

**PENGUJIAN VARIABEL Pengereman dan  
Karakteristik Bahan pada Kampas Rem cakram  
berbahan komposit serbuk kayu dan serbuk  
Karbon**



Disusun Oleh:

**FICKRI WIDYARMA**

**5315127306**

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

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

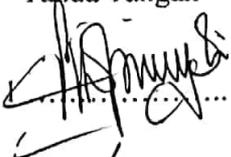
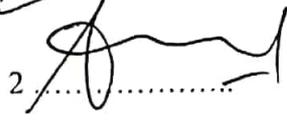
**2017**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

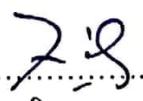
Judul: **PENGUJIAN VARIABEL Pengereman dan Karakteristik Bahan pada Kampas Rem Cakram Berbahan Komposit Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon.**

Nama : Fickri Widyarna  
No. Registrasi : 5315127306  
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

### DOSEN PEMBIMBING

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Dosen Pembimbing I 1. <u>Siska Titik Dwiyati, S.Si., M.T.</u> NIP : 197812122006042002		1. 17/8 - 2017
Dosen Pembimbing II 2. <u>Ahmad Kholil, S.T., M.T.</u> NIP : 197908312005011001		2. 23/8 - 2017

### DOSEN PENGUJI

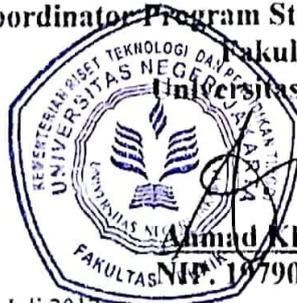
Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua 1. <u>Dr. Rivadi, S.T., M.T.</u> NIP : 196304201992031002		1. 12/8 - 2017
Sekretaris 2. <u>Drs. Syaripudin, M.Pd.</u> NIP : 196703211999031001		2. 12/8 / 2017
Dosen Ahli 3. <u>Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.</u> NIP : 196105211986021001		3. 10/8 17

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Jakarta



Ahmad Kholil, S.T., M.T.  
NIP: 197908312005011001

Tanggal ujian: 28 Juli 2017  
Tanggal lulus: 28 Juli 2017

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fickri Widyarma  
Nomor Registrasi : 5315127306  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Negeri Jakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya 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, Juli 2017



Fickri Widyarma

## ABSTRAK

### **FICKRI WIDYARMA, Pengujian Variabel Pengereman dan Karakteristik Bahan Pada Kampas Rem Cakram Berbahan Komposit Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon.**

Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Juli 2017.

Penelitian ini dilatar belakangi kebutuhan akan material kampas rem ramah lingkungan dan pemanfaatan limbah serbuk kayu dan serbuk karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengujian variabel pengereman dan karakteristik bahan pada kampas rem komposit serbuk kayu dan serbuk karbon. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Parameter yang diuji adalah waktu pengereman, sifat termal, kekerasan dan pengurangan massa.

Kampas rem yang digunakan spesimen C0KY40 (serbuk karbon 0%), C2KY40 (serbuk karbon 2%), C4KY40 (serbuk karbon 4%), C6KY40 (serbuk karbon 6%), C8KY40 (serbuk karbon 8%), C10KY40 (serbuk karbon 10%) dengan campuran serbuk kayu 40% dan matriks resin *polyester*.

Hasil pengujian variabel pengereman pada semua spesimen menunjukkan bahwa waktu pengereman semakin lama dengan naiknya kecepatan. Hasil pengujian variabel pengereman, menunjukkan bahwa spesimen C2KY40 memiliki indikasi yang paling mendekati kampas rem standar.

Hasil pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa pengujian TGA spesimen C6KY40 memiliki perubahan massa yang paling rendah dibandingkan spesimen lain. Hasil pengujian kekerasan bahan pada spesimen C2KY40, C4KY40, C6KY40, C8KY40, C10KY40 tingkat kekerasan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase karbon dan spesimen C0KY40 memiliki tingkat kekerasan paling tinggi. Namun hasil kekerasan yang mendekati kampas rem standar adalah spesimen C10KY40. Pada hasil pengurangan massa tingkat pengurangan massa paling rendah adalah spesimen C10KY40. Hasil pengujian karakteristik bahan, menunjukkan bahwa spesimen C10KY40 memiliki indikasi mendekati kampas rem standar.

Kata Kunci : Serbuk kayu, Serbuk Karbon, Variabel Pengereman, Karakteristik Bahan.

## ABSTRACT

### **FICKRI WIDYARMA, Braking Variable Test and Characteristics of Materials on Disc Brakes Shoe made from Sawdust Composite and Carbon Powder.**

**Thesis. Jakarta: Education of mechanical engineering, Faculty of engineering, State University of Jakarta, July 2017.**

This research will be based on the needs of the brake shoes eco-friendly materials and utilization of waste sawdust and carbon powder. This research aims to know the results of variable braking and characteristics of composite brake shoes materials on sawdust and carbon powder. This research uses experimental methods. The parameters tested was the time of braking, thermal properties, hardness and mass reduction.

Brake shoes that used specimen C0KY40 (carbon powder 0%), C2KY40 (carbon powder 2%), C4KY40 (carbon powder 4%), C6KY40 (carbon powder 6%), C8KY40 (carbon powder 8%), C10KY40 (carbon powder 10%) of the carbon powders mixed with sawdust 40% and polyester resin matrix.

The results of testing braking variables on all specimens show that the braking time is getting longer with the speed increase. Variable braking test results, indicating that the specimen of C2KY40 has the most indications approaching the standard brake shoes.

The test results showed that the material characteristics testing TGA C6KY40 specimens have the lowest mass of changes than other specimens. The results of testing the hardness of the material on the specimen C2KY40, C4KY40, C6KY40, C8KY40, C10KY40 the level of violence declined with increasing percentage of carbon and C0KY40 specimens have the level of violence is highest. Mass reduction results in the reduction of the level of the lowest mass is a specimen of C10KY40. The test results show that the material characteristics of the specimens C10KY40 have an indication of the approaching brake shoes standard.

Key words: Sawdust, Carbon Dust, Braking Variables, Characteristics of the materials.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan yang berjudul **“Pengujian Variabel Pengereman dan Karakteristik Bahan Pada Kampas Rem Cakram Berbahan Komposit Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon”**. 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, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
2. Siska Titik Dwiyantri, S.Si, M.T., selaku dosen pembimbing utama dan Ahmad Kholil, ST.,MT., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan bantuan baik materil maupun spiritual sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
3. Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd. Selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama perkuliahan.
4. Ayah, Ibu, Kakak dan Adik tercinta, atas doa, semangat, dan dukungannya baik moral dan material, sehingga semua berjalan lancar.

5. Fuad Haryo, Elvin Muhammad, dan Hendarko Ghanny, atas bantuan penelitian, dukungan dan kerjasamanya selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
6. Rahmad Kusnandar, Allan Kurniawan, Kenzi Muhammad, Wahyu Sinurat, Rahmad Bagus, Andri Gunawan, Riefky Septa, Given Oloan, Septyanto Eko, Rully Wirawan dan Riza Latif atas semangat dan dukungannya.
7. Sahabat dan teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011, 2012, 2013, 2014 dan 2015.
8. Teman-teman KKN unit Sukamulya Pagaden Subang 2015
9. 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, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	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 .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	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 Serbuk Kayu.....	16
2.6.2 Serbuk Karbon .....	18
2.7 Analisa Termal .....	20
2.8 Uji Kekerasan .....	22
2.8.1 Metode Brinell.....	23
2.8.2 Metode Vickers .....	24
2.8.3 Metode Rockwell .....	24
2.9 Uji Waktu Pengereman .....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Tujuan Penelitian .....	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	26
3.3 Metode Penelitian .....	26
3.4 Persiapan Alat dan Bahan .....	30
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
3.5.3.1 Uji Thermogravimetric Analysis .....	33
3.5.3.2 Uji Kekerasan.....	35
3.5.3.3 Uji Waktu Pengereman.....	36
3.5.3.4 Uji Pengurangan Massa .....	39
3.6 Teknik Analisis Data.....	39
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Hasil Pengujian Variabel Pengereman .....	41
4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Bahan .....	47
4.3 Pembahasan .....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rem Cakram.....	8
Gambar 2.2	Klasifikasi Komposit .....	13
Gambar 2.3	Serbuk Kayu .....	18
Gambar 2.4	Serbuk Karbon .....	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	28
Gambar 3.2	Desain Alat Penekan .....	31
Gambar 3.3	Desain Alas Cetakan .....	31
Gambar 3.4	Desain Penekan Cetakan .....	32
Gambar 3.5	Penampilan TGA <i>baseline</i> .....	33
Gambar 3.6	Alat Uji Pengereman .....	37
Gambar 3.7	Timbangan Digital .....	39
Gambar 4.1	Spesimen Uji Pengereman.....	42
Gambar 4.2	Grafik Hasil Uji Waktu Pengereman Variasi Kecepatan .....	45
Gambar 4.3	Grafik Hasil Temperatur Uji Waktu Pengereman.....	45
Gambar 4.4	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem Standar .....	47
Gambar 4.5	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C0KY40 .....	48
Gambar 4.6	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C2KY40 .....	49
Gambar 4.7	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C4KY40 .....	49
Gambar 4.8	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C6KY40 .....	50
Gambar 4.9	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C8KY40 .....	51
Gambar 4.10	Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C10KY40 .....	51
Gambar 4.11	Spesimen Uji Kekerasan Komposit Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon.....	52

Gambar 4.12	Diagram Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	54
Gambar 4.13	Grafik Pengurangan Massa.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variasi Komposisi Campuran .....	27
Tabel 4.1	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur C0KY40.....	42
Tabel 4.2	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur C2KY40.....	43
Tabel 4.3	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur C4KY40.....	43
Tabel 4.4	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur C6KY40.....	43
Tabel 4.5	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur C8KY40.....	44
Tabel 4.6	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur C10KY40.....	44
Tabel 4.7	Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Spesimen Temperatur Kampas Rem Standar .....	45
Tabel 4.8	Pengujian Kekerasan Vickers Komposit.....	53
Tabel 4.9	Nilai Rata – Rata Kekerasan Vickers Kampas Rem Standar.....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Proses Pembuatan Spesimen Kampas Rem Komposit...62
Lampiran 2	Gambar Proses Pengambilan Data Variabel Pengereman..... 62
Lampiran 3	Gambar Proses Pengambilan Data Variabel Pengereman..... 64
Lampiran 4	Surat Permohonan Pemakaian Laboratorium..... 65
Lampiran 5	Surat Permohonan Peminjaman Alat Uji..... 66
Lampiran 6	Daftar Lampiran Pekerjaan Pengujian Kekerasan..... 67
Lampiran 7	Riwayat Hidup..... 68

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kampas rem merupakan salah satu komponen bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan bermotor. Kampas rem merupakan salah satu komponen utama bagi kendaraan bermotor. Bahkan keselamatan jiwa manusia tergantung pada kualitas dari komponen tersebut. Kualitas suatu kampas rem tergantung material pembentukannya. Material pembuat kampas rem pada umumnya terbuat dari material asbestos. Namun penggunaan asbes dalam pembuatan kampas rem tidak ramah lingkungan karena memiliki dampak negatif bagi kesehatan yaitu dapat menyebabkan asbestosis/ fibrosis (penebalan dan luka gores pada paru-paru), kanker paru-paru dan kanker saluran pernapasan<sup>1</sup>.

