

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Sunardi dkk., (2017) yang melakukan penelitian tentang karakteristik dan potensi limbah kelapa sawit sebagai papan partikel dimana spesimen berupa sampel berbahan dasar serat tandan kelapa sawit, filler batang kelapa sawit, PVAc dan resin epoksi dengan fraksi volume secara berurutan sebesar 15%, 50%, 20% dan 15%. Untuk serat tandan kosong sendiri diberi perlakuan awal perendaman NaOH selama 2 jam. Untuk filler berupa batang kelapa sawit di saring menggunakan mesh senilai 18, 40, 60 dan 80. Bahan tersebut kemudian dikombinasikan menjadi satu adonan yang dicetak menggunakan metode *Cold Press* dengan kompaksi sebesar 30 bar.

dilakukan pengujian kekerasan dengan metode ASTM E 10 pada mesin LECO LCB – 3100 dan uji impak kekuatan bending menggunakan metode *three point bending*. Suhu yang diberikan adalah sebesar 21.50C pada kecepatan 1.668 mm/min dan humidity 58,1%. Kuat pegang tarik pada mesin GOTECH AI-7000 LA 10 dengan kecepatan tarik 20 mm/min. Pengujian impak menggunakan metode ISO 179 dengan kondisi humidity 55%, suhu 240C, kecepatan impak 2.9 m/s, dan peralatan yang digunakan Resin Impactor CEAST. Hasil yang diberikan adalah densitas yang mencapai 35%, pengurangan ketebalan karena nilai densitas yang tinggi dan porositas material yang kecil dengan persentase nilai yang jauh dibawah SNI- 03-2105-2006 hingga 9x lebih baik,

Nilai kekerasan juga didapatkan perbedaan kekerasan mencapai 77% dari kekerasan terendah, kekerasan dapat dikatakan baik karena memiliki standar densitas yang tinggi. Penggunaan filler batang yang disertai penguat berupa serat kelapa sawit memiliki ikatan yang baik sehingga memberikan pengaruh terhadap kemampuan permukaan papan partikel menerima deformasi Berikutnya kekuatan lentur yang dihasilkan

meningkat, disebabkan juga oleh distribusi filler batang kelapa sawit sehingga memberikan pengaruh terhadap deformasi. Berikutnya ada defleksi yang memberikan hasil berupa kekerasan papan partikel tidak linear dengan defleksi atau sifat mekanis lainnya. Terakhir ada kekuatan impak yang memberikan hasil papan partikel dengan mesh 60 memiliki ketangguhan paling tinggi sebesar 3.94 kJ/m<sup>2</sup>.

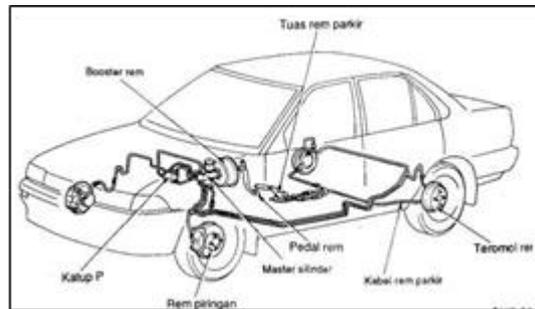
Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh Roni Setiawan dkk (2023) tentang “Analisa Pengaruh Selulosa Asetat terhadap *Coefficient Of Friction, Hardness, Thermal Stability* dan *Wear Rate* pada Komposit Serbuk Kayu, Sekam Padi dan Tempurung Kelapa untuk Kampas Rem”. Penelitian menggunakan pengujian koefisien gesek menggunakan alat PASCO sehingga memberikan hasil berupa nilai gaya statis dan gaya kinetis dari setiap pengujian. Kedua gaya dibutuhkan untuk menentukan nilai koefisien gesek dan statis. Dari nilai tersebut dilakukan perhitungan lanjutan yang memberikan hasil akhir berupa nilai koefisien gesek kinetis akan terus meningkat beriringan dengan meningkatnya selulosa asetat dalam komposit kampas rem tersebut.

Hasil kedua dari penelitian ini adalah data dan Analisa dari pengujian keausan menggunakan alat tribometer *pin-on disc* yang memberikan hasil akhir berupa nilai wear coefficient yang dimiliki oleh spesimen rem komposit akan terus meningkat beriringan dengan bertambahnya persentase selulosa asetat. Hal tersebut membuktikan bahwa selulosa asetat disini memiliki peran yang cukup signifikan sebagai serat yang berfungsi untuk memperpanjang umur pakai kampas rem.

