

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kampas Rem

Kampas rem merupakan salah satu komponen penting pada sistem pengereman kendaraan bermotor. Kampas rem dapat mengontrol kecepatan kendaraan pada saat kendaraan tersebut melakukan pengereman dengan mengubah energi kinetik menjadi energi panas dengan gesekan dan membuang panas tersebut ke lingkungan oleh karena itu kampas rem menjadi salah satu komponen penting yang mempengaruhi keselamatan dalam berkendara (Lawal et al., 2017).

Kampas rem pada umumnya terbuat dari bahan asbes akan tetapi juga terdapat kampas rem yang berbahan non – asbes. Kampas rem berbahan asbes sangat berbahaya bagi kesehatan. Saat dilakukan pengereman kampas rem yang terbuat dari bahan akan menimbulkan debu beracun yang bertaburan, sehingga mudah dihirup dan mudah menempel, debu tersebut mengandung debu beracun yang tidak kasat mata. Negara – negara seperti USA, UK, Kolombia, Jepang dan beberapa lainnya telah melarang penggunaan asbes untuk bahan kampas rem karena dapat menyebabkan kanker (Lawal et al., 2017).



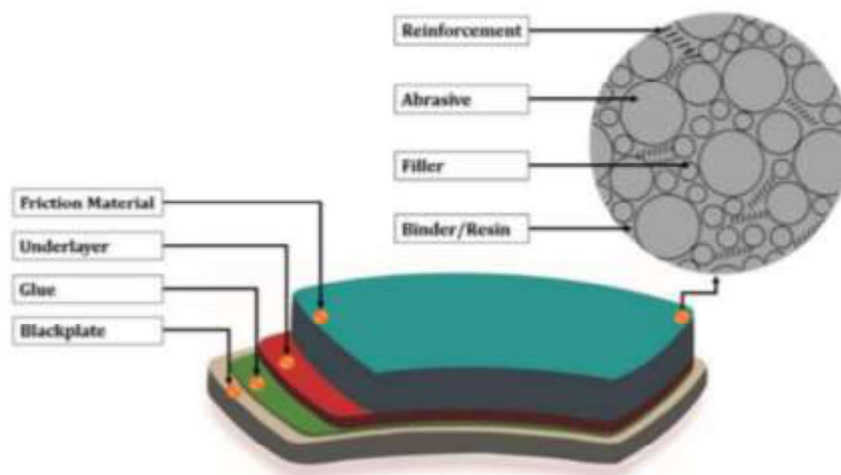
Gambar 2. 1 Kampas Rem

Bahan penyusun kampas rem harus memiliki sifat kekerasan, keausan, serta tahan terhadap korosi. Salah satu bahan penyusun yang memiliki beberapa sifat tersebut adalah alumunium yang memiliki bobot yang ringan dan kekuatan tarik 70 MPa serta alumunium tahan terhadap korosi (Telang et al., 2010). Bahan penyusun kampas rem memiliki syarat – syarat yang harus dipenuhi menurut SAE, syarat – syarat tersebut ditampilkan pada tabel berikut

Tabel 2.1 Standar bahan gesek kampas rem menurut SAE

Sifat Mekanik	Nilai Stadar
Kekerasan (Rockwell)	101
Kekuatan Tarik (Mpa)	20-27
Konduktivitas Panas (W/Mk)	0,47-0,804
Koefisien Gesek	0,3-0,6

Pada **Tabel 2.1** menjabarkan standar bahan gesek sebuah kampas rem menurut SAE dengan berbagai uji, dalam sistem pengereman sesungguhnya, tekanan kontak minimal, bervariasi antara 0,3 dan 2 MPa dan kecepatan gelincir antara 1 dan lebih dari 10 m/s. Sedangkan pengujian sampel untuk kendaraan balap dilakukan pada laju kendaraan 0-300 km/jam, tekanan kontak 0,1-10 MPa, suhu 20-900 C dan proporsi geometri dari sistem pengereman skala penuh (Kermc, 2005).