Beberapa penelitian dilakukan untuk menemukan material ramah lingkungan sebagai pengganti asbestos pada material kampas rem. Inovasi mengenai bahan untuk pembuatan kampas rem telah banyak dilakukan dan kini bahan asbestos tersebut dapat digantikan oleh bahan lain. Komposit dikembangkan dari gagasan sederhana dimana dua atau lebih material digabungkan menghasilkan material baru yang memiliki sifat berbeda dari material penyusunnya<sup>2</sup>. Dengan

---

<sup>1</sup> Sulistijono. 2004. Material Komposit. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS, Surabaya. [www. iptek.net.com](http://www.iptek.net.com), dikunjungi : Senin, 30 Januari 2017 (08:35 WIB)

<sup>2</sup> R.E.Smallman & R.J Bishop R.J, Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material, (Jakarta : Erlangga), h.398.

segala keunggulannya, kini material komposit menjadi magnet peneliti untuk mempelajari material tersebut dengan tujuan menciptakan material baru yang memiliki kualitas yang lebih baik dari sekarang dan juga ramah lingkungan. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Elvin Muhammad Aji dengan menggunakan bahan serbuk kayu dan serabut kelapa sebagai penguat serta resin *polyester* sebagai pengikatnya, komposit jenis ini mempunyai sifat kekerasan yang baik. Semakin tinggi prosentase kayu pada spesimen maka semakin tinggi nilai kekerasannya<sup>3</sup>. Maka serbuk kayu memiliki potensi sebagai bahan alternatif serbuk penguat bahan non-asbes pada pembuatan kampas rem sepeda motor dan pembuatannya memiliki harga yang relatif murah.

Dengan demikian diperlukan penelitian bagaimana membuat kampas rem cakram dengan unsur-unsur bahan yang ramah lingkungan dengan harga yang terjangkau dan mempunyai ketahanan gesek yang tinggi. Karena kampas rem cakram harus memiliki daya tahan panas yang tinggi. Pada sistem rem cakram, gesekan merupakan faktor utama dalam pengereman, maka dari itu komponen yang dibuat untuk sistem rem cakram harus mempunyai sifat bahan yang tidak hanya menghasilkan jumlah gesekan yang besar, tetapi juga harus tahan terhadap gesekan dan tidak menghasilkan panas yang dapat menyebabkan bahan tersebut meleleh atau berubah bentuk.

---

<sup>3</sup> Elvin Muhammad Aji N, "Analisis Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengereman dan Pengurangan Massa Kampas Rem Dari Material Komposit Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu", hal.50

Untuk itu peneliti akan mengembangkan komposit serbuk kayu yang pernah diteliti dan mendapatkan hasil kekerasan yang baik. Peneliti juga akan menambahkan pencampuran serbuk karbon sebagai zat yang dapat meredam panas dan tetap menggunakan resin *polyester* sebagai pengikatnya. Serbuk karbon berfungsi untuk meningkatkan ketahanan gesek atau memiliki ketahanan panas yang baik, mengingat pada komposit serbuk kayu memiliki ketahanan panas yang kurang sempurna.

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian pada komposit serbuk kayu yang ditambahkan serbuk karbon diharapkan dapat menjadi bahan pembuatan kampas rem cakram, sehingga dapat mencegah bahaya yang ditimbulkan dari kampas rem asbestos dan juga menghasilkan kampas rem cakram dengan kualitas yang optimal.

## **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 serbuk kayu?
3. Bagaimana membuat kampas rem dengan serbuk kayu, serbuk karbon, dan resin *polyester*?
4. Bagaimana pengaruh serbuk karbon terhadap variabel pengereman dan karakteristik bahan kampas rem cakram?

5. Berapa komposisi serbuk kayu dan serbuk karbon terbaik untuk menghasilkan kampas rem yang optimal terhadap variabel pengereman dan karakteristik bahan?

### **1.3. Batasan Masalah**

Agar penelitian yang akan dilakukan tidak terlalu menyimpang dan terlalu luas maka perlu adanya pembatasan masalah, antara lain:

1. Variasi komposisi komposit kampas rem berbahan serbuk kayu, serbuk karbon, dan resin *polyester*.
2. Pengereman menggunakan rem cakram sepeda motor.
3. Mengetahui waktu pengereman, temperatur, tingkat kekerasan, dan pengurangan massa pada kampas rem cakram serbuk kayu dan serbuk karbon.
4. Variasi kecepatan pada pengujian waktu pengereman kampas rem serbuk kayu dan serbuk karbon.

### **1.4. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah di atas maka perumusan masalah yang diangkat adalah, “Bagaimana pengujian variabel pengereman dan karakteristik bahan kampas rem berbahan komposit serbuk kayu dan serbuk karbon”.

### **1.5. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui hasil pengujian variabel pengereman kampas rem cakram serbuk kayu dan serbuk karbon.

2. Mengetahui hasil pengujian karakteristik bahan kampas rem cakram serbuk kayu dan serbuk karbon.

### **1.6. Manfaat penelitian**

Manfaat yang kita peroleh dari penelitian ini:

1. Manfaat Teoritis
  - a. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang cara membuat dan menguji kampas rem.
  - b. Dapat dijadikan sebagai acuan bagi penelitian-penelitian berikutnya terutama dalam penelitian kampas rem komposit.
2. Manfaat Praktis
  - a. Memberikan alternatif mengenai pemanfaatan serbuk kayu dan serbuk karbon yang dapat dijadikan sebagai *filler* komposit pembuatan kampas rem.
  - b. Memberikan alternatif mengenai bahan kampas rem *non-asbestos* yang aman untuk digunakan dan mengetahui bahaya yang ditimbulkan dari pemakaian kampas rem *asbestos*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Rem

Rem adalah sebuah peralatan dengan memakai tahanan gesek buatan yang diterapkan pada sebuah mesin berputar agar gerakan mesin berhenti. Rem berfungsi untuk mengurangi dan menghentikan kendaraan. Peralatan ini sangat penting, karena mengingat memiliki fungsi sebagai alat keselamatan bagi pengendara. Syarat rem yang baik adalah:

1. Dapat bekerja dengan baik dan cepat.
2. Mempunyai daya tahan yang cukup.
3. Mudah distel dan diperbaiki.<sup>4</sup>

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.

Terdapat dua tipe sistem rem yang digunakan pada sepeda motor, yaitu: rem tromol (*drum brake*) dan rem cakram (*disc brake*). Cara pengoperasian sistem

---

<sup>4</sup> Nuryasin Muhamad, "Analisis Sistem Rem Tromol Mobil Suzuki Futura Tahun 2003", Jurnal Mekanikal, hal.1

remnya juga terbagi dua, yaitu: secara mekanik dan secara hidrolis dengan menggunakan fluida atau cairan. Cara pengoperasian sistem rem tipe tromol umumnya secara mekanik, sedangkan tipe cakram secara hidrolis.<sup>5</sup>

## 2.2. Rem Cakram

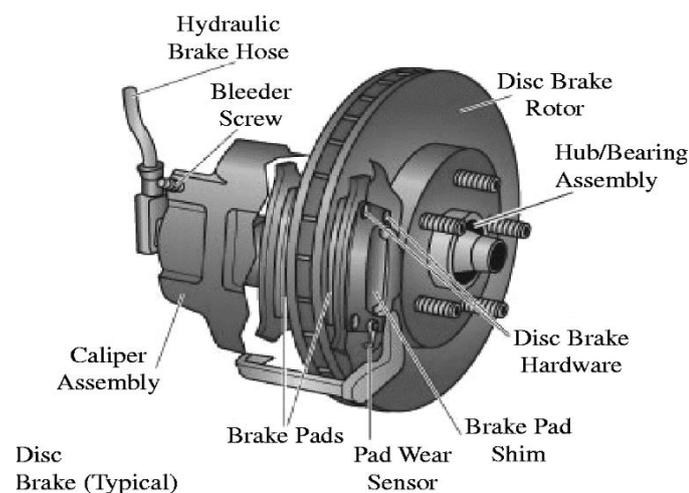
Rem cakram dioperasikan secara mekanis dengan memakai kabel baja secara hidrolis dengan memakai tekanan cairan. Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram (*disc*) oleh dua bilah sepatu rem (*brake pads*). Rem cakram mempunyai sebuah *plat disc* (plat piringan) yang terbuat dari *stainless steel* yang akan berputar bersamaan dengan roda. Pada saat rem digunakan *plat disc* tercekam dengan gaya bantalan piston yang bekerja secara hidrolis.

Menurut mekanisme penggerakannya, rem cakram dibedakan menjadi dua tipe, yaitu rem cakram mekanis dan rem cakram hidrolis. Pada umumnya yang digunakan adalah rem cakram hidrolis. Pada rem cakram tipe hidrolis sebagai pemindah gerak *handle* menjadi gerak *pad*, maka digunakanlah minyak rem. Ketika *handle* rem ditarik, piston di dalam silinder master akan terdorong dan menekan minyak rem keluar silinder. Melalui selang rem tekanan ini diteruskan oleh minyak rem untuk mendorong piston yang berada di dalam silinder caliper. Akibatnya piston pada caliper ini mendorong *pad* untuk mencengkram cakram, sehingga terjadilah aksi pengereman.

---

<sup>5</sup> Frandi Barasa, Muftil Badri, Yohanes, "Kaji Pembuatan kanvas Rem Sepeda Motor Bahan Komposit Dengan Filler Palm Slag", Jom FTEKNIK, Vol. 1 No: 2, Oktober 2014, hal:3

Saat tangki rem ditekan, piston mengatasi kembalinya *spring* dan bergerak lebih jauh. Tutup piston pada ujung piston menutup *port* kembali dan piston bergerak lebih jauh. Tekanan cairan dalam master silinder meningkat dan cairan akan memaksa caliper lewat *hose* dari rem (*brake hose*). Saat tangan pada *handle* rem dilepaskan, piston tertekan kembali ke reservoir lewat *port* kembali.<sup>6</sup>



**Gambar 2.1** Rem Cakram

## 2.3. Karakteristik Kampas Rem

### 2.3.1. Material Kampas

Bahan komposit sebenarnya banyak sekali terdapat di alam, karena bahan komposit bisa terdiri dari organik dan anorganik seperti bambu, kayu, daun, dan sebagainya. Secara tidak sadar sebenarnya kita telah mengenal banyak jenis komposit. Seorang memperkuat tanah liat dengan jerami, merupakan komposit yang sudah lama dikenal.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Frandi Barasa, Muftil Badri, Yohanes, "Kaji Pembuatan kanvas Rem Sepeda Motor Bahan Komposit Dengan Filler Palm Slag", Jom FTEKNIK, Vol. 1 No. 2, Oktober 2014, hal:3-4

<sup>7</sup> Pramuko Ilmu Purboputro, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta, 3 November 2012, A-368

Pada umumnya 60% material dari komposisi kampas rem ini adalah asbestos sebagai serat utama pembuatan kampas rem, resin, *friction additive*, *filler*, serpihan logam, karet sintetis dan keramik sebagai bantalan tahan aus. Kampas rem asbestos akan fading pada temperatur 200°C, ini disebabkan karena faktor kandungan resin yang tinggi pada asbestos sehingga pada temperatur tinggi kampas rem cenderung licin (*glazing*) dan mengeras, juga ketika terkena air.<sup>8</sup> 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*).<sup>9</sup>

Bahan kampas rem asli adalah kampas rem yang terbuat dari bahan non asbestos. Pada kampas rem non asbestos, sebagai pengganti komposisi asbestos adalah bahan *Friction Additive* untuk mengisi komposisi utama kampas rem dan *Filler* untuk mengisi ruang kosong, lalu penggunaan resin, serpihan logam, karet sintetis dan keramik sebagai bantalan tahan aus. Kampas rem non asbestos akan fading pada temperatur yang cukup tinggi yaitu 350°C, hal ini dikarenakan tidak adanya kandungan asbestos yang tidak tahan terhadap temperatur diatas 200°C.<sup>10</sup> Karena kampas ini

---

<sup>8</sup> Sukamto, "Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor", Jurnal Teknik Vol. 2 No. 1 / April 2012. Hal.36

<sup>9</sup> 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

<sup>10</sup> Sukamto, "Analisi Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor", Jurnal Teknik Vol. 2 No: 1 / April 2012. Hal.36

mempunyai komposisi *Friction Aditive* yang lebih banyak, maka ketika terkena air masih memiliki koefisien gesekan yang tinggi.

Berdasarkan proses pembuatannya, kampas rem sepeda motor bahan penguatnya terdiri dari 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.<sup>11</sup> 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, ditunjukkan 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),udukan kampas (*body brake shoe*) dan

---

<sup>11</sup> Imam Setyanto, "Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek", Skripsi Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009, h. 29

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 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 adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan wetting agent. 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 keunggulan bahan komposit disini adalah penggabungan sifat-sifat unggul masing-masing unsur pembentuknya tersebut<sup>12</sup>.