## 2.2 Sistem Pengereman

Sistem pengereman adalah suatu mekanisme yang digunakan dalam memperlambat atau menghentikan laju kendaraan bermotor dalam berbagai kondisi medan baik dalam medan yang mudah maupun yang susah. Selain itu, sistem pengereman juga digunakan dalam menghentikan kendaraan dalam kurun waktu dan jarak sehingga kendaraan tersebut berhenti secara terkendali dan terarah. Maka dari itu, rem dapat diartikan

yaitu sebuah komponen yang wajib ada pada sebuah kendaraan bermotor sehingga dapat menjamin keselamatan dan keamanan pengendaranya.



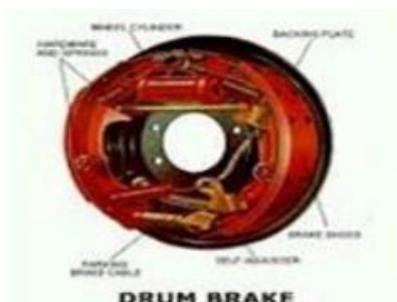
**Gambar 2. 1** Skema Sistem Rem Mobil

(Sumber: Dwiyati dkk, 2017)

Adapun jenis-jenis sistem pengereman berdasarkan konstruksi antara lain sebagai berikut:

1. Rem Tromol (*Drum Brake*)

Rem Tromol adalah suatu sistem pengereman yang prinsip kerjanya terjadi gesekan antara sepatu rem dengan drum yang berputar dengan mengikuti putaran roda kendaraan bermotor. Untuk memperlambat laju kendaraan dengan baik, maka sepatu rem dibuat dari bahan yang mempunyai koefisien gesek yang cukup tinggi. Rem tromol ini memiliki suatu kelemahan pada saat terendam oleh air, yang dimana sistem pengereman tidak dapat berfungsi dengan baik disebabkan karena koefisien geseknya kurang signifikan (Rahmatul Iza, 2020).

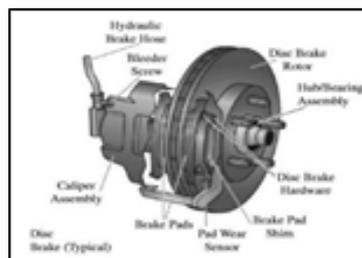


**Gambar 2. 2** Rem Tromol

(Sumber: Rahmatul Iza, 2020)

## 2. Rem Cakram (*Disc Brake*)

Rem cakram adalah suatu sistem pengereman yang prinsip kerjanya menjepit cakram yang dipasang pada roda kendaraan, dalam menjepit cakram dapat menggunakan caliper yang digerakkan oleh piston untuk mendorong sepatu rem ke cakram (Rahmatul Iza, 2020). Rem cakram dioperasikan menggunakan kabel baja secara hidrolik dengan memanfaatkan tekanan dari fluida atau cairan. Putaran roda tersebut akan berkurang atau berhenti setelah adanya penjepitan cakram (*disc*) dengan duabelah sepatu rem (*brake pads*). Rem cakram memiliki sebuah piringan plat (*plat disc*) yang terbuat dari *stainless steel* yang berputar bersamaan dengan roda. Pada saat terjadi pengereman, *plat disc* akan tercekam menggunakan gaya bantalan piston yang bekerja secara hidrolik (Dwiyati et all, 2017).



**Gambar 2. 3** Rem Cakram

(Sumber: Dwiyati dkk, 2017)

### 2.3 Kampas Rem

Kampas rem adalah salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Prinsip sistem kerja rem yaitu mengubah energi kinetik menjadi panas dengan cara menggesekkan dua buah benda yang tidak sama berputar sehingga putarannya akan melambat. Komponen rem yang bergesekan harus tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada suhu tinggi (Dwiyati et all, 2017).



**Gambar 2. 4** Kampas Rem

(Sumber: Rahmatul Iza, 2020)

Sistem pengereman biasanya terbagi atas dua tipe yang dapat digunakan pada kendaraan bermotor, diantaranya yaitu rem tromol (*drum brake*) dan rem cakram (*disc brake*). Cara pengoperasian dari sistem rem juga terbagi menjadi dua, yaitu pengoperasian secara mekanik dan pengoperasian secara hidrolik menggunakan fluida atau cairan. Pengoperasian secara mekanik adalah suatu sistem pengoperasian yang dimana menggunakan tipe tromol, sedangkan pengoperasian secara hidrolik merupakan salah satu sistem pengoperasian yang menggunakan tipe cakram (Dwiyati et all, 2017).