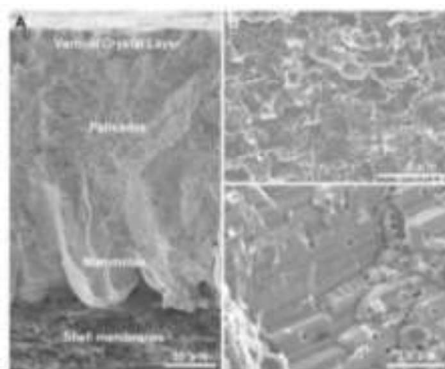
Gambar 2. 2 Bagian pada Kampas Rem

Pada **Gambar 2.2** terlihat bahwa kampas rem memiliki beberapa lapisan, terdapat perekat yang menahan *friction material* atau bahan gesek ke lapisan, dibawahnya terdapat *underlayer* yang ditempatkan diantara *friction material* dan *backplate*, fungsi dari *underlayer* ini adalah untuk mengurangi getaran yang disebabkan oleh gesekan bahan yang menyentuh *disk*. *Backplate* memberikan kampas rem kekakuan yang diperlukan untuk terus bergerak di sepanjang kaliper paduan. *Friction material* yang bersentuhan langsung dengan cakram selama proses pengereman adalah lapisan penting pada kampas rem. Sehingga bahan ini terbuat dari berbagai bahan yang dikembangkan untuk memperoleh fungsi yang optimal.

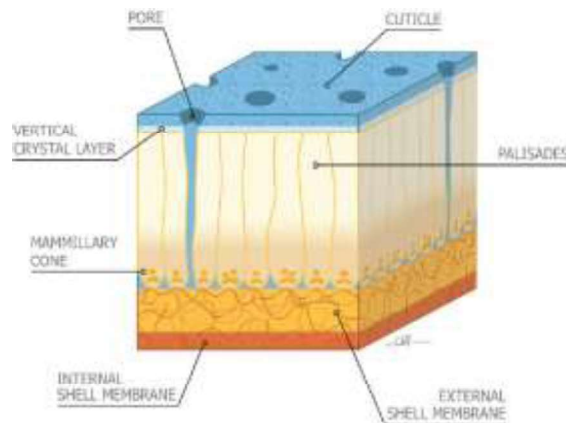
Friction material pada kampas rem terdiri dari bahan reinforcement, binder, filler, dan abrasif. Binder adalah bahan yang menyimpan semua komponen pads. Bahan ini harus memiliki koefisien gesekan yang stabil dan tinggi, tahan terhadap tinggi suhu dan perubahan suhu yang cepat, dan ringan. Reinforcement atau bahan penguat adalah bahan berserat yang ditambahkan ke pengikat untuk meningkatkan kualitas mekaniknya. Daya tahan kampas rem sangat dipengaruhi oleh jenis bahan penguat yang digunakan. asbes adalah serat penguat yang sangat baik. Namun, karena sifatnya yang berbahaya, bahan pengganti dibutuhkan. Filler digunakan untuk mengisi celah antara komponen bantalan rem lainnya, sedangkan bahan abrasif digunakan untuk memodifikasi koefisien gesekan. Baja, tahan api oksida, besi tuang, kuarsa, atau silikat, misalnya, digunakan sebagai aditif untuk meningkatkan koefisien gesekan antara cakram dan bantalan rem karena kekerasannya. Masa pakai kampas rem meningkat dengan meningkatkan koefisien gesekan (Irawan et al., 2022).

2.2 Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur merupakan komponen terluar dari telur yang memiliki fungsi memberi perlindungan untuk komponen telur yang ada di dalam, baik perlindungan secara fisik, kimia, maupun mikrobiologis (Jamila, 2014). Cangkang telur memiliki massa sebesar 2.25 gr/cm^3 (Nuchnapa Tangboriboon et al., 2019). Cangkang telur yang tidak dimanfaatkan akan menjadi salah satu limbah padat dari industri makanan. Pembuangan limbah dapat menimbulkan masalah yang dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat, pencemaran sumber air dan pencemaran lingkungan (Lumlung et al., 2016).



Gambar 2. 3 Pengamatan SEM Cangkang Telur Ayam



Gambar 2. 4 Bagian-bagian Cangkang Telur

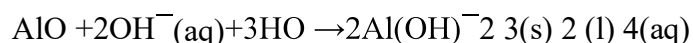
Pada **Gambar 2.3** adalah hasil dari SEM cangkang telur unggas menunjukkan struktur keseluruhan dan daerah cangkang telur yang terkalsifikasi yang terbentuk pada membran cangkang selama siklus bertelur. Pada **Gambar 2.4** terlihat juga wilayah *palisades* menunjukkan bidang luas kalsit yang terbelah, dan banyak rongga kecil berbentuk bola (Hincke et al., 2012).