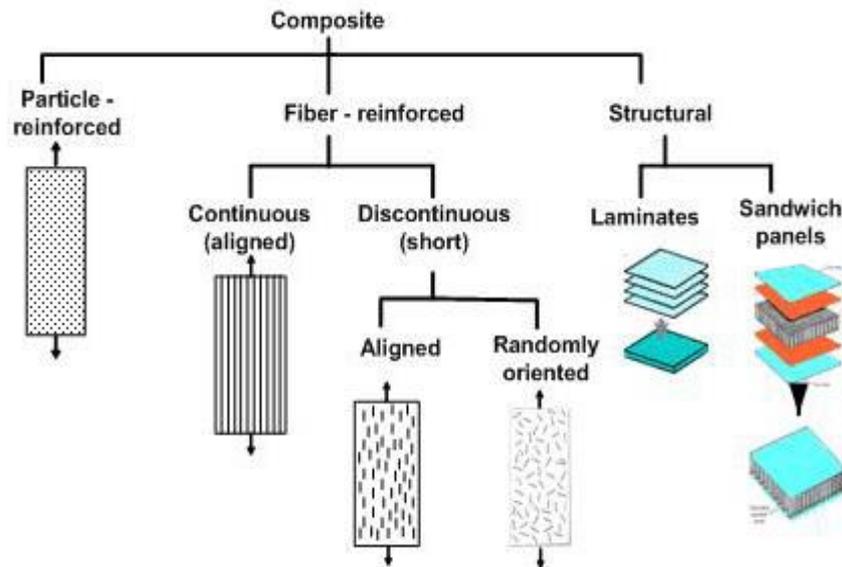
Pada saat ini material komposit tersebut sudah semakin banyak dikembangkan penggunaannya baik dalam bidang industri otomotif maupun dalam bidang lainya seperti penerbangan, konstruksi bangunan, peralatan olahraga, sampai dengan perlengkapan rumah tangga. Ringan, tahan korosi serta rendah biaya produksi merupakan beberapa keunggulan material komposit yang membuat material ini menjadi pilihan utama dalam pengembangan 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<sup>13</sup>. Klasifikasi material komposit dijelaskan pada gambar 2.2.

---

<sup>12</sup> Bambang Kismono Hadi, "Mekanika Struktur Komposit" (Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, 2000), h.1

<sup>13</sup> 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

Gambar di atas menunjukkan 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<sup>14</sup>. Dalam penelitian ini serat yang digunakan adalah serbuk kayu dan serbuk karbon dengan matriks *resin polyester*.

### 2.5. Komposit Berpenguat Serat (*Fiber-Reinforced Composite*)

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

<sup>14</sup> Bambang Kismono Hadi, "Mekanika Struktur Komposit" (Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, 2000), h.1

### **2.5.1. Komposit Serat Pendek**

Komposit jenis ini mengandung serat pendek diantara matriksnya. Dalam penggunaannya serat pendek pada material komposit dapat dikelompokkan 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<sup>15</sup>.

### **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 berpengaruh

---

<sup>15</sup> R.E,Smallman & R.J Bishop R.J, Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material, (Jakarta : Erlangga) h.401

pada kekuatan tarik dan regangan<sup>16</sup>. 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 komposit 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,

---

<sup>16</sup> 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

kerajinan, bahan bangunan dan konstruksi, serta bahan pembuatan serat sintetis<sup>17</sup>. Serat alam dapat dianggap sebagai komposit alami contohnya pada tumbuhan terdapat selulosa fibril tertanam dalam matriks lignin<sup>18</sup>. Serat alam yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan komposit adalah serabut kelapa dan serbuk kayu.

### 2.6.1. 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. Kalau pohon ini masih hidup pembuluh ini mengangkut air tumbuhan dari akar ke daun. Kayu dari tiap-tiap jenis pohon berbeda warna, kekerasan, dan polanya (serat).<sup>19</sup>

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

---

<sup>17</sup> Budi Santoso, 2009, Peluang Pengembangan Agave Sebagai Sumber Serat Alam, Jurnal Perspektif, Vol. 8 No. 2. h. 84 - 95

<sup>18</sup> Maya Jacob, Sabu Thomas, 2007, Biofibers and Biocomposite, Jurnal Elsevier, Vol. 71 pp. 343-364

<sup>19</sup> Bachtiar DM, Ulfah Hidayati dan Anggara Wdjajanto, Limbah Kayu, (Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup Seloliman) h.6

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

Sengon menghasilkan kayu yang ringan sampai agak ringan, dengan densitas 320-640 kg/m<sup>3</sup> pada kadar air 15%. Agak padat, berserat lurus dan agak kasar, namun mudah dikerjakan. Kayu terasnya kuning mengkilap sampai coklat-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 2.3** Serbuk Kayu

### **2.6.2. Serbuk Karbon**

Karbon memiliki beberapa jenis alotrop, yang paling terkenal adalah grafit, intan, dan karbon amorf.<sup>20</sup> Sifat-sifat fisika karbon bervariasi bergantung pada jenis alotroponya. Sebagai contohnya, intan berwarna transparan, manakala grafit berwarna hitam dan kusam. Intan merupakan salah satu materi terkeras di dunia, manakala grafit cukup lunak untuk meninggalkan bekasnya pada kertas. Intan memiliki konduktivitas listrik yang sangat rendah, sedangkan grafit adalah konduktor listrik yang sangat baik. Di bawah kondisi normal, intan memiliki konduktivitas termal yang tertinggi di antara materi-materi lain yang diketahui. Semua alotrop karbon berbentuk padat dalam kondisi normal, tetapi grafit

---

<sup>20</sup> "World of Carbon - Interactive Nano-visualisation in Science & Engineering Education (IN-VSEE)". Diakses tanggal 09 Februari 2017

merupakan alotrop yang paling stabil secara termodinamik di antara alotrop-alotrop lainnya.

Grafit dan berlian adalah bentuk alotrop karbon, karena kedua senyawa ini mirip namun struktur atomnya berbeda. Grafit terdiri dari lapisan atom karbon yang dapat menggelincir dengan mudah. Grafit amat lembut dan dapat digunakan sebagai *lubricant* untuk membuat peralatan mekanis bekerja lebih lancar. Grafit merupakan penghantar listrik dan panas yang cukup baik tetapi bersifat rapuh. Ditinjau dari segi ketahanan terhadap korosi, grafit merupakan bahan yang bidang penggunaannya sangat luas.<sup>21</sup>

Grafit memiliki sifat menarik dan sangat luas penerapan aplikasinya. Secara alamiah grafit berwarna hitam dan struktur grafit berupa tumpukan lapisan-lapisan ABAB dengan tipe ikatan van de Waals, dengan konfigurasi elektron karbon pada keadaan dasar dapat berupa  $sp^3$ ,  $sp^2$  dan  $sp^1$ . Sebagai alotropik dari karbon, grafit memiliki struktur kristal heksagonal. Basis dari struktur kristal dari grafit adalah bidang grafen atau lapisan karbon.

Struktur kristal grafit dapat berupa rhombohedral, dengan tumpukan lapisan- lapisannya adalah ABCABC dan merupakan komponen yang sangat kecil. Struktur rhombohedral grafit dapat ditingkatkan dengan memberikan deformasi dan dapat dikurangi dengan perlakuan panas. Struktur grafit heksagonal lebih stabil dibandingkan struktur rhombohedralnya dengan karakteristik densitas sebesar 2,26 g/cm<sup>3</sup>.

---

<sup>21</sup> Frandi Barasa, Muftil Badri, Yohanes, "Kaji Pembuatan KampasS Rem Sepeda Motor Bahan Komposit dengan Filler Palm Slag", Jom FTEKNIK Volume 1 No. 2 Oktober 2014 hal.3

Grafit memiliki struktur berupa jaringan dimana kristal C<sub>60</sub>, sebagai molekul padat dimana setiap molekulnya terikat dengan ikatan Van der Waals. Pada grafit, anisotropik terjadi terhadap nilai Modulus Young-nya dimana komponen yang tegak lurus dengan bidang dasar akan memiliki lebih rendah dibandingkan yang paralel dengan bidang dasar. Hal ini juga menyebabkan adanya sifat anisotropik pada konduktivitas termal. Hal tersebut dikarenakan ikatan bidang yang saling paralel hanya terhubung dengan gaya ikatan van der Waals yang relatif lemah. Karakteristik termodinamik dari grafit pada tekanan rendah lebih stabil dibandingkan intan.<sup>22</sup>



**Gambar 2.4** Serbuk Karbon Grafit

## **2.7. Analisa Termal**

Analisa termal dapat didefinisikan sebagai pengukuran sifat-sifat fisik dan kimia material sebagai fungsi dari suhu. Pada prakteknya, istilah analisa termal

---

<sup>22</sup> Heri Hardiyanti, Slamet Pribadi, Dadang, Jan Setiawan, "Karakterisasi Densitas Grafit sebagai Kandidat Bahan Reaktor Temperatur Tinggi", No: 16/Tahun IX. April 2016, hal.37-38

seringkali digunakan untuk sifat-sifat spesifik tertentu. Misalnya entalpi, kapasitas panas, massa dan koefisien ekspansi termal. Pengukuran koefisien ekspansi termal dari batangan logam merupakan contoh sederhana dari analisa termal. Contoh lainnya adalah pengukuran perubahan berat dari garam-garam oksida dan hidrat pada saat mengalami dekomposisi akibat pemanasan. Dengan menggunakan peralatan modern, sejumlah besar material dapat dipelajari dengan metode ini. Penggunaan analisa termal pada ilmu mengenai zat padat telah demikian luas dan bervariasi, mencakup studi reaksi keadaan padat, dekomposisi termal dan transisi fasa dan penentuan diagram fasa. Kebanyakan padatan bersifat aktif secara termal dan sifat ini menjadi dasar analisa zat padat menggunakan analisa termal.

Dua jenis teknik analisa termal yang utama adalah analisa termogravimetri (TGA), yang secara otomatis merekam perubahan berat sampel sebagai fungsi dari suhu maupun waktu, dan analisa diferensial termal (DTA) yang mengukur perbedaan suhu,  $T$ , antara sampel dengan material referen yang inert sebagai fungsi dari suhu. Dengan peralatan analisa termal yang modern dan otomatis, dimungkinkan untuk karakterisasi material dengan TGA, DTA dan DSC menggunakan alat yang sama; dengan beberapa model yang memungkinkan pengukuran TGA dan DTA secara simultan. Peralatan analisa termal agak rumit dan mahal, karena berbagai peristiwa termal dan sifat-sifat fisik dapat dipelajari secara cepat, sensitif dan akurat. Namun demikian, prinsip dasar operasi peralatan ini sebenarnya cukup sederhana.

Thermogravimetric adalah teknik untuk mengukur perubahan berat dari suatu senyawa sebagai fungsi dari suhu ataupun waktu. Hasilnya biasanya berupa

rekaman diagram yang kontinu. Analisis TGA memerlukan bahan standar sebagai referensi dan penyeimbang dari timbangan mikro. Standar yang biasanya dipakai adalah alumina yang juga perlu dimasukkan dalam cawan. Alumina dan bahan uji kemudian dimasukkan ke dalam alat TGA. Dalam melakukan analisis dengan TGA yang perlu dilakukan dengan sangat hati-hati adalah ketika meletakkan cawan-cawan diatas papan timbangan karena lengan dari papan timbangan sangat mudah patah sehingga dalam menempatkan dan mengambil cawan perlu dilakukan dengan hati-hati. Timbangan dalam keadaan nol dan wadah sampel dipanaskan menurut siklus panas yang telah ditentukan. Timbangan mengirimkan sinyal berat pada komputer sebagai penyimpan, berupa temperatur sampel dan waktu. Kurva plot dari sinyal TGA dikonversi ke perubahan persen berat pada sumbu Y terhadap temperatur material referensi pada sumbu X.

## **2.8. Uji Kekerasan**

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*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 indentasi atau penetrasi (penekanan). 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 (Namun jarang sekali dipakai)

Pengujian kekerasan Brinell 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. Pengujian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekan alat penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan (brinell). Pemilihan masing-masing skala (metode pengujian) tergantung pada :

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

### **2.8.1. Metode Brinell**

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (speciment). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan Brinell sampai 400 HB, jika lebih dari 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.