Kampas rem secara SNI memiliki standar SNI 09-0143-1987:

**Tabel 2. 1** Sifat Mekanis dan Fisis Bambu Petung

Komposit	Nilai
Kekerasan	11,9 BHN
Keausan	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2 / \text{kg}$
Koefisien Gesek	0,14 – 0,27
Massa Jenis	1,5 – 2,4 g/cm <sup>3</sup>
Konduktivitas Termal	0,12 = 0,8 W.m.°C
Tekanan Spesifik	0,17 – 0,98 joule/g.°C
Kekuatan Geser	1300 – 3500 N/cm
Kekuatan Patah	480 – 1500 N/cm <sup>2</sup>

## 2.4 Komposit

Komposit merupakan suatu jenis bahan hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang dimana sifat dari setiap bahan berbeda-beda baik secara sifat kimia maupun sifat fisiknya dan tetap terpisah pada hasil akhir bahan tersebut. Dengan adanya perbedaan

dari setiap material penyusunnya maka perlu adanya penambahan *wetting agent* agar komposit antar material memiliki ikatan yang kuat (Nasyiroh, 2013). Adapun komponen penyusun dari komposit pada umumnya yaitu:

#### 1. Matriks

Matriks merupakan fasa pada komposit yang memiliki bagian atau fraksivolume terbesar (*domain*). Fungsi matriks antara lain:

- a. Mentransfer tegangan ke serat.
- b. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat/
- c. Melindungi serat
- d. Memisahkan serat.
- e. Melepas ikatan.



**Gambar 2. 5** Matrix pads Komposit

(Sumber Nasyiroh, 2013)

#### 2. *Reinforcement / Filler / Fiber*

*Reinforcement* merupakan salah satu bagian utama dari komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.



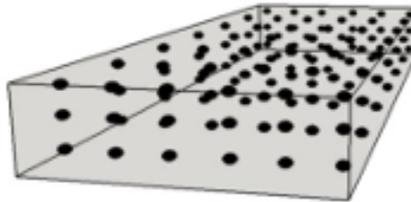
**Gambar 2. 6** Gambar Penguat

(Sumber: Nasyiroh, 2013)

Komposit diklasifikasikan atau dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan penguatnya. Klasifikasi tersebut antara lain:

#### 1. Komposit Partikel

Komposit yang tersusun atas matrik kontinyu dan penguat (reinforced) yang diskontinyu berbentuk partikel atau serat pendek disebut komposit partikel, secara umum penguat partikel kurang efektif dalam mempertahankan ketahanan patah, berbeda dengan komposit berpenguat serat yang bagus dalam mempertahankan ketahanan patah namun matrik berpenguat partikel ini memiliki sifat ulet yang bagus untuk mengurangi beban patah mendadak, fungsi dari partikel partikel ini terdistribusi adalah merata membagi beban agar dalam material dan menghambat deformasi plastis, partikel-partikel tersebut bisa berupa logam maupun bukan logam.



**Gambar 2. 7** Komposit Partikel

(Sumber: Bayu Hanung dkkk, 2017)

#### 2. Komposit Serat

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serataramid dan sebagainya. Komposit ini tersusun atas matrik kontinyu polimer atau logam, serat-serat ini terikat oleh matrik, biasanya berbentuk multifilamen panjang yang digulung. Diameter serat biasanya antara 3 sampai 30 mikrometer. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Oleh karena itu serat harus

mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

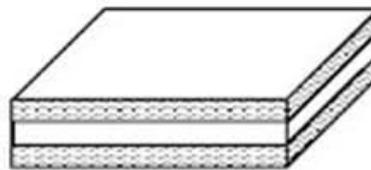


**Gambar 2. 8** Komposit Serat

(Sumber: Bayu Hanung dkkk, 2017)

### 3. Komposit Lapis

Komposit lapis atau komposit laminat ini terdiri dari beberapa lapisan komposit lapis berpenguat serat, berpenguat komposit partikel atau kombinasi lapisan komposit tipis dengan material berbeda dimana lapisan tersebut saling terikat didalam satu matriks.



