°C	0,44	0,41	0,43	0,43	0,0053
4.	100°C	0,55	0,55	0,53	0,54	0,0057

Spesimen KL10KY30

No.	Temperatur	Waktu (s)				
		1	2	3	Rata-rata	Standar Deviasi
1.	25°C	0,31	0,31	0,32	0,31	0,0057
2.	50°C	0,35	0,35	0,32	0,34	0,0017
3.	75°C	0,42	0,41	0,43	0,42	0,01
4.	100°C	0,50	0,51	0,52	0,51	0,01

Spesimen KL00KY40

No.	Temperatur	Waktu (s)				
		1	2	3	Rata-rata	Standar Deviasi
1.	25°C	0,21	0,20	0,20	0,20	0,0057
2.	50°C	0,25	0,25	0,24	0,25	0,0057
3.	75°C	0,31	0,30	0,32	0,31	0,01
4.	100°C	0,37	0,36	0,38	0,37	0,01

Lampiran 3. Surat Permohonan Pemakaian Laboratorium

KEMENTRIAN RISET,TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
Gedung B Kampus Rawamangun Jl.Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telp/fax :021-4700918 Website: www.ft.unj.ac.id/teknik-mesin

Building Future Leaders

Hal : Permohonan Pemakaian Laboratorium Jakarta,.....20.....

Yth.Kepala Laboratorium/Laboran
Material Jurusan Teknik Mesin FT,UNJ
Di
Tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan penelitian yang akan saya lakukan guna menyelesaikan (Tugas Akhir/Penelitian/Skripsi *) sesuai kurikulum di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin/Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, maka dengan ini:

Nama	.Elvin Muhammad Aji N.
NIM	. 5315125290
Fakulta/Jurusan	. Teknik / Pend. Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir/Penelitian/Skripsi	.Analisis Kekerasan dan keausan komposit serat kelapa dan serbuk kaye pada kampas rem sepeda motor.
No. Telepon/HP	. 085222-222 470

Bermaksud untuk meminjam Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin selama.....
Terhitung tanggal .22. bulan ...Sept s/d tanggal ..... bulan ..... selama menggunakan Laboratorium saya akan bertanggung jawab terhadap fasilitas sarana dan prasarana di laboratorium tersebut.
Demikian permohonan saya, atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Dosen pembimbing

Fifka THK Dwiyah
NIP. 197012122006042002

Hormat Saya

Elvin Muhammad . A.N
No. Reg. 5315125290

Mengetahui
Kepala Lab Material

Ir.Yunita Sari MT.MSI
NIP. 196806062005012001

CATATAN :

*Coret yang tidak perlu

Lampiran 4. Daftar Lampiran Pekerjaan Pengujian Kekerasan

KEMENTRIAN RISET,TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
Gedung B Kampus Rawamangun Jl.Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telp/fax :021-4700918 Website: www.ft.unj.ac.id/teknik-mesin

Building Future Leaders

DAFTAR LAMPIRAN PEKERJAAN

NO	HARI	TANGGAL	PEKERJAAN
1.	Rabu	21 Sept 2016	Uji Kekerasan
2.	Kamis	22 Sept 2016	Uji Kekerasan
3	Senin	26 Sep 2016	Lanjutan
4	Selasa.	27 Sep 2016.	Lanjutan
5.	Rabu.	28 Sep 2016	Lanjutan.
6.	Kamis.	29 Sep 2016	Lanjutan.

Jakarata, 21-9/2016
Mengetahui,
Teknisi / Laboran

Sumardi
NIP 197004151989021001

Lampiran 5. Surat Permohonan Peminjaman Alat Uji

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
Gedung B Kampus Rawamangun Jl. Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telp./Fax: 021-4700918 Website : www.ft.unj.ac.id/teknik-mesin

Hal : Permohonan Peminjaman Alat Uji

Jakarta, 08/11/2016

Kepada Yth.
Kepala Prodi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta
di Jakarta

Dengan hormat,

Sehubungan dengan penelitian yang sedang saya lakukan guna menyelesaikan Tugas Akhir/Penelitian, sesuai dengan kurikulum di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, maka dengan ini:

Nama	: Elvin Muhammad Aji Novaral
NIM	: 5315125290
Fakultas/Jurusan	: Teknik / Pendidika Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Penelitian	: Analisis Kekerasan dan Keausan Komposit Serat Kelapa dan Serbuk Kayu pada Kampas Rem Sepeda motor
No. Telp/HP	: 0852-2222-2470

bermaksud untuk meminjam Alat Uji Pengereman dan Thermal Couple di Laboratorium Otomotif. Demikian permohonan saya, atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui,
Peminjam

Elvin Muhammad Aji Novaral
NIM. 5315125290

Mengetahui,
Pembimbing I

Siska Titik Dwiyanti, S.Si., MT.
NIP. 197812122006042002

Mengetahui,
Kaprodi Pend. Teknik Mesin

Ahmad Kholil, ST., MT.
NIP. 197908312005011001

RIWAYAT HIDUP

Elvin Muhammad Aji Novaral, Lahir di Subang pada tanggal 02 November 1994 sebagai anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Eman Sulaeman dan Ibu Elly Meliasari. Beralamat di Kp. Rawamadusari Rt 17 Rw 05 Purwadadi-Subang.

Pendidikan formal yang pernah di tempuh adalah pada tahun 2000 masuk menjadi siswa SDN Ratna Budaya dan lulus pada tahun 2006. Kemudian melanjutkan pendidikan ke tingkat selanjutnya yaitu Sekolah Menengah Pertama SMP Negeri 1 Purwadadi, Purwadadi-Subang hingga tahun 2009. Pendidikannya pun diteruskan ke jenjang SMA yang bertempat di SMA Negeri 1 Subang lulus pada tahun 2012. Setelah itu kembali studinya di Universitas Negeri Jakarta prodi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik pada tahun 2012 dan saat ini telah berhasil menyelesaikan studi sarjana pendidikannya pada tahun 2017.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Negeri Jakarta, Elvin aktif dalam beberapa organisasi, diantaranya adalah FT English Club dan Automotive Racing Team UNJ. Selain itu, juga melaksanakan KKN “Kuliah Kerja Nyata” selama satu bulan di Pagaden-Subang, Magang SMK Malaka Jakarta selama dua bulan lalu melanjutkan kembali PKL di PT. ANTAM (Persero) Tbk. UBPP Logam Mulia bagian Mechanical Maintenance.