### **2.8.2. Metode Vickers**

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak  $136^\circ$  yang ditekan 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 tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi.

### **2.8.3. 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 ditekan 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).

## **2.9. 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 keamanan pengemudi. Jika suatu rem memiliki daya cengkram yang baik, maka butuh waktu pengereman yang singkat dan jarak pengereman yang pendek hingga kendaraan tersebut benar-benar berhenti

dari lajunya. Tetapi jika suatu kampas rem telah habis maka akan membuat daya cengkram pengereman berkurang dan menghasilkan waktu pengereman yang lebih lambat dan jarak pengereman yang jauh.

Bahan kampas rem itu berbeda-beda, dan dengan suhu cukup tinggi material dari kampas rem dapat mencair dan menyebabkan daya pengereman secara cepat akan menurun. Material akan mencair sesuai dengan titik leleh material tersebut. Sifat-sifat pengereman juga dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu seperti kondisi jalan, koefisien gesek ban dan jalan, koefisien gesek kampas rem, serta juga besarnya gaya pengereman.

Karakteristik pengereman dari kampas rem dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu temperatur dan kondisi kampas itu sendiri. Dimana pada temperatur yang cukup tinggi, kampas rem dapat mengalami penurunan dalam hal kemampuan pengereman atau yang lebih dikenal dengan istilah *fade* (pudar).

Meskipun pengereman dikendalikan oleh pengendara, sistem pengereman juga akan mempengaruhi dan membantu pengendara untuk mengurangi resiko kecelakaan karena sistem rem tidak berfungsi dengan baik. Salah satu penyebab berkurangnya daya pengereman adalah karena seringnya melakukan pengereman pada kecepatan tinggi. Gejala berkisar dari berkurangnya efektifitas pengereman sampai rem tidak berfungsi lagi atau blong.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabel pengereman dan karakteristik bahan pada kampas rem berbahan komposit serbuk kayu dan serbuk karbon.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **3.2.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian**

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

##### **3.2.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari Nopember 2016 sampai dengan Maret 2017.

#### **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.<sup>23</sup> Langkah pertama yaitu melakukan pengujian edx pada spesimen kampas rem standar bertujuan mencari komposisi zat aditif yang terkandung pada kampas rem standar. Lalu divariasikan

---

<sup>23</sup> Suwanda, Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah (Bandung: 2011) hal 1.

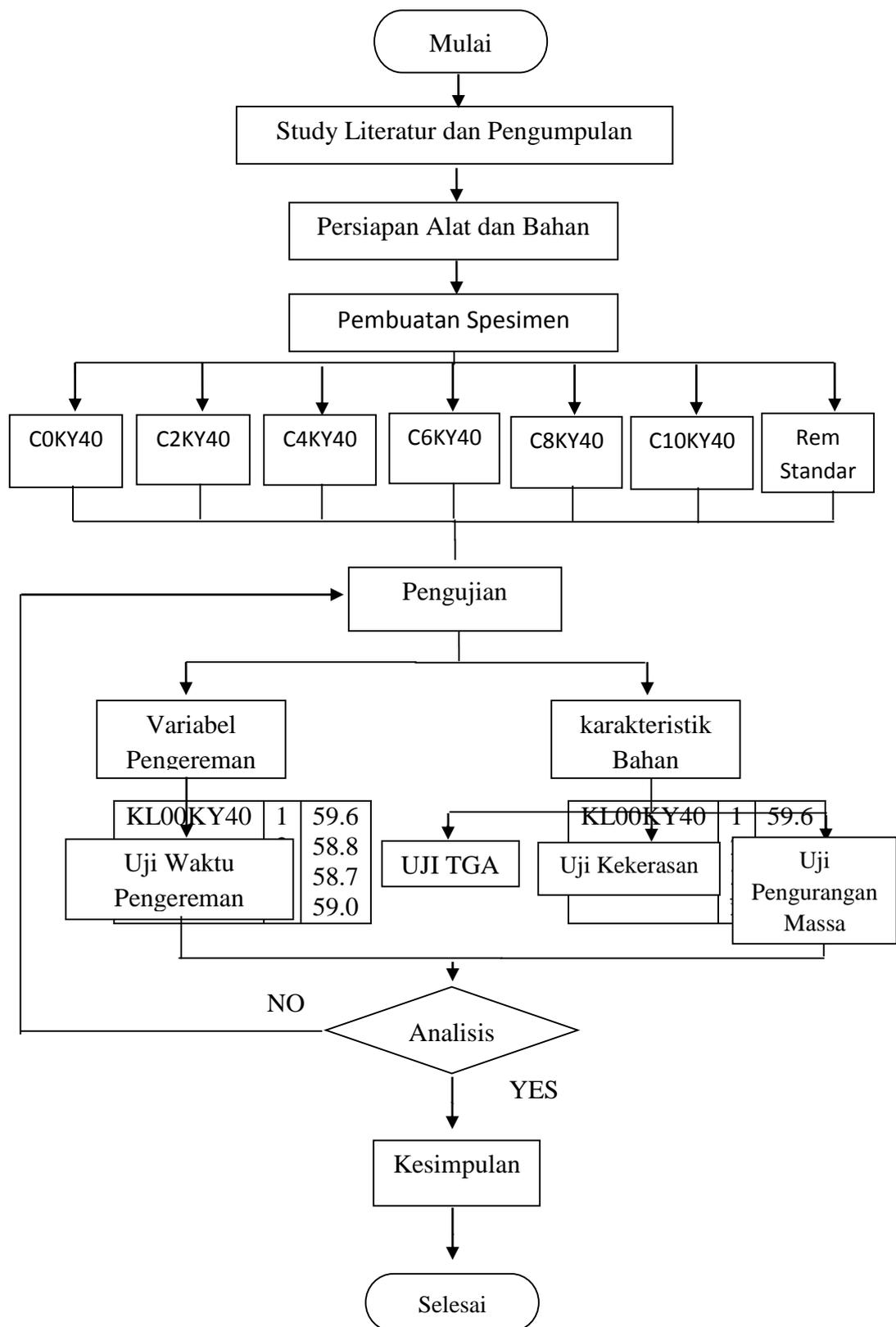
terhadap kampas rem komposisi serbuk kayu. Eksperimen dalam penelitian ini adalah melakukan suatu percobaan dengan membuat beberapa jenis variasi komposisi campuran serbuk kayu dengan serbuk karbon pada kampas rem cakram. Diuji dengan alat uji kekerasan, alat uji pengereman, penimbangan massa, dan alat uji Thermogravimetric Analysis (TGA) di laboratorium uji teknik mesin Universitas Negeri Jakarta untuk mengetahui daripada karakteristik bahan kampas rem yang dibuat.

Peneliti mengumpulkan data menggunakan instrument yang bersifat mengukur dalam pengujian. Hasilnya dianalisis untuk mengetahui dan membandingkan waktu pengereman serta karakteristik bahan.

Pencampuran bahan dilakukan dengan komposisi sesuai tabel 3.1, sebagai berikut :

**Tabel 3.1** Variasi Komposisi Campuran

Komposisi (% berat)				
No	Spesimen	S. Karbon	S. Kayu	Resin
1.	C0KY40	0	40	60
2.	C2KY40	2	40	58
3.	C4KY40	4	40	56
4.	C6KY40	6	40	54
5.	C8KY40	8	40	52
6.	C10KY40	10	40	50



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir analisis variasi komposisi campuran serbuk kayu dan serbuk karbon pada kampas rem cakram terhadap variabel pengereman dan karakteristik bahan, 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. Melakukan analisa pada spesimen kampas rem standar untuk mengetahui komposisi menggunakan alat uji EDX.
5. Menghasilkan 6 sampel kampas rem dengan variasi komposisi campuran yang berbeda, dan menggunakan 1 buah kampas rem asbestos sebagai acuan sampel pembanding.
6. Melakukan analisis dengan alat uji Thermo Gravimetric Analysis (TGA) guna mengukur karakteristik bahan pada kampas rem.
7. Melakukan persiapan pengujian variabel pengereman dengan menggunakan alat uji pengereman.
8. Melaksanakan pengujian karakteristik bahan, yaitu meliputi uji kekerasan, waktu pengereman dan pengurangan massa pada kampas rem berbahan komposit serbuk kayu dan serbuk karbon.

9. Menganalisis hasil pengujian 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
- Gergaji besi
- Kunci pas 10
- Timbangan
- Saringan
- Sepatu rem cakram bekas

#### **b. Bahan**

- Serbuk karbon
- Serbuk kayu
- Katalis
- Resin Polyester

### **3.5 Prosedur penelitian**

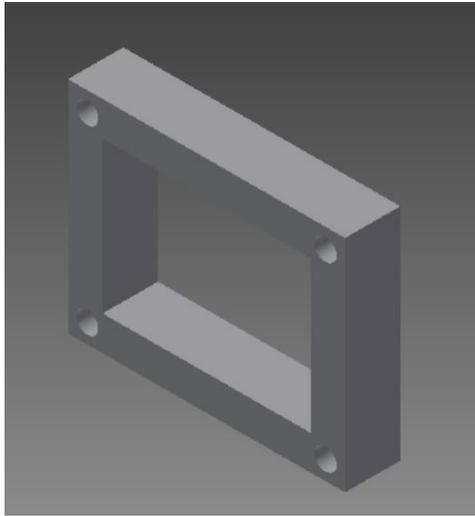
#### **3.5.1 Mendesain alat cetak spesimen**

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

##### **1. Mendesign alat dan Cetakan Spesimen**

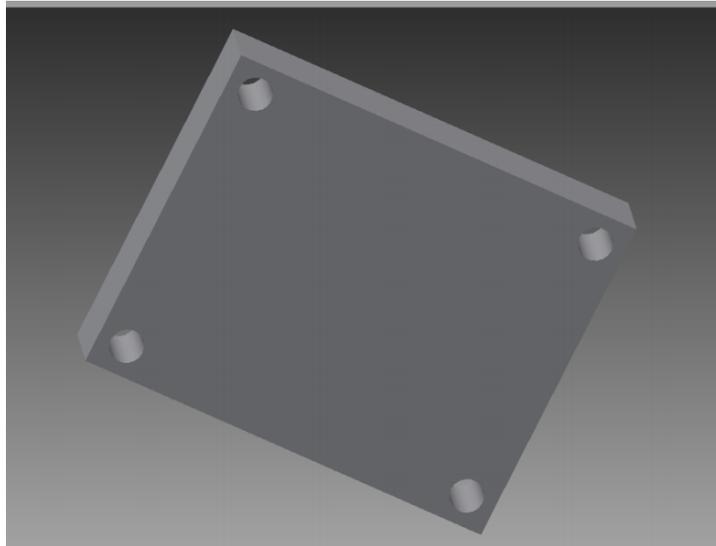
Design cetakan digambar dengan aplikasi *Inventor*.

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



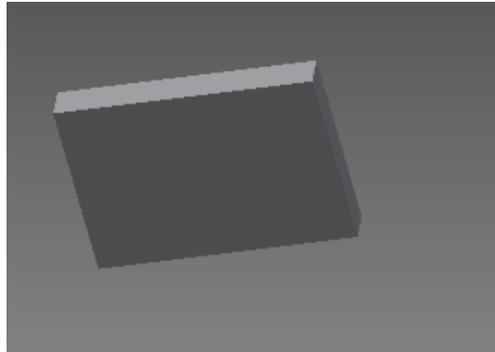
**Gambar 3.2** Desain Alat Penekan

Untuk bagian bawah cetakan diberikan penampang seperti gambar 3.3.



**Gambar 3.3** 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

Serbuk karbon dan serbuk kayu yang telah disaring menggunakan saringan mesh ukuran 40  $\mu\text{mm}$  untuk mendapatkan kehalusan bahan yang diinginkan. Setelah kehalusan bahan didapatkan selanjutnya pencampuran dilakukan didalam wadah dan diaduk oleh *mixer* sehingga pencampuran serbuk kayu dan serbuk karbon tercampur secara merata.