2.3 Alumina

Alumina (Al_2O_3) merupakan material keramik nonsilikat yang paling penting yang memiliki massa jenis sebesar 3.95 gr/cm^3 (Patnaik & Ph, 2003). Material ini meleleh pada suhu 2051°C dan mempertahankan kekuatannya bahkan pada suhu 1500°C sampai 1700°C (Riska Yudhistia et al., 2018). Alumina mempunyai ketahanan listrik yang tinggi dan tahan terhadap kejutan termal dan korosi. Alumina (Al_2O_3) diperoleh dari pengolahan biji bauksit yang mengandung 50-60% Al_2O_3 ; 1-20% Fe_2O_3 ; 1-10% silika; sedikit sekali titanium, zirkonium dan oksida logam transisi lain; dan sisanya (20-30%) adalah air. Pengolahan ini dilakukan dengan menggunakan proses Bayer yang mengambil manfaat dari fakta bahwa oksida alumina amfoter larut dalam basa kuat tetapi besi (III) oksida tidak. Proses Bayer terdiri dari tiga tahap reaksi yaitu:

1) Proses Ekstraksi

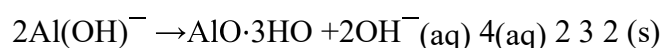
Bauksit mentah dilarutkan dalam natrium hidroksida



dan dipisahkan dari besi oksida terhidrasi serta zat asing tak larut lainnya dengan penyaringan.

2) Proses Dekomposisi

Aluminium oksida terhidrasi murni mengendap bila larutan didinginkan sampai lewat jenuh dan dipancing menjadi kristal dari produk:



3) Proses Kalsinasi

Air hidrasi dibuang melalui kalsinasi pada suhu tinggi (1200°C).



Alumina yang dihasilkan melalui proses Bayer ini, mempunyai kemurnian yang tinggi dengan konsumsi energi yang relatif rendah (Oxtoby, 2003). Aluminium oksida (Al_2O_3) atau yang lebih dikenal dengan alumina adalah insulator (penghambat) panas dan listrik yang baik. Aluminium oksida (Al_2O_3) berperan penting dalam ketahanan logam aluminium terhadap perkaratan dengan udara. Logam aluminium sebenarnya amat mudah bereaksi dengan oksigen di udara. Aluminium bereaksi dengan oksigen membentuk aluminium oksida, yang terbentuk sebagai lapisan tipis yang dengan cepat menutupi permukaan aluminium. Lapisan ini melindungi logam aluminium dari oksidasi lebih lanjut.

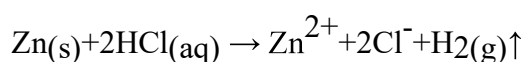
2.4 Logam Seng (Zn)

Seng merupakan salah satu unsur dengan simbol Zn, memiliki nomor atom 30, massa atom 65,37 g/mol, konfigurasi elektron $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$ dan massa jenis sebesar 7.13 gr/cm³ yang terdapat pada golongan IIB unsur transisi di dalam tabel periodik (Patnaik & Ph, 2003). Seng adalah logam yang berwarna hitam yang sangat mudah ditempa.

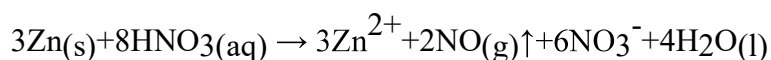


Gambar 2. 5 Logam Seng

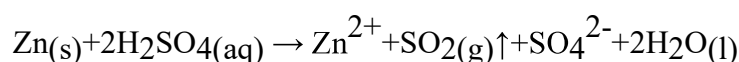
Seng liat pada suhu 110-150⁰C, melebur pada suhu 410⁰C, dan mendidih pada suhu 906⁰C. Logamnya yang murni, melarut lambat dalam asam maupun basa, adanya zat-zat pencemar atau kontak dengan platinum atau tembaga, yang dihasilkan oleh penambahan beberapa tetes larutan garam dari logam-logam ini dapat mempercepat reaksi. Hal tersebut menjelaskan seng-seng komersial dapat dengan mudah larut dalam asam klorida encer dan asam sulfat encer dengan mengeluarkan gas hidrogen:



Asam nitrat pekat akan membentuk ion-ion seng (II) dan nitrogen oksida (NO):



Asam nitrat pekat mempunyai pengaruh yang kecil terhadap seng, karena rendahnya kelarutan seng nitrat. Dengan asam sulfat pekat akan melarutkan seng dan melepaskan belerang dioksida:



Seng membentuk hanya satu seri garam, garam-garam ini mengandung kation seng (II), yang diturunkan dari seng oksida, ZnO (Vogel, 1985).