**Gambar 2. 9** Komposit Lapis

(Sumber: Bayu Hanung dkkk, 2017)

## 2.5 **Bambu Petung**

Bambu merupakan salah satu hasil alam Nusantara yang penyebarannya luas dan umumnya mudah ditemukan di daerah yang berdekatan dengan Sungai atau mata air. Untuk bambu yang digunakan sendiri pada pembahasan kali ini merupakan bambu yang kami dapat dari daerah Bandung, Jawa Barat. Bambu memiliki kelebihan dan kekurangan seperti batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut.

Selain itu bambu juga relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lain karena banyak ditemukan di sekitar pemukiman pedesaan, bambu menjadi tanaman serbaguna bagi masyarakat pedesaan. Disamping multi fungsi bambu yang tinggi maka terdapat beberapa kelemahan dari bambu antara lain: pengerjaan tidak mudah karena mudah pecah atau retak, mudah terserang serangga perusak kayu sehingga tidak tahan lama (tidak awet), variasi dimensi dan ketidakseragaman panjang ruasnya (Wulandari,2018).



**Gambar 2. 10** Bambu Petung  
(Sumber: ksdae.menlhk.go.id)

Untuk mengatasi kelemahan dari bambu maka perlu dilakukan pengujian sifat fisika kayu untuk mengetahui kekuatan fisika dari bambu untuk memudahkan dalam pengerjaan bambu sesuai dengan manfaatnya dilapangan dan untuk memberikan informasi tentang sifat bahan yang akan digunakan. Beberapa sifat fisika yang perlu diketahui adalah kadar air dan kerapatan. Kedua sifat ini penting diketahui karena merupakan syarat utama sebelum bahan diolah menjadi produk hasil hutan. Dengan mengetahui sifat fisika maka dapat mengatasi adanya cacat akibat retak dan pecah karena pada saat bambu akan dikerjakan bambu harus dalam kondisi kadar air yang rendah dan kerapatan bambu yang tinggi sehingga tidak mengalami perubahan dimensi atau kembang susut yang tinggi (Rini et.al , 2017). Bambu Petung memiliki sifat mekanis dan fisis:

**Tabel 2. 1** Sifat Mekanis dan Fisis Bambu Petung

Arah Aksial	Perendaman Larutan Kulit Bintaro		Satuan
	Sebelum	Sesudah	
Kadar Air	81.59	111.70	%
Berat Jenis	0.70	0.74	g/cm <sup>3</sup>
MOR	1483.67	1560.38	Kg/cm <sup>2</sup>
MOE	111385	106642	Kg/cm <sup>2</sup>

(Sumber: Uslinawaty dkk, 2020)

## 2.6 Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu jenis limbah padat hasil samping dari industri pengolahan kelapa sawit, yang saat ini masih menimbulkan permasalahan bagi lingkungan hidup. Hal ini disebabkan karena limbah ini diproduksi dalam jumlah besar dan sukar terdegradasi atau terurai secara alami di lingkungan (Prananta, 2009). Cangkang kelapa sawit mengandung lignin (29,4%), hemiselulosa (27,7%), selulosa (26,6%), air (8,0%), komponen ekstraktif (4,2%), abu (0,6%). Oleh karena itu, limbah ini sangat berpotensi jika dikembangkan menjadi produk-produk yang bermanfaat dan memberi nilai tambah dari aspek ekonomi serta ramah lingkungan (Prananta, 2009).

Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut. Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai kandungan, antara lain : Dimana kandungan yang terkandung pada cangkang mempunyai persentase (%) yang berbeda jumlahnya, antara lain : kalium (K) sebesar 7,5 %, natrium (Na) sebesar 1,1, kalsium (Ca) 1,5 %, klor (Cl) sebesar 2,8 %, karbonat (CO<sub>3</sub>) sebesar 1,9 %, nitrogen (N) sebesar 0,05 % posfat (P) sebesar 0,9 % dan silika (SiO<sub>2</sub>) sebesar 61 %.