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

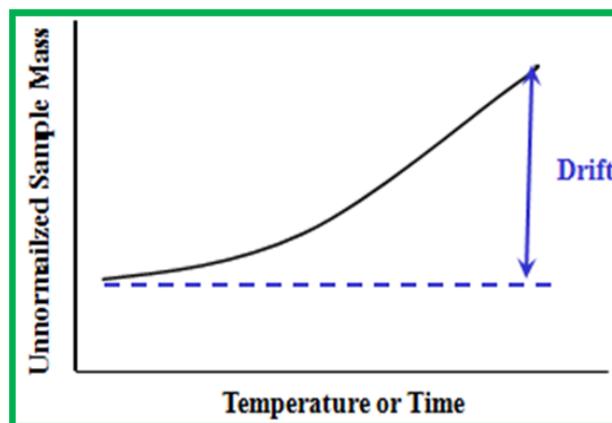
- Timbangan fungsinya untuk menimbang berat massa dari bahan-bahan spesimen sebelum dilakukan pencetakan.
- Resin *Polyester* fungsinya sebagai cairan matrik pada campuran serbuk kayu dan serbuk karbon.
- *Hardener* atau katalis berfungsi sebagai bahan tambahan untuk mempercepat proses pengerasan pada cairan resin.

### 3.5.3 Alat Pengujian

#### 3.5.3.1 Uji Thermogravimetric Analysis (TGA)

Pengukuran digunakan untuk menentukan komposisi material dan memprediksi stabilitas thermalnya pada temperatur mencapai 1000°C. Teknik ini dapat mengkarakterisasi material yang menunjukkan kehilangan atau penambahan berat akibat dekomposisi, oksidasi, atau dehidrasi. Teknik ini sesuai untuk berbagai macam material padat termasuk material organik maupun inorganik.

Memaksimalkan luas permukaan dari sampel untuk meningkatkan resolusi kehilangan berat dan reproduibilitas temperatur. Berat sampel : 10-20 mg untuk aplikasi pada umumnya, 50-100 mg untuk pengukuran zat-zat mudah menguap. Kebanyakan TGA memiliki *baseline drift* 0.25% dari 10 mg sampel.



**Gambar 3.5** Penampilan TGA *baseline*

TGA terdiri dari sebuah *sample pan* yang didukung oleh sebuah *precision balance*. *Pan* tersebut ditempatkan dalam suatu *furnace* dan dipanaskan atau didinginkan selama eksperimen. Massa dari sampel dipantau selama eksperimen. Sampel dialiri oleh suatu gas

untuk mengontrol lingkungan sampelnya. Gas yang digunakan dapat berupa gas inert atau gas reaktif yang mengalir melalui sampel dan keluar melalui *exhaust*.

Analisis TGA memerlukan bahan standar sebagai referensi dan penyeimbang dari timbangan mikro. Standar yang biasanya dipakai adalah alumina yang juga perlu dimasukkan dalam cawan. Alumina dan bahan uji kemudian dimasukkan ke dalam alat TGA. Dalam melakukan analisis dengan TGA yang perlu dilakukan dengan sangat hati-hati adalah ketika meletakkan cawan-cawan diatas papan timbangan karena lengan dari papan timbangan sangat mudah patah sehingga dalam menempatkan dan mengambil cawan perlu dilakukan dengan hati-hati.

Timbangan dalam keadaan nol dan wadah sampel dipanaskan menurut siklus panas yang telah ditentukan. Timbangan mengirimkan sinyal berat pada komputer sebagai penyimpan, berupa temperatur sampel dan waktu. Kurva plot dari sinyal TGA dikonversi ke perubahan persen berat pada sumbu Y terhadap temperatur material referensi pada sumbu X

Tahapan-tahapan dalam pengujian spesimen adalah sebagai berikut:

1. Siapkan bagian pada benda uji yang akan dimasukkan kedalam alat dengan cawan yang tersedia.
2. Masukkan cawan yang berisi spesimen pada alat uji TGA
3. Atur temperature sesuai dengan kebutuhan, dan peneliti memasukkan pada temperature 400°.

4. Tunggu data hasil beberapa menit, sesuai temperatur yang dimasukkan. Semakin panas maka akan semakin lama waktu pengujiannya.
5. Setelah waktu habis, maka hasil pengujianpun akan didapatkan.

### 3.5.3.2 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 136°. 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 :

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

Keterangan : P = beban yang digunakan (kg)

D = panjang diagonal rata- rataa (mm)

Θ = sudut antara permukaan intan yang

berhadapan = 136°

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.

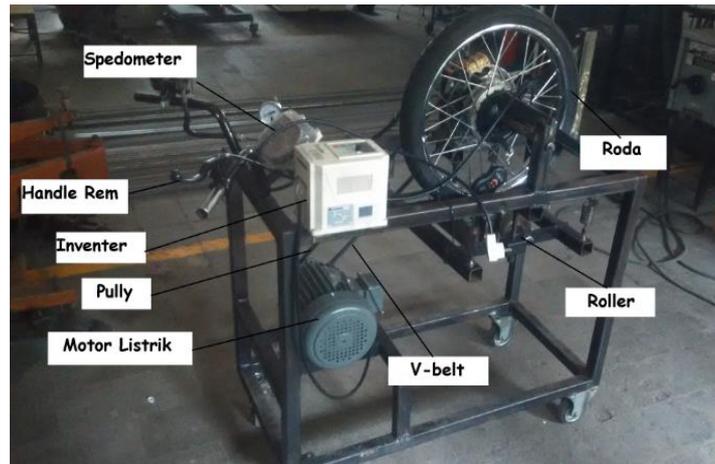
Tahapan-tahapan dalam pengujian spesimen adalah sebagai berikut:

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 sebesar 5 kg 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.

### **3.5.3.3 Uji Waktu Pengereman**

Alat uji pengereman adalah alat sederhana sebagai simulasi pengereman untuk mengetahui waktu pengereman yang dihasilkan. Dapat diketahui ada atau tidak pengaruh pembuatan serabut kayu dan serbuk karbon pada kampas rem cakram terhadap waktu pengereman. Cara kerja alat ini adalah dengan mengandalkan motor listrik yang dapat menggerakkan 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 oleh beban 5 kg.



**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 30 km/jam sampai 70 km/jam.
3. Motor listrik mengubah arus listrik dari inverter menjadi energi gerak. Energi gerak ini memutar puli yang ada di motor listrik diteruskan oleh v-belt menggerakkan puli sehingga memutar roda.
4. Beban pedal menggunakan batu timbangan 5 kg sebagai beban tangan pengendara saat *handle* tersebut ditekan.
5. Menghidupkan *stopwatch* dimulai dari pelepasan beban pengereman sampai motor berhenti.
6. Waktu yang diperoleh dari alat tersebut menggunakan *stopwatch* untuk mencari waktu pengereman.
7. Untuk memperoleh temperatur menggunakan alat thermometer.
8. Analisis dilakukan setelah data-data yang diperoleh dari hasil pengujian.
9. Kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan.

### 3.5.3.4 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

## 3.6 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 lainnya yang ditunjukkan 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 TGA diperlukan untuk mengetahui karakteristik bahan pada spesimen kampas rem. Dalam pengujian ini dilakukan dengan temperatur 400°C.

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 mengukur temperatur pada kampas dengan alat thermometer kemudian melakukan pengereman dengan 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. Pengujian Variabel Pengereman**

##### **4.1.1 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Dengan Alat Uji 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 30 km/jam, 50 km/jam, 70 km/jam dan pada temperatur ruangan sebesar 28 °C. Setiap 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. Berikutnya juga mengambil temperatur suhu yang dihasilkan darisetiap pengujian. Beban pengereman yang diberikan sebesar 5 kg dengan bandul yang telah diukur sebelumnya.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran serbuk kayu dan serbuk karbon dengan variasi kecepatan terhadap waktu pengereman melalui alat uji pengereman. Berikut ini adalah hasil pengujian waktu pengereman :



**Gambar 4.1 Spesimen Uji Pengereman**

#### **4.1.2 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen C0KY40**

Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Spesimen C0KY40 berbahan Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon dapat dilihat melalui tabel 4.1:

**Tabel 4.1 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Spesimen C0KY40**

No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	29	0,49	0,48	0,49	0,48
2.	50	30	0,54	0,52	0,50	0,52
3.	70	34	0,57	0,58	0,58	0,57

#### **4.1.3 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen C2KY40**

Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Spesimen C2KY40 berbahan Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon dapat dilihat melalui tabel 4.2:

**Tabel 4.2 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Spesimen C2KY40**

No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	30	0,26	0,27	0,26	0,26
2.	50	31	0,39	0,38	0,40	0,39
3.	70	33	0,44	0,42	0,43	0,44

#### 4.1.4 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen C4KY40

Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Spesimen C4KY40 berbahan Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon dapat dilihat melalui tabel 4.3:

**Tabel 4.3 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Spesimen C4KY40**

No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	29	0,34	0,31	0,29	0,32
2.	50	30	0,39	0,38	0,40	0,42
3.	70	31	0,44	0,42	0,43	0,49

#### 4.1.5 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen C6KY40

Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Spesimen C6KY40 berbahan Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon dapat dilihat melalui tabel 4.4:

**Tabel 4.4 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Spesimen C6KY40**

No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	30	0,39	0,40	0,40	0,39
2.	50	32	0,47	0,48	0,48	0,48
3.	70	33	0,54	0,50	0,52	0,52

#### 4.1.6 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen C8KY40

Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Spesimen C8KY40 berbahan Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon dapat dilihat melalui tabel 4.5:

**Tabel 4.5 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Spesimen C8KY40**

No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	31	0,36	0,37	0,38	0,36
2.	50	33	0,53	0,51	0,49	0,50
3.	70	34	0,57	0,60	0,59	0,59

#### 4.1.7 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Spesimen C10KY40

Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Spesimen C10KY40 berbahan Serbuk Kayu dan Serbuk Karbon dapat dilihat melalui tabel 4.6:

**Tabel 4.6 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Spesimen C10KY40**

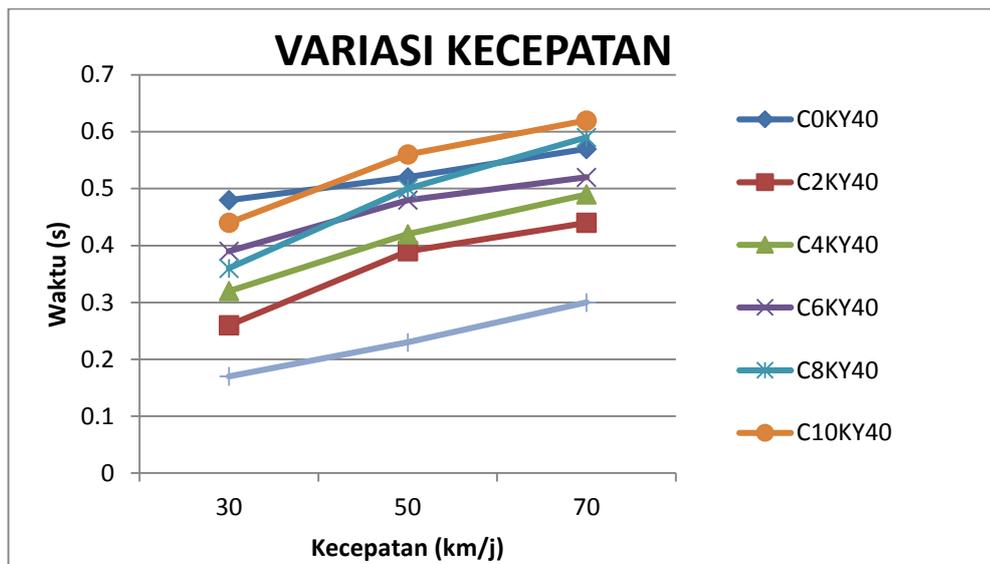
No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	31	0,46	0,44	0,48	0,46
2.	50	32	0,52	0,48	0,54	0,56
3.	70	34	0,59	0,61	0,65	0,62