Logam seng memiliki sifat fisik dan sifat kimia yaitu mempunyai berat molekul 161,4 mengandung satu atau tujuh molekul air hidrat, hablur transparan atau jarum-jarum kecil, serbuk hablur atau butir, tidak berwarna, tidak berbau, larutan memberikan reaksi asam terhadap lakmus. Konsentrasi Zn lebih besar dari 5 mg/L di dalam air dapat menyebabkan rasa pahit. Seng dalam air juga mungkin dihasilkan dari sisa racun industri (Dirjen POM, 1995).

Dalam kampas rem, digunakan juga seng untuk meningkatkan sifat mekanis dari kampas rem. Seng juga digunakan juga dalam kampas rem ini untuk menghindari penggunaan asbestos yang sifatnya beracun (Sumiyanto et al., 2019).

2.5 Grafit

Grafit yang ditambahkan dalam proses pembuatan polimer matriks komposit ini berfungsi sebagai *reinforced* (penguat).



Gambar 2. 6 Grafit

Grafit (Abraham Gottlob Werner, 1789) adalah salah satu *alotropy* karbon. Grafit memiliki massa jenis sebesar 2.26 gr/cm^3 (Burchell & Pavlov, 2020). Tidak seperti intan, grafit adalah konduktor listrik, dan bisa dipakai, untuk bahan di elektroda lampu busur listrik. Karena electron dapat mengalir melalui struktur mikro dari graphite, Grafit mempunyai perbedaan *temperature melting* yang tinggi dan dapat menjadi bentuk karbon padat yang paling stabil sehingga kekerasan dari graphite sangat tinggi, grafit mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi di atas *anthracite*, walaupun biasanya tidak dipakai sebagai bahan bakar karena sukar menyala (Hendro Sat Setijo Tomo, 2010).

2.6 Serat Baja (Steel Fibre)

Serat baja adalah serat sejenis baja kecil yang diproduksi khusus dengan teknologi tinggi. Serat ini merupakan baja kecil yang berbentuk seperti jarum dengan ukuran panjang 140 mm dan memiliki diameter $\pm 0,0279 \text{ mm}$ serta memiliki nilai massa jenis sebesar 7.85 gr/cm^3 (Aldikheeli & Shubber, 2020). Penggunaan serat dalam beton dapat meningkatkan mutu beton seperti meningkatkan beban kejut (*impact resistance*), dapat meningkatkan kekuatan lentur (*flexural strength*) dan meningkatkan kekuatan geser balok beton serat (Nugraha dan Antoni, 2007).



Gambar 2. 7 Steel Fibre

Menurut Singh (2017), bentuk serat baja di dalam beton seperti saling berhubungan di antara celah agregat dimana serat baja bekerja seolah-olah seperti rangka batang di dalam beton. Mortar dari semen sendiri, menahan tekanan dan berfungsi sebagai tempat mengait serat baja. Daerah dimana diisi dengan hubungan antara serat baja di dalam celah agregat disebut Interfacial Transition Zone (ITZ). Beton dapat menyebarkan gaya dalam yang terjadi melalui ITZ. Serat baja aktif menahan penyebaran retak yang terjadi di dalam beton. Dengan adanya serat baja, dapat meningkatkan sifat daktilitas dan kemampuan regangan beton.

Serat baja mempengaruhi sifat daktilitas pada beton. Selain serat baja pada beton berpengaruh, ada juga faktor yang mempengaruhi yaitu jumlah lekukan dan juga ikatan antara serat baja dengan beton. Menurut Cuenca (2017), untuk mendapatkan sifat daktilitas ketika puncak pembebanan, maka penggunaan serat baja dengan aspek rasio yang tinggi lebih dibutuhkan.

Menurut ACI 544 3R (1993), aspek rasio adalah rasio dari panjang fiber terhadap diameternya. Kisaran normal aspek rasio untuk beton berserat adalah antara 20 sampai 100. Aspek rasio yang nilainya lebih besar dari 100 tidak direkomendasikan karena akan menyebabkan *workability* yang tidak memadai, terbentuknya formasi *mat* di dalam campuran dan penyebaran serat baja yang tidak merata.