**Gambar 2. 11** Cangkang Kelapa Sawit

(Sumber: Suherman dkk, 2021)

## 2.7 Resin Epoxy

Resin merupakan suatu material polimer yang kaku atau semi kaku pada suhu kamar. Sedangkan epoxy merupakan polimer *thermosetting* yang merupakan produk reaksi dari epoxy resin dan hardener amini. Maka dari itu, epoxy resin adalah kelas sistem ikatan kimia organik yang digunakan dalam preparat lapisan khusus atau perekat. Polimer yang masih digunakan yaitu *epoxy vinylester (polyester thermosetting)*, plastik, dan resin denol formaldehid (Rahayu & Siahaan, 2018). Resin Epoxy sendiri adalah sebuah bahan kimia resin dari hasil polimerisasi epoxyda. Resin polimerisasi tersebut kemudian dikenal dengan nama resin thermoset yang membentuk ikatan molekul yang erat dalam suatu struktur antar polimer.



**Gambar 2. 12** Epoxy Resin

(Sumber: e-poxy.co.za)

Rangkaian yang membentuk epoxy tersebut memiliki proses pembentukan awal berupa cairan yang bereaksi secara kimiawi

menjadi padat. Polimer epoxy ini sangat kuat secara mekanis. Polimer epoxy memiliki sifat tahan terhadap perubahan yang biasanya di miliki unsur-unsur kimia padat pada umumnya. Sifat rekatnya yang tinggi dihasilkan selama proses konversi dari cair ke padat. Polimer epoxy memiliki banyak varian sifat yang berbeda tergantung bahan kimia dasar dalam resin. Karena itu epoxy memiliki kelebihan dan fungsi yang berbeda-beda (Surdia, T & Saito, S., 1999). Berdasarkan dasar pembuatannya epoksi dibagi menjadi:

1. Resin Bisfenol-A

Kelekatannya terhadap bahan lain baik sekali. Bahan ini banyak di gunakan dalam cat untuk logam, perekat, pelapis dengan serat gelas, dsb. Pada pengawetan tak di hasilkan produk tambahan seperti air, dan penyusutan volume kurang. Kestabilan dimensinya baik, sangat tahan terhadap zat kimia dan stabil terhadap banyak asam kecuali asam pengoksid yang kuat, dan asam alifatik rendah, alkali dan garam. Karena tak diserang oleh hampir semua pelarut, bahan ini baik digunakan sebagai bahan yang non- korosif.

2. Resin Sikloaliafatik

Bahan ini viskositasnya rendah dan ekivalensi epoksinya kecil. Bahan berguna sebagai pengencer bisfenol karena mudah penanganannya. Karena kaku dan rapuh, bahan terutama digunakan untuk alat isolasi listrik yang diperkuat dengan serat gelas. Ketahanan busur dan sifat anti alurnya baik.

## **2.8 Zinc Carbonate**

ZnO merupakan material semikonduktor tipe-n yang mempunyai struktur kristal wurtzite. Film tipis ZnO biasanya menunjukkan nilai resistivitas yang rendah karena kekosongan (vakansi) oksigen dan penyisipan (interstitial) Zn pada komposisi yang nonstoichiometric (Wirjoadi & Siswanto 2009). ZnO mempunyai band gap yang lebar sekitar 3,21 eV pada temperatur ruang (Belta et al. 2015) dan transmitansi yang

tinggi sekitar 90% pada panjang gelombang visibel (Kim et al. 2007). Kelebihan ZnO yang lain adalah dapat ditumbuhkan pada temperatur substrat yang relatif rendah sekitar 200-400°C (Yanti 2013). Hal ini menjadi sifat menarik yang dimiliki oleh ZnO karena pembentukan kristal dapat terjadi pada temperatur di bawah 400°C.



**Gambar 2. 13** Zinc Karbonasi

(Sumber: ravichemindustries.com)

## 2.9 Grafit

Grafit ialah alotrop karbon yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas dengan baik. Dalam struktur grafit tiap atom karbon membentuk ikatan kovalen dengan 3 atom karbon yang lain membentuk lapisan heksagonal dengan struktur berlapis semacam tumpukan kartu. Hal ini disebabkan atom karbon mempunyai 4 elektron valensi hingga pada tiap atom karbon masih ada satu elektron yang belum berikatan (elektron bebas). Satu lapisan grafit disebut graphene.

Graphene merupakan material dua dimensi yang tersusun atas atom karbon yang memiliki susunan heksagonal. Grafit memiliki sifat semi-logam dengan konduktivitas  $10^{-3} \Omega\text{cm}$  (Saito, 2004: 63). Material ini memiliki beberapa sifat elektronik, optic, dan mekanik yang menarik. Graphene bersifat semikonduktor, transparan hingga 98%, dan sangat kuat (Rafitasari et al., 2016). Sifat yang menarik tersebut membuat material graphene banyak diteliti.