#### 4.1.8 Data Hasil Pengujian Waktu Pengereman Kampas Rem Standar

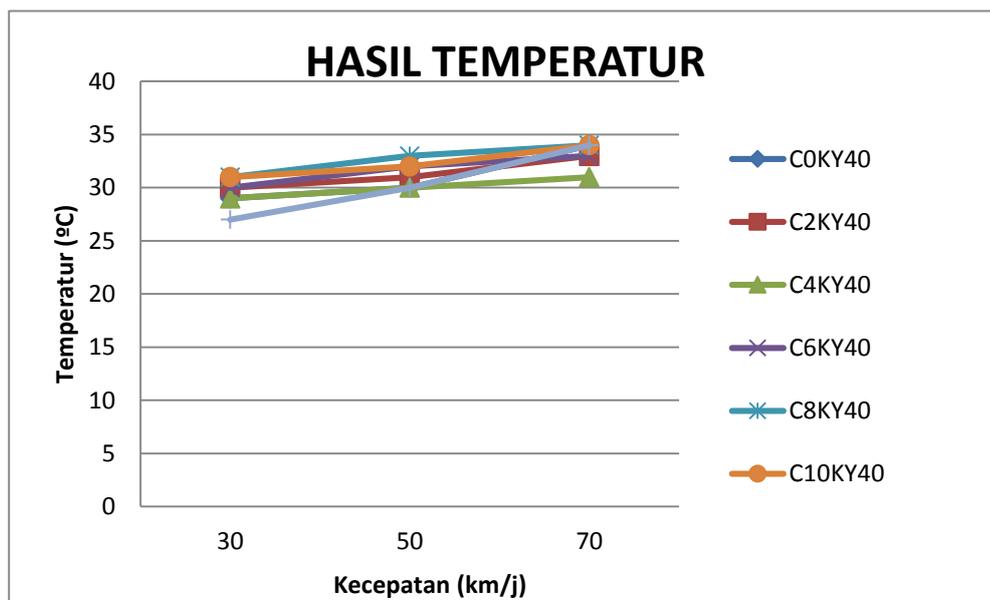
Pengujian Waktu Pengereman dengan temperatur ruangan 28 °C Kampas Rem Standar dapat dilihat melalui tabel 4.7

**Tabel 4.7 Waktu Pengereman Variasi Kecepatan dan Hasil Temperatur Kampas Rem Standar**

No.	Kecepatan (KMPH)	Temperatur (°C)	Waktu (s)			
			1	2	3	Rata-rata
1.	30	27	0,18	0,17	0,17	0,17
2.	50	30	0,21	0,25	0,24	0,23
3.	70	34	0,30	0,29	0,33	0,30



**Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Waktu Pengereman Variasi Kecepatan**



**Gambar 4.3 Grafik Hasil Temperatur Uji Waktu Pengereman**

Dari grafik pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa waktu pengereman ditemukan adanya pengaruh prosentasi variasi serbuk kayu dan serbuk karbon dengan variasi kecepatan yang ditentukan terhadap waktu pengereman.

Spesimen C0KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,48 detik menghasilkan temperatur 29 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,52 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,57 detik menghasilkan temperatur 34 °C

Spesimen C2KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,26 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,39 detik menghasilkan temperatur 31 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,44 detik menghasilkan temperatur 33 °C.

Spesimen C4KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,32 detik menghasilkan temperatur 29 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,42 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,49 detik menghasilkan temperatur 31 °C.

Spesimen C6KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,39 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,48 detik menghasilkan temperatur 32 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,52 detik menghasilkan temperatur 33 °C.

Spesimen C8KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,36 detik menghasilkan temperatur 31 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,50 detik menghasilkan temperatur 33 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,59 detik menghasilkan temperatur 34 °C.

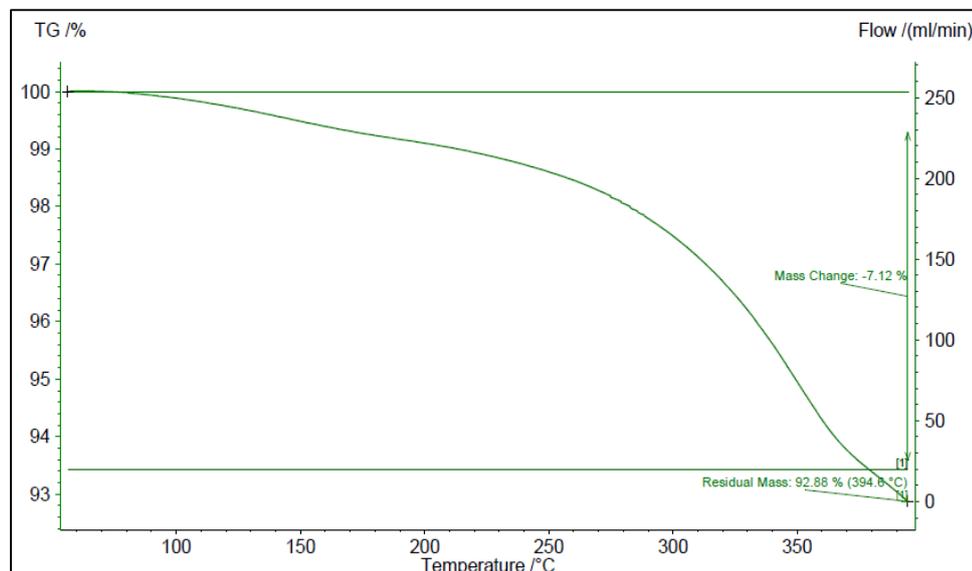
Spesimen C10KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,44 detik menghasilkan temperatur 31 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,56 detik menghasilkan temperatur 32 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,52 detik menghasilkan temperatur 34 °C.

Rem Standar memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,17 detik menghasilkan temperatur 27 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,23 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,30 detik menghasilkan temperatur 34 °C.

## 4.2 Pengujian Karakteristik Bahan

### 4.2.1 Hasil Pengujian Thermogravimetric Analysis

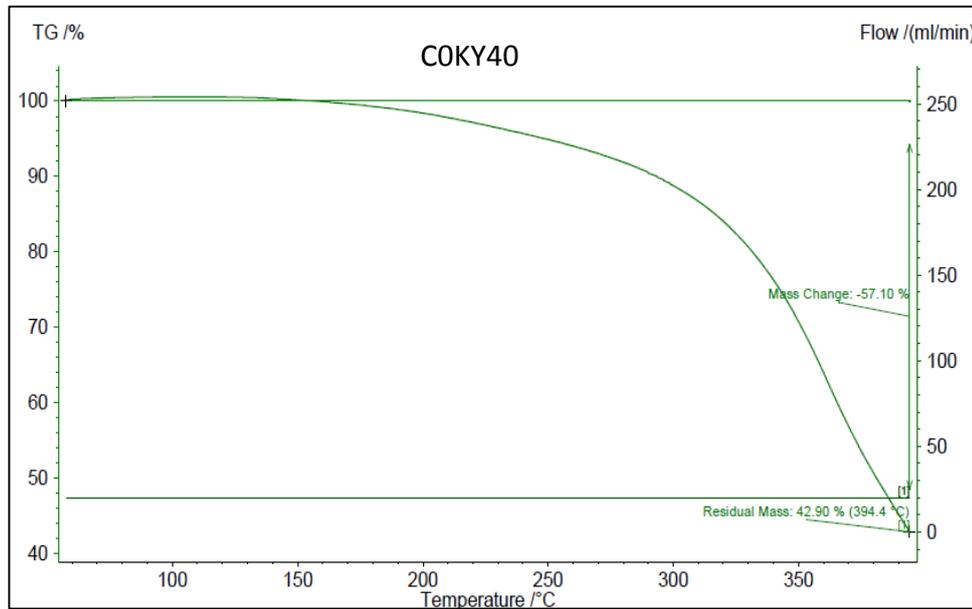
Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pengurangan massa material ketika dipanaskan dengan temperatur tinggi. Sebagai fungsi pada penelitian ini pengujian dilakukan sampai temperatur 400 °C.



**Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem Standar**

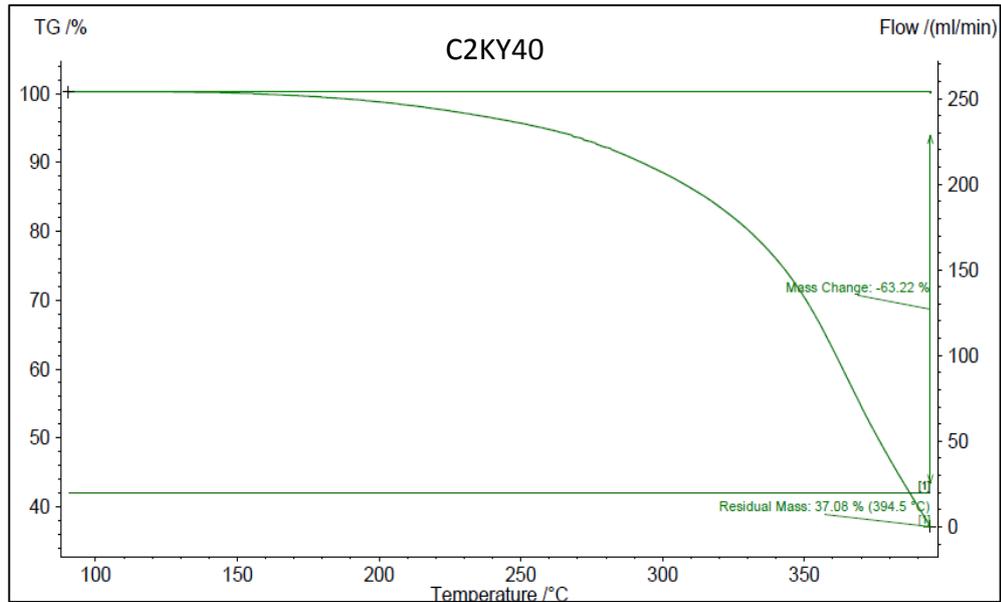
Pada hasil uji TGA kampas rem standar, gambar 4.4 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 100 °C kampas rem mulai

mengalami dekomposisi, hingga pada temperatur 400 °C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 7,12%.



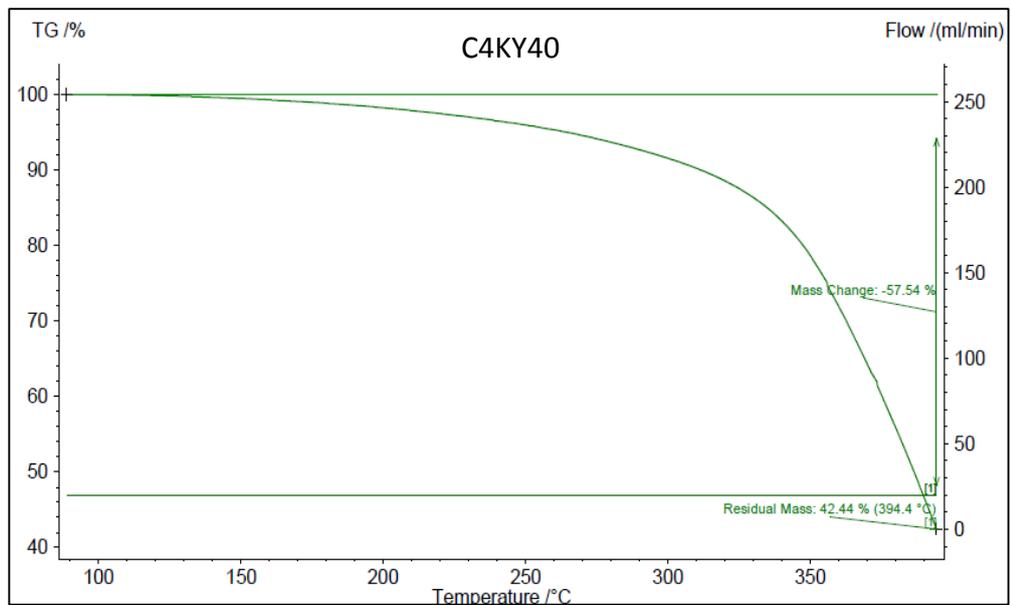
**Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem COKY40**

Pada hasil uji TGA kampas rem COKY40, gambar 4.5 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 150°C mulai mengalami dekomposisi, hingga pada temperatur 400°C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 57,10%.