Shahiron Shahidan, Mustaqim A. Rahim, Nik S. N. Zol dan Muhammad A. Azizan (2015) menyimpulkan bahwa serat baja yang pendek memiliki *workability* yang tinggi bila dibandingkan dengan serat baja yang panjang. Serat baja pendek dapat mengisi ruang-ruang kosong di dalam beton lebih baik daripada serat baja yang lebih panjang dan beton akan menjadi padat. Penelitian dilakukan terhadap serat baja yang memiliki panjang 33 mm untuk serat baja pendek dan 50 mm untuk serat baja panjang.

2.7 Resin Epoksi

Resin merupakan getah yang dikeluarkan oleh berbagai jenis tumbuhan yang merupakan sisa-sisa metabolisme. Terdapat dua jenis resin yaitu resin alami dan resin sintetis. Resin yang biasanya dikeluarkan oleh tanaman merupakan resin alami atau biasa disebut sebagai damar. Sedangkan resin sintetis biasanya dibentuk dengan beberapa cara dengan pemanasan dan tekanan menjadi suatu benda yang berguna. Terdapat dua jenis resin yaitu termoplastik dan termoset. Resin termoplastik dapat kembali ke bentuk semula jika dilakukan pemanasan. Sedangkan resin termoset terjadi reaksi kimia selama pembentukan dan tidak dapat kembali ke bentuk semula setelah dipanaskan.



Gambar 2. 8 Resin

Resin epoksi adalah resin sintetis jenis polimer thermosetting dimana molekul resinnya mengandung satu atau lebih gugus epoxide (epoksida) dengan massa jenis sebesar 1.1 gr/cm^3 (Uygunoglu et al., 2015). Struktur molekulnya dapat disesuaikan sesuai kebutuhan seperti untuk mendapatkan viskositas yang diinginkan. Terdapat dua jenis epoxy, glycidyl epoxy dan nonglycidyl epoxy. Salah satu jenis glycidyl epoxy yang paling umum adalah epoxy yang dibuat dengan bahan baku Bisphenol-A yang direaksikan dengan Epichlorohydrin. Jenis resin epoxy lain yang sering digunakan adalah epoksi berbahan dasar novolac (Johnson, 2017).

Proses pengerasan resin epoksi biasa disebut “curing”. Proses ini memerlukan curing agent yang biasa disebut pengeras. Jenis pengeras paling umum adalah yang berbahan dasar amina. Menurut Johnson (2017), tidak seperti resin polyester atau resin vinyl ester dimana resin dikeraskan dengan konsentrasi kecil katalis (1-3%), resin epoksi membutuhkan pengeras dengan rasio resin dengan pengeras yang lebih tinggi, biasanya 1:1 atau 2:1.

Epoksi adalah resin yang paling sering digunakan untuk perangkat elektronik. Pemilihan digunakannya epoksi didasarkan atas kemampuan adesif, permeability, dan kemurnian yang tinggi serta sifat tahan korosi dan tekanannya (May, 1987).

2.8 Pengaruh Cangkang Telur pada Kampas Rem Organik

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Edokpia yang memanfaatkan partikel cangkang telur-komposit gum arabic untuk kampas rem menghasilkan kesimpulan bahwa ada ikatan antarmuka yang andil sebagai wt% gum arabic meningkat dari 3-18 pada partikel cangkang telur. Kekuatan tekan, kekerasan dan densitas kampas rem yang dikembangkan meningkat, sedangkan rendam minyak, rendam air, tingkat keausan menurun, maka dari itu cangkang telur dianggap dapat menggantikan asbestos yang bersifat beracun untuk kampas rem dan masih memenuhi standar yang dipersyaratkan (Edokpia et al., 2016).