**Gambar 2. 14** Grafit Bubuk

(Sumber: su.huabangjck.com)

### 2.10 Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya (Sagel, 1993). Massa jenis (densitas) adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya (Julianto, 2012). Rumus untuk mencari nilai densitas antara lain:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- $\rho$  = Massa Jenis (gr/cm<sup>3</sup>)
- $m$  = Massa (Kg)
- $v$  = Volume (cm<sup>3</sup>)

### 2.11 Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori dengan total volume batuan. Ini terjadi sebagai porositas primer (pengendapan) atau sekunder (diagenetik atau larutan). Porositas primer dan sekunder dapat diketahui langsung dari neutron, kerapatan, dan log sonik. Alat-alat ini tidak mengukur volume pori secara langsung, tetapi parameter fisik mereka mengukur formasi dan menghubungkannya dengan porositas

secara matematis atau empiris. Karena alat sonik hanya merekam porositas primer (atau matriks), maka dapat dikombinasikan dengan alat porositas total, seperti kerapatan atau gabungan neutron dan kerapatan, untuk menentukan porositas sekunder (Lyons, 1996).

Porositas adalah ukuran volume di dalam batuan yang tersedia untuk menampung cairan reservoir. Oleh karena itu, volume minyak, gas, dan air di reservoir tertentu bergantung langsung pada porositas. Porositas ( $\phi$ ) adalah rasio total ruang kosong di dalam batuan (volume pori) dengan total volume curah batuan itu (Oyeneyin, 2015). Diketahui Rumus Porositas adalah:

$$P = \frac{\rho_{th} - \rho_{act}}{\rho_{th}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

$\rho_{th}$  = Densitas Teoritis (gram/cm<sup>3</sup>)

$\rho_{act}$  = Densitas Aktual (gram/cm<sup>3</sup>)

$P$  = Porositas

## 2.12 Serat Alami

Serat alami, sebagai pengganti serat yang direkayasa, telah menjadi salah satu topik yang paling banyak diteliti selama beberapa tahun terakhir. Ini karena sifat-sifat yang melekat, seperti biodegradabilitas, keterbaruan dan ketersediaannya yang melimpah jika dibandingkan dengan serat sintetis. Serat sintetis berasal dari sumber daya terbatas (bahan bakar fosil) dan karenanya, terutama dipengaruhi oleh harga minyak volatilitas dan akumulasi mereka di lingkungan dan/atau lokasi TPA sebagai kelemahan utama sifat mekanik dan sifat termal mereka melebihi serat alami. Kombinasi serat/pengisi ini, sebagai penguat berbagai bahan polimer, menawarkan peluang baru untuk menghasilkan bahan dan struktur multifungsi untuk aplikasi canggih (Mochane, 2019).

Serat alami sangat ringan jika dibandingkan dengan serat sintetis. Bahan komposit polimer sintetis dapat digantikan oleh bahan komposit seratpolimer alami karena kekuatan dan modulus spesifik tinggi, ketersediaan, biaya rendah, ringan, dapat didaur ulang, biodegradabilitas,

tidak adanya bahaya kesehatan dan sifat non-abrasif.(Ian Fulton dkk, 2011).

### 2.13 Alumina

Aluminium oksida (alumina) adalah senyawa kimia dari aluminium dan oksigen, dengan rumus kimia  $Al_2O_3$ . Secara alami, alumina terdiri dari mineral korondum, dan memiliki bentuk kristal. Senyawa ini termasuk dalam kelompok material aplikasi karena memiliki sifat-sifat yang sangat mendukung pemanfaatannya dalam beragam peruntukan. Senyawa ini diketahui merupakan insulator listrik yang baik, sehingga digunakan secara luas sebagai bahan isolator suhu tinggi, karena memiliki kapasitas panas yang besar (Xu, et al., 1994). Alumina juga dikenal sebagai senyawa berpori sehingga dimanfaatkan sebagai adsorben (Ghababazade, et al., 2007). Sifat lain dari alumina yang sangat mendukung aplikasinya adalah daya tahan terhadap korosi (Mirjalili, et al., 2011) dan titik lebur yang tinggi, yakni mencapai 2053-2072 °C (Budvari, 2001).