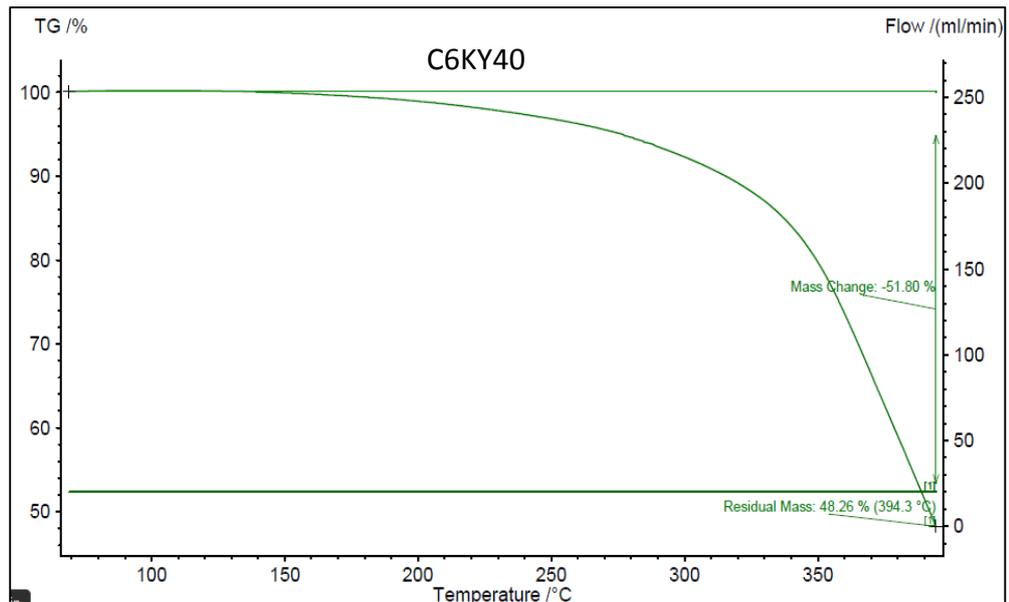
**Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C2KY40**

Pada hasil uji TGA kampas rem C2KY40, gambar 4.6 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 160°C mulai mengalami dekomposisi, hingga pada temperatur 400°C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 63,22%.



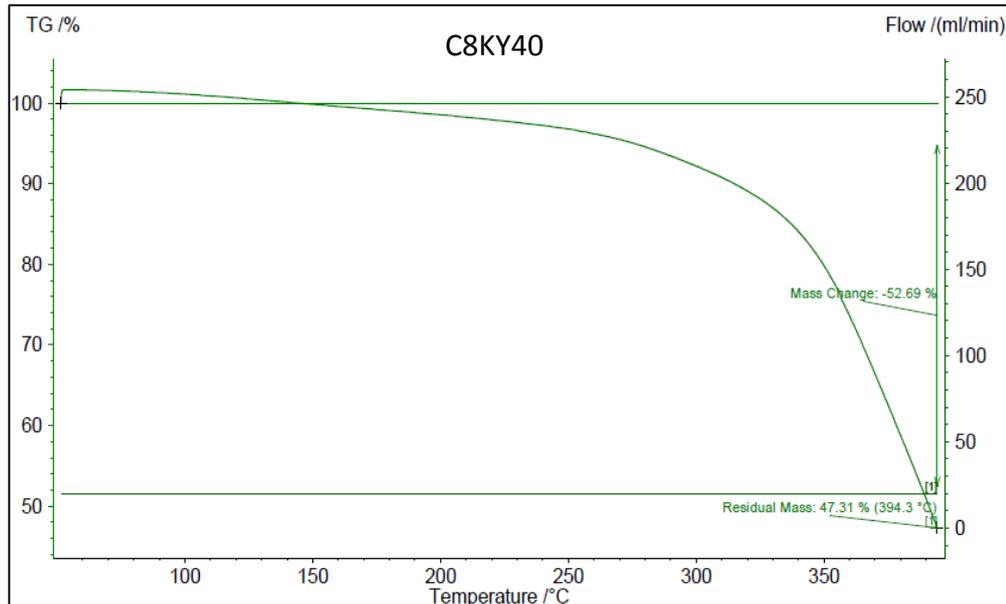
**Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C4KY40**

Pada hasil uji TGA kampas rem C4KY40, gambar 4.7 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 150°C mulai mengalami dekomposisi, hingga pada temperatur 400°C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 57,54%.



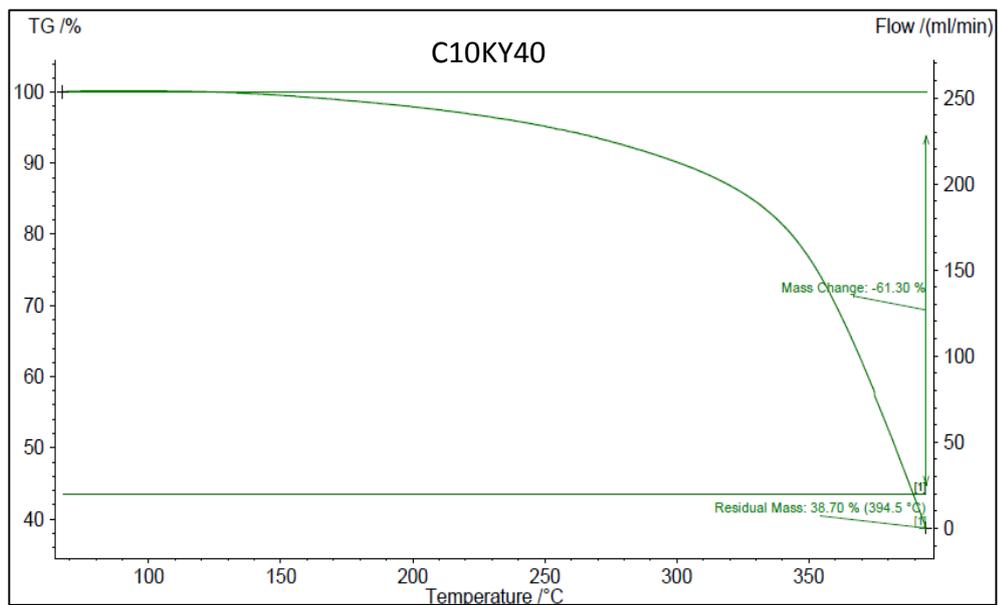
**Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C6KY40**

Pada hasil uji TGA kampas rem C6KY40, gambar 4.8 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 160°C mulai mengalami dekomposisi, hingga pada titik 400°C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 51,80%.



**Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C8KY40**

Pada hasil uji TGA kampas rem C8KY40, gambar 4.9 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 160°C mulai mengalami dekomposisi, hingga pada titik 400°C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 52,69%.



**Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C10KY40**

Pada hasil uji TGA spesimen C10KY40, gambar 4.10 pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur 150°C mulai mengalami dekomposisi, hingga pada titik 400°C spesimen uji mengalami perubahan massa sebesar 61,30%.

#### 4.2.2 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

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



**Gambar 4.11 Spesimen Uji Kekerasan Komposit Serbuk kayu dan Serbuk Karbon**

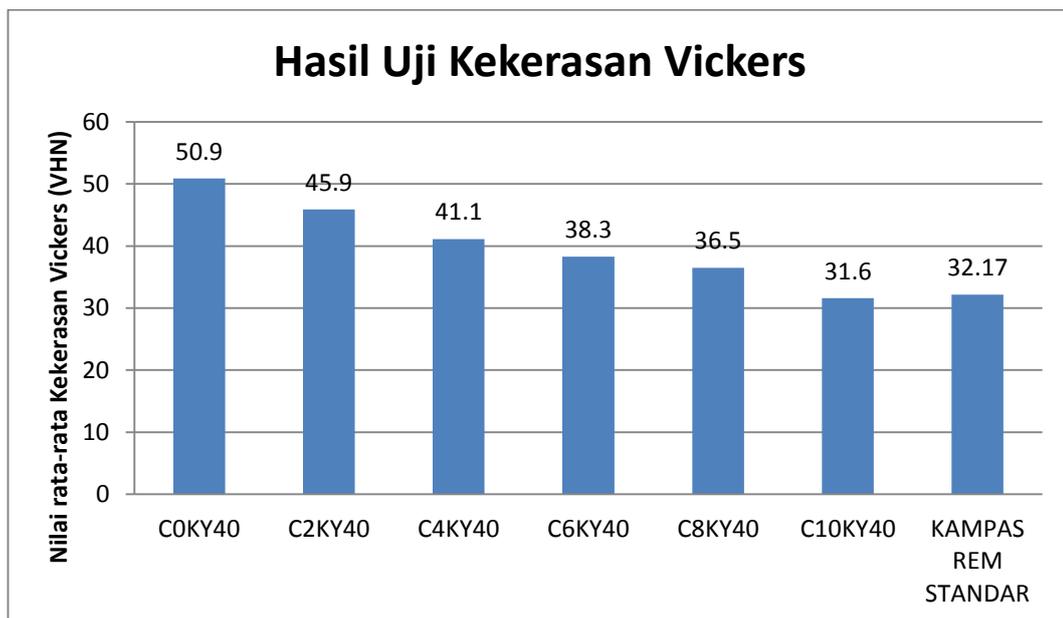
Pengujian dengan komposisi serbuk kayu sebanyak 40% pada spesimen dan variasi pada serbuk karbon dan polyesternya. Prosentase variasi dapat dilihat melalui tabel 4.15.

**Tabel 4.8 Pengujian Kekerasan Vickers Komposit**

Prosentase Volume (%) (Serbuk Karbon dan Serbuk Kayu)	Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (VHN)
<b>C0KY40</b>	1	50.2
	2	51.2
	3	52.5
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}$	<b>50.9</b>
<b>C2KY40</b>	1	46.3
	2	45.4
	3	46
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}$	<b>45.9</b>
<b>C4KY40</b>	1	43
	2	40.1
	3	42.2
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}$	<b>41.1</b>
<b>C6KY40</b>	1	33.6
	2	41.4
	3	40
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}$	<b>38.3</b>
<b>C8KY40</b>	1	35.5
	2	37.1
	3	36.9
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}$	<b>36.5</b>
<b>C10KY40</b>	1	32.4
	2	30.4
	3	32.2
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}$	<b>31.6</b>

**Tabel 4.16 Nilai Rata-Rata Kekerasan Vickers Kampas Rem Standar**

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



**Gambar 4.12 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 menunjukkan adanya pengaruh variasi prosentase bahan komposit. Kampas rem C0KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 50,9 VHN. Pada kampas rem C2KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 45,9 VHN. Pada kampas rem C4KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 41,1 VHN. Pada kampas rem C6KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 38,3 VHN. Pada kampas rem

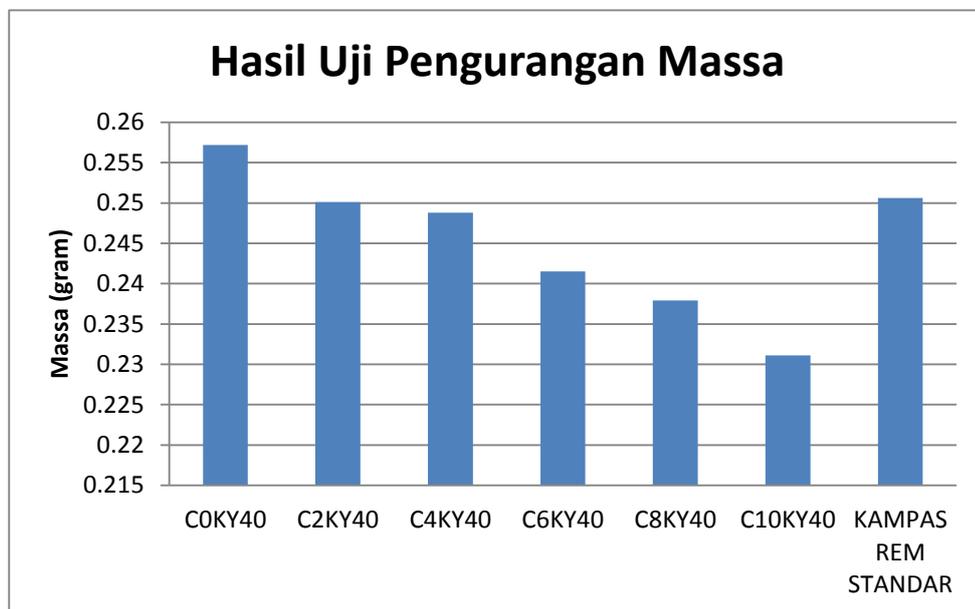
C8KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 36,5 VHN. Pada kampas rem C10KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 31,6 VHN.