Pada Penelitian sebelumnya oleh Nugroho yang memanfaatkan kalsium karbonat dari cangkang telur ayam, serbuk kuning, resin epoxy memiliki kelebihan yaitu untuk material yang dipakai merupakan pemanfaatan dari limbah, dan kampas rem ramah lingkungan serta tidak berbau. Berdasarkan dari pemanfaatan dari bahan bahan di atas nilai yang di hasilkan dari pengujian kekerasan dan keausan hampir mendekati dengan standar kampas rem yang ada dipasaran yaitu $186,95 \text{ kg/mm}^2$ (Nugroho, 2019).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Adam Ghifari mendapatkan hasil bahwa serbuk kulit telur dapat digunakan untuk membuat kampas rem dan dibandingkan dengan standar kampas rem indopart, pada komposisi 20% serbuk kulit telur dan 40% serbuk kuning memiliki nilai keausan yang lebih tinggi daripada standar keausan kampas rem indopart yaitu $0,0396 \text{ mm}^2/\text{kg}$ sedangkan nilai standar keausan kampas rem indopart yaitu $0,0373 \text{ mm}^2/\text{kg}$ dan pada uji kekerasan mendekati standar kampas rem indopart dengan nilai $176,44 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan nilai standar kekerasan kampas rem indopart sebesar $186,95 \text{ kg/mm}^2$ (Ghifari, 2016).

2.9 Kompaksi

Proses kompaksi adalah salah satu tahapan didalam proses metalurgi serbuk yang dilakukan guna memadatkan serbuk dan membuat ikatan secara mekanik antar serbuk dengan memberikan tekanan dari luar terhadap serbuk yang telah dimasukkan ke dalam suatu cetakan yang memiliki bentuk sesuai dengan yang diinginkan, serbuk yang telah

dikompaksi akan membentuk suatu komponen sesuai dengan bentuk dari cetakan itu sendiri. Proses kompaksi ini digunakan untuk mendapatkan densitas yang tinggi (Yafie, 2014).

2.10 Sintering

Sintering merupakan proses pemanasan dengan suhu tinggi pada material yang dengan tujuan untuk menurunkan energi bebas dan meningkatkan nilai kohesi antar partikel-partikel penyusun material sehingga diharapkan terjadi pemadatan melalui eliminasi porositas serta terjadi perubahan ukuran butir. Proses sinter menyediakan panas untuk pembentukan awal ikatan dan memperbaiki sifat metrial. Pada proses sinter, ikatan partikel-partikel mengalami peristiwa transport atom.

Adapun dalam proses sintering itu sendiri selain dapat membantu dalam pengolahan material, dampak proses sintering juga perlu diperhitungkan. karena proses sintering dapat menyebabkan penyusutan toleransi dimensi pada material yang dihasilkan. oleh karenanya pada proses sintering ini perlu perencanaan yang sangat baik seperti desain produk dan toleransi dimensi itu sendiri. pada proses sintering juga dapat berdampak terjadinya kerapuhan pada bahan material yang di panaskan jika kondisi sintering yang kurang optimal yang menyebabkan material rentan mengalami retak. terakhir dampak yang akan terjadi pada proses sintering yaitu dapat menghasilkan emisi gas beracun, oleh karenanya perlu diperhatikan dalam pengelolaan limbah dari hasil proses sintering tersebut (Nisa, 2015).

2.11 Massa Jenis

Benda dapat pula dikatakan sebagai suatu zat atau materi. Salah satu sifat materi yang sangat diperlukan dalam berbagai perhitungan rumus-rumus fisika maupun kimia adalah massa jenis materi, yang didefinisikan sebagai massa per satuan volume materi. Pada umumnya materi dapat di bedakan menjadi tiga wujud, yaitu padat, cair dan gas. Benda padat memiliki sifat mempertahankan bentuk dan ukuran yang tetap. Jika gaya bekerja pada benda padat, benda tersebut tidak langsung berubah bentuk atau volumenya. Benda cair tidak mempertahankan bentuk tetap, melainkan mengambil bentuk seperti tempat yang di tempatinya, dengan volume yang tetap, sedangkan gas tidak memiliki bentuk dan volume tetap melainkan akan terus berubah dan mmenyebar memenuhi tempatnya. Karena keduanya memiliki kemampuan untuk mengalir, maka disebut dengan zat cair atau fluida.