Secara umum alumina ditemukan dalam tiga fasa, yang dikenal sebagai  $\gamma$ ,  $\beta$ , dan  $\alpha$  alumina. Ketiga fasa di atas diketahui memiliki sifat-sifat yang berbeda, sehingga memiliki aplikasi yang khas (unik). Beta alumina ( $\beta$ - $Al_2O_3$ ) memiliki sifat tahan api yang sangat baik sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi keramik seperti pembuatan tungku furnace (Arribart and Vincent, 2001). Gamma alumina ( $\gamma$ - $Al_2O_3$ ) banyak digunakan sebagai material katalis, contohnya dalam penyulingan minyak bumi (Knozinger and Ratnasamy, 1978) dan digunakan dalam bidang otomotif (Satterfield, 1980; Gate, 1995). Alfa alumina ( $\alpha$ - $Al_2O_3$ ) mempunyai struktur kristal heksagonal dengan parameter kisi  $a = 4,7588$  dan  $c = 12,9910$  nm.



**Gambar 2. 15** Alumina  
(Sumber: alpapowder.com)

## 2.12 Proses Pengujian

Pada pengujian material untuk mengetahui hasil dari penelitian ini yaitu uji keausan dan struktur mikro menggunakan alat uji *scanning electron microscopy* (SEM) dan *thermogravimetric analysis* (TGA).

### 2.7.1 Uji Keausan

Pengujian keausan dilakukan berdasarkan standar ASTM G99. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai metode dan teknik yang tujuannya untuk mensimulasikan kondisi keausan actual. Adapun metode yang dapat digunakan yaitu metode ogoshi yang dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar. Pembebanan gesek ini akan melakukan kontak langsung antar permukaan yang berulang-ulang sampai sebagian dari material pada permukaan benda uji diambil. Dengan adanya jejak permukaan pada material gesek dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan tingkat keausan pada material. Adapun rumus uji keausan antara lain:

$$N = \frac{W_0 - W_1}{t \cdot A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

- $N$  = Nilai laju keausan ( $\text{g}/\text{mm}^2/\text{s}$ )
- $W_0$  = Berat awal benda uji (g)
- $W_1$  = Berat pengausan (g)
- $t$  = Waktu pengausan (detik)

$A = \text{Luas Pengausan (mm}^2\text{)}$

### 2.7.3 Pengujian Penyerapan Air

Pengujian yang dilakukan terhadap penyerapan air atau dikenal juga dengan absorbs merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas material dalam menyerap air yang dapat mempengaruhi sifat mekanik material seperti kekuatan, ketangguhan dan kekakuan. Sebagai hasil, pengujian penyerapan menampilkan data berupa jumlah kandungan dalam air yang dapat diserap. Data tersebut kemudian akan dihitung untuk menghitung persentase penyerapan. Untuk prinsip kerjanya sendiri spesimen yang akan diuji dikeringkan terlebih dahulu melalui proses penjemuran atau oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  hingga berat konstan dan kelembaban hilang. Selanjutnya spesimen akan didinginkan kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai berat kering.

Setelah material tersebut ditimbang maka selanjutnya spesimen akan dilakukan proses perendaman untuk mengetahui kadar mampu serap air, perendaman dilakukan selama 24 jam. Selanjutnya setelah waktu yang ditentukan, beban dengan kejenuhan tersebut ditimbang untuk mendapatkan berat jenuh. Sebagai hasil akhir data tersebut dihitung persentasenya menggunakan rumus:

$$\text{Penyerapan (\%)} = \frac{(B-A)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

B = Berat dalam kondisi jenuh namun permukaan kering (g)

A = Berat Kering (g)

### 1.7.4 Pengujian Koefisien Gesek

Merupakan pengujian yang dilakukan terhadap spesimen untuk mengetahui nilai koefisien gesek yang dimiliki. Pengujian

dilakukan secara manual menggunakan bidang miring. Bidang miring yang digunakan merupakan kayu dengan panjang 79 cm dengan kemiringan  $28^\circ$  dan tinggi 39 cm. Dengan menggunakan rumus koefisien gesel yakni:

$$\Sigma F = ma \dots \dots \dots (2.5)$$

$$m \times g \times \sin 28^\circ - m \times g \times \cos 28^\circ \times \mu = ma \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan;

- m = massa (Kg)
- a = percepatan ( $m/s^2$ )
- g = gravitasi ( $m/s^2$ )
- $\theta$  =  $28^\circ$