#### 4.2.3 Pengurangan massa kampas rem

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data pengurangan massa setelah dilakukan pengujian pengereman pada kecepatan 30 km/jam, 50 km/jam, dan 70 km/jam. Berikut ini adalah hasil pengurangan massa pada variasi komposisi spesimen kampas rem cakram, seperti pada tabel 4.17.

**Tabel 4.17 Pengurangan Massa Kampas Rem**

Spesimen C0KY40	Spesimen C2KY40	Spesimen C4KY40	Spesimen C6KY40	Spesimen C8KY40	Spesimen C10KY40	Kampas rem Standar
0.2572	0,2501	0.2488	0,2415	0,2379	0,2311	0,2506



**Gambar 4.13 Grafik Pengurangan Massa**

Pada grafik pengurangan massa ditemukan bahwa adanya pengaruh prosentasi variasi serbuk karbon dan serbuk kayu terhadap pengurangan massa

setelah dilakukan pengujian pengereman. Spesimen C10KY40 memiliki pengurangan massa terendah dibandingkan Spesimen C0KY10, C2KY40, C4KY40, C6KY40, dan C8KY40.

#### **4.3. Pembahasan**

Dengan pengambilan 3 titik pada setiap spesimen uji diperoleh 3 nilai kekerasan pada setiap spesimen. Setiap pengambilan titik pada spesimen nantinya diambil rata-ratanya. Nilai kekerasan pada tabel 4.15 menunjukkan setiap penambahan prosentase karbon pada interval 2% sampai dengan 10% maka nilai kekerasan akan semakin menurun dan kampas rem yang memiliki nilai kekerasan paling mendekati nilai kampas rem standar yaitu pada spesimen C10KY40.

Berdasarkan grafik waktu pengereman yang diperoleh pada alat uji pengereman kampas rem menunjukkan adanya pengaruh variasi prosentase bahan dan kecepatan pada waktu pengereman. Grafik tersebut menunjukkan semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi waktu pengeremannya. Waktu pengereman yang paling mendekati nilai rem standar ditunjukkan oleh spesimen C2KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,26 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,39 detik menghasilkan temperatur 31 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,44 detik menghasilkan temperatur 33 °C.

Hasil pengujian karakteristik bahan meliputi uji Thermogravimetric Analysis spesimen C6KY40 memiliki perubahan komposisi paling rendah dibandingkan spesimen yang lain.

Berdasarkan grafik pengujian kekerasan menunjukkan spesimen C0KY40 memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi dibandingkan kampas rem yang lain.

Namun spesimen yang memiliki tingkat kekerasan terindikasi dengan kampasrem standar adalah spesimen C10KY40

Hasil pengurangan massa setelah dilakukan pengujian menunjukkan spesimen C10KY40 memiliki tingkat pengurangan massa paling rendah dibandingkan spesimen lainnya.

Jika dilihat secara keseluruhan maka spesimen yang memiliki waktu pengereman yang terindikasi mendekati kampas rem standar adalah spesimen C2KY40. Spesimen C2KY40 memiliki memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,26 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,39 detik menghasilkan temperatur 31 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,44 detik menghasilkan temperatur 33 °C.

Hasil pengujian karakteristik bahan meliputi kekerasan bahan dan pengurangan massa, spesimen C10KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 31,6 VHN dan pengurangan massa sebesar 0,2311 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa spesimen C10KY40 memiliki indikasi mendekati kampas rem standar.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil pengujian variabel pengereman pada semua spesimen menunjukkan bahwa waktu pengereman semakin lama dengan naiknya kecepatan.

Hasil pengujian variabel pengereman, menunjukkan bahwa spesimen C2KY40 memiliki indikasi yang paling mendekati kampas rem standar.

2. Hasil pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa pengujian TGA spesimen C6KY40 memiliki perubahan massa yang paling rendah dibandingkan spesimen lain.

Hasil pengujian kekerasan bahan pada spesimen C2KY40, C4KY40, C6KY40, C8KY40, C10KY40 tingkat kekerasan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase karbon dan spesimen C0KY40 memiliki tingkat kekerasan paling tinggi. Namun hasil kekerasan yang mendekati kampas rem standar adalah spesimen C10KY40.

Pada hasil pengurangan massa tingkat pengurangan massa paling rendah adalah spesimen C10KY40.

Hasil pengujian karakteristik bahan, menunjukkan bahwa spesimen C10KY40 memiliki indikasi mendekati kampas rem standar.

## 5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menguji sifat mekanik lain seperti uji kehausan dengan metode ogoshi dengan bahan serbuk kayu dan serbuk karbon.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada variasi dan komposisi bahan lain terhadap variabel pengereman dan karakteristik bahan.

## Daftar Pustaka

- Bachtiar DM, Ulfah Hidayati dan Anggara Wdjajanto. *Limbah Kayu*. Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup Seloliman, 2007.
- Bambang Kismono Hadi. *Mekanika Struktur Komposit*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, 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.
- Efri Mahmuda, Shirley Savetlana dan Sugiyanto. *Pengaruh Penggunaan Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matriks Epoksi*. Lampung: Universitas Lampung, 2013.
- Elvin Muhammad Aji N. *Analisis Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengeraman dan Pengurangan Massa Kampas Rem Dari Material Komposit Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu*. Skripsi. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2017.
- Frandi Barasa, Muftil Badri, Yohanes. *Kaji Pembuatan kanvas Rem Sepeda Motor Bahan Komposit Dengan Filler Palm Slag*. Riau: Universitas Riau, 2014.
- Heri Hardiyanti, Slamet Pribadi, Dadang, Jan Setiawan. *Karakterisasi Densitas Grafit sebagai Kandidat Bahan Reaktor Temperatur Tinggi*. 2016.
- 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  
Nuryasin Muhamad. *Analisis Sistem Rem Tromol Mobil Suzuki Futura*. Tegay: Politeknik Harapan Bersama, 2003.

Pramuko Ilmu Purboputro. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2012.

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

Sukamto. *Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor*. Yogyakarta: Universitas Janabadra, 2012.

Sulistijono. *Material Komposit*. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS, Surabaya. [www. iptek.net.com](http://www.iptek.net.com), dikunjungi : Senin, 30 Januari 2017. (08:35 Wib).

Suwanda. *Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah*. Bandung: 2011.

*World of Carbon - Interactive Nano-visulisation in Science &Engineering Edukation (IN-VSEE)*. Diakses tanggal 09 Febuari 2017. (23.03 Wib)

## Lampiran

### Lampiran 1. Gambar Proses Pembuatan Spesimen Kampas Rem Komposit



Persiapan Pencampuran Bahan



Proses Pengepressan

### Lampiran 2. Gambar Proses Pengambilan Data Variabel Pengereman



Alat Uji Pengereman



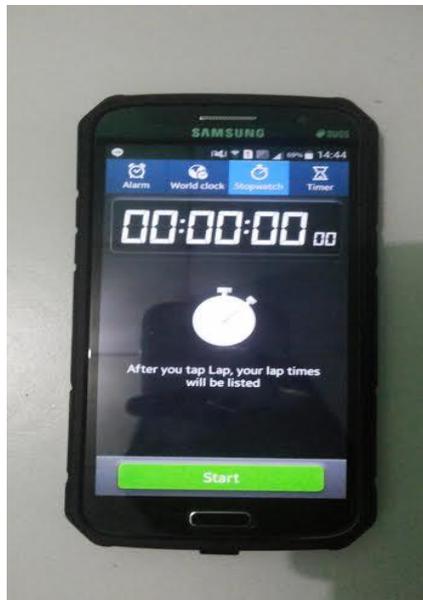
Beban Pengereman 5 Kg



Thermometer Digital



Spidometer



Stopwatch



Inverter



Spesimen Pengujian Pengereman

## Lampiran 3. Gambar Proses Pengambilan Data Karakteristik Bahan



Alat Pengujian Kekerasan



Timbangan Digital



Spesimen Pengujian Kekerasan



Alat Uji TGA

## Lampiran 4. Surat Permohonan Pemakaian Laboratorium



Building  
Future  
Leaders

KEMENTERIAN 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](http://www.ft.unj.ac.id/teknik-mesin)

Hal : Permohonan Pemakaian Laboratorium Jakarta, 12 Jan 2017.

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 : FICKRI WIDYARMA  
NIM : 5315127306  
Fakulta/Jurusan : TEKNIK / TEKNIK MESIN  
Judul Tugas Akhir/ Penelitian/ Skripsi : Pengujian tampa kem Cakram Bubungan Kompositi sebagai pengganti Serbuk Karbon terhadap Variabel Peman  
No. Telepon/HP : 0813 002 666 23 dan Karakteristik Baham.

Bermaksud untuk meminjam Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin selama 2. MINGGU  
Terhitung tanggal 12. bulan 01. s/d tanggal 2. bulan 02. 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

  
Sis FICKRI WIDYARMA, S.Si., M.T.  
NIP. 19812122006042002

Hormat Saya

  
FICKRI WIDYARMA  
No. Reg... 5315127306

Mengetahui  
Kepala Lab Material

  
Ir. Yunita Sari MT.MSI  
NIP. 196806062005012001

CATATAN :

\*Coret yang tidak perlu

## Lampiran 5. Surat Permohonan Peminjaman Alat Uji

Hal : Permohonan Peminjaman Alat Uji

Jakarta, 06 Desember 2016

Kepada Yth.  
Bpk. Triyono, ST., M.Eng  
Kepala Lab Penelitian Fire, Material & Safety Engineering  
Universitas Negeri Jakarta  
di Jakarta

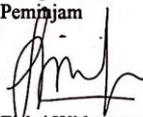
Dengan hormat,

Untuk menunjang perolehan data yang sedang saya lakukan guna menyelesaikan Tugas Akhir/ Penelitian di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, maka dengan ini:

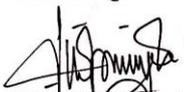
Nama : Fickri Widyarma  
NIM : 5315127306  
Fakultas/Jurusan : Teknik / Pendidikan Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir / Penelitian : Analisis Kekerasan dan Keausan Komposit Serbuk Kayu dan Zat Aditif pada Kampas Rem Sepeda motor  
No. Telp/HP : 081380266623

Bermaksud untuk meminjam Alat Uji EDX, TGA, dan DTA di Laboratorium Penelitian Fire, Material & Safety Engineering. Demikian permohonan saya, atas bantuan Bapak saya ucapkan terima kasih.

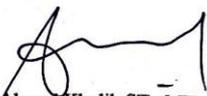
Mengetahui,  
Peminjam

  
Fickri Widyarma  
NIM. 5315127306

Mengetahui,  
Pembimbing I

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

Mengetahui,  
Kaprodik Pend. Teknik Mesin

  
Ahmad Kholil, ST., MT.  
NIP. 197908312005011001



## RIWAYAT HIDUP



**Fickri Widyarma**, Lahir di Jakarta pada tanggal 23 Maret 1995 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Rusmin dan Ibu Supiyati. Beralamat di jalan Pembangunan V No.38 Rt 004 Rw 02 Petojo Utara, Gambir, Jakarta Pusat.

Pendidikan formal yang pernah di tempuh adalah pada tahun 2000 masuk menjadi siswa SDN Petojo Utara 05 Pagi dan lulus pada tahun 2006. Kemudian melanjutkan pendidikan ke tingkat selanjutnya yaitu Sekolah Menengah Pertama YP IPPI Petojo, Jakarta hingga tahun 2009. Pendidikannya pun diteruskan ke jenjang SMA yang bertempat di SMA Negeri 25 Jakarta 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.

Fickri juga melaksanakan KKN “Kuliah Kerja Nyata” selama satu bulan di Pagaden-Subang.

Lalu melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di PT. Krama Yudha Ratu Motor Jakarta selama satu bulan bagian Mechanical Maintenance.