Massa jenis sebuah benda adalah suatu harga yang menunjukkan perbandingan antara massa tiap satu satuan volume yang dinyatakan dengan:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan:

ρ : Massa Jenis (gr/cm³)

m : Massa (gr)

v : Volume (cm³)

2.12 Daya Serap Air

Daya serap air adalah salah satu sifat fisis komposit yang menunjukkan kemampuan komposit untuk menyerap air setelah direndam di dalam air selama 2 jam dan 24 jam. Pengujian ini penting dilakukan untuk mengetahui ketahanan terhadap air terutama jika penggunaannya untuk keperluan otomotif dimana komposit mengalami kontak langsung dengan udara luar dan air. Pengaruh tingginya kerapatan komposit cenderung menurunkan daya serap air komposit tersebut. Semakin tinggi kerapatan partikel pada komposit menyebabkan air akan sulit untuk masuk ke dalam rongga-rongga yang ada di dalam komposit, karena memiliki pori yang lebih sedikit (Nurwahida, 2019). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan air pada komposit yaitu, volume ruang kosong yang dapat menampung air di antara partikel, luas permukaan partikel yang tidak ditutupi perekat dan dalamnya penetrasi perekat terhadap partikel.

Daya serap air dinyatakan dalam satuan persen (%), dimana untuk perhitungan, digunakan rumus sebagai berikut (International, 2017):

$$\text{Daya Serap air} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Keterangan

m_1 : Massa awal (gr)

m_2 : Massa setelah dilakukan perendaman (gr)

2.13 Koefisien Gesek Permukaan

Koefisien gaya gesek merupakan sifat mekanik suatu material yang muncul akibat gaya yang menyebabkan timbulnya gerakan dari dua benda yang saling bersentuhan. Tujuan dari uji koefisien adalah untuk mengetahui kemampuan kampas rem saat bergesekan dengan piringan rem. Gesekan dari kedua permukaan benda yang bersentuhan dapat menimbulkan gaya gesek, yang dimana gaya gesek tersebut dapat dihitung dengan mengetahui nilai koefisien gesek dari kedua benda tersebut. Pada pengujian koefisien gesek komposit kampas rem ini digunakan standar ASTM C1028-96 (ASTM International, 1996). Diperlukan beberapa nilai yang harus diketahui dalam perhitungan koefisien gaya gesek ini, nilai-nilai tersebut merupakan gaya normal yang merupakan gaya yang timbul dari massa benda terhadap gravitasi bumi, rumus sebagai berikut:

$$N = w = m \times g$$

Sehingga untuk menentukan nilai koefisien gaya gesek yang terjadi pada material maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\mu_s = \frac{F}{N}$$

Keterangan:

- N : Gaya Normal (N)
- w : Berat (N)
- m : Massa (kg)
- g : Satuan Gravitasi (m/s)
- μ_s : Koefisien Gesek
- F : Gaya Tarik (N)

2.14 Uji Keausan

Keausan didefinisikan sebagai hilangnya bahan dari suatu permukaan atau perpindahan bahan dari permukaannya ke bagian yang lain atau Bergeraknya bahan pada suatu permukaan (Sumiyanto et al., 2019). Material jenis apapun akan mengalami keausan dengan berbagai mekanisme. Terdapat berbagai mekanisme pada fenomena keausan yaitu keausan abrasif, keausan adhesif, keausan fatigue, keausan korosif dan keausan erosi.

- a. Keausan abrasif terjadi bila suatu partikel keras dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga pemotongan material yang lebih lunak.
- b. Keausan adhesive terjadi bila kontak permukaan dari dua material atau lebih mengakibatkan adanya pelekatan satu sama lain yang saling mengunci dan pada akhirnya terjadi pelepasan.
- c. Keausan Fatigue adalah jika permukaan yang mengalami beban (surface in compression) dan berulang akan mengarah pada pembentukan retak – retak mikro (microcracks), retak – retak tersebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material (cracks).
- d. Keausan Korosif atau Keausan Oksidasi karena adanya perubahan kimiawi material di bagian permukaan oleh faktor lingkungan yang menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk.
- e. Keausan Erosi adalah proses erosi yang disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material. (Supriyanto, 2016).

Keausan yang lebih besar terjadi pada bahan yang lebih lunak. Faktor- faktor yang mempengaruhi keausan adalah kecepatan, tekanan, kekerasan permukaan dan kekerasan material (Suardi et al., 2021). Keausan suatu bahan komposit semakin besar atau semakin mudah aus dapat dipengaruhi oleh besarnya waktu yang diberikan pada proses kompaksi. Bila waktu penekanannya semakin besar maka tingkat keausan pun juga semakin besar. Nilai kekerasan suatu bahan juga terpengaruh oleh besar waktu penekanan kompaksi yang diberikan dalam proses pembuatan bahan kampas rem. (Siallagan, 2018).