

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya (Surdia dan Saito, 1999).

Komposit adalah suatu bahan yang diperoleh dengan menggabungkan dua atau lebih komponennya melalui suatu campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik masing-masing komponen berbeda. Campuran ini membentuk material komposit dengan sifat mekanik yang berbeda dengan material moulding. Material komposit biasanya memiliki sifat material tradisional selama proses pembuatan dan pencampuran yang tidak homogen. Oleh karena itu, kita dapat dengan bebas mendesain kekuatan material komposit yang diinginkan dengan mengubah komposisi material cetakan. Sistem multifase berganda yang memiliki sifat gabungan, yaitu gabungan matriks atau bahan, disebut komposit (Aritonang, 2017).

Susunan dua unsur yang bekerja sama untuk menghasilkan sifat material yang berbeda dengan unsur penyusunnya dikenal sebagai bentuk dasar senyawa. Komposit terdiri dari matriks, bahan utama, dan beberapa jenis penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks. Penguat ini biasanya terdiri dari serat. Komponen terdiri dari lebih dari satu jenis material dan dirancang untuk menggabungkan sifat masing-masing komponen secara optimal (G. Estu Nugroho, 2017).

Material komposit umumnya terdiri dari dua fase, yaitu fase matrik dan fase sebar (reinforcement)/penguatan. Pengaturan geometri fase terdispersi memiliki pengaruh yang besar. Geometri dapat mencakup konsentrasi dispersi, ukuran, ketebalan lapisan dispersi, jarak tumpukan, dan orientasi. Polimer, logam, dan keramik biasanya fase matriks dan serat kaca, serat karbon, whisker, asbes, dan serat alami adalah fase terdispersi.

Bahan dasar pada penyusun kampas rem harus memiliki sifat kekerasan, keausan, serta tahan terhadap korosi. Salah satu bahan penyusun yang memiliki beberapa sifat tersebut adalah aluminium yang memiliki bobot yang ringan dan

kekuatan tarik 70 Mpa serta alumunium tahan terhadap korosi (Telang er 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 kampas rem SAE

Sifat Mekanik	Nilai Standar
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 (Kerme, 2005).

2.2 Unsur Penyusun Komposit

Komposit berbeda dengan paduan, untuk menghindari kesalahan pengertian antara masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Paduan adalah kombinasi antara dua bahan atau lebih dimana antarabahan tersebut terjadi peleburan pada umumnya paduan terdiri antara campuran logam dengan logam.
2. Komposit adalah kombinasi terekayasa dari dua bahan atau lebih dengan perwujudan berbagai sifat yang diinginkan yang dikombinasikan secara sistematis dalam kandungan kandungannya yang mungkin sangat berbeda tersebut. (Hartomo, 1992).
3. Komposisi, menurut definisi tambahan, adalah rangkaian dua atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu bahan secara mikroskopis sehingga bahan pembentuknya tetap terlihat seperti asli dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan.

Dengan mengombinasikan beberapa bahan, Anda mendapatkan bahan yang berbeda dengan sifat yang lebih baik dari bahan aslinya, karena hanya sifat baik yang diwariskan dari masing-masing bahan. Sistem komponen dibangun sedemikian rupa sehingga sifat buruk dari bahan awal saling meniadakan. Dalam sistem komposit,

diperlukan dua jenis material sebagai komponen.

Material tersebut adalah :

a. Material Penguat (*Reinforcement*)

Bahan ini juga disebut penguat. Bahan penguat yang digunakan berupa partikel atau serat, sedangkan jenis penguat yang digunakan pada sistem komposit berupa karbida, nitrida dan oksida.

b. Material Pengikat (*Matriks*)

Materi ini juga disebut matriks. Jenis matriks yang umum adalah polimer, keramik atau logam (logam). Jenis matriks yang digunakan dalam sistem memberi nama senyawa. Misalnya: *Composite Matriks Polimer (CMP)*, *Composite Matriks Keramik (CMK)*, *Composite Matriks Logam (CML)*.

Untuk mendapatkan produk yang efektif dari pembentukan sistem komposit, dua hal harus diperhatikan:

(1) Modulus elastisitas komponen penguat harus lebih besar dari modulus komponen matriks dan (2) Harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dan matriks (Salam, 2007).

2.3 Klasifikasi Rem

Rem berfungsi untuk menghentikan putaran poros, mengontrol putaran poros, dan mencegah putaran yang tidak diinginkan. Secara mekanis, gesekan menyebabkan efek pengereman, dan secara listrik, dengan menggunakan serbuk magnet, fasa yang dibalik, arus pusar, arus searah yang dibalik, atau penukaran kutub, antara lain. Rem gesekan dapat dikategorikan lebih lanjut menjadi:

- A. Rem blok, yang dapat dibagi lagi atas rem blok tunggal dan ganda.
- B. Rem drum.
- C. Rem cakera.
- D. Rem pita.

Hanya rem blok tunggal dan ganda serta rem cakram yang dibahas dalam artikel ini karena merupakan jenis rem yang paling umum digunakan pada kendaraan bermotor.

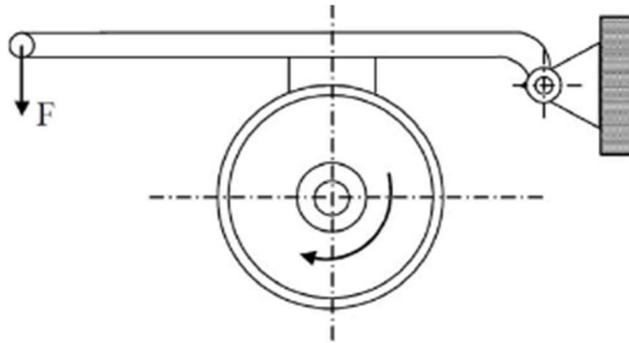
2.3.1 Rem blok tunggal

Rem satu bagian Persyaratan penting yang harus dipenuhi dalam desain rem adalah jumlah torsi pengereman yang harus memenuhi persyaratan. Selain itu, jumlah

energi yang diubah menjadi panas juga harus diperhitungkan, terutama dalam kaitannya dengan bahan gesekan yang digunakan. Pemanasan yang berlebihan tidak hanya merusak material bantalan rem, tetapi juga mengurangi koefisien gesekan. Jika gaya pengereman per satuan luas adalah $P (F)$ dan kecepatan putaran drum rem adalah $v (m/s)$, kerja gesekan per satuan permukaan gesekan dapat dinyatakan dalam μpv ($kg.m/(mm^2.s)$). Kuantitas ini disebut daya pengereman. Jika rem diterapkan terus menerus, jumlah panas meningkat untuk setiap $1 (mm^2)$ area gesekan, setiap detik sebanding dengan ukuran μPV . Dalam satuan panas, ini dapat ditulis sebagai $\mu dv/860$ ($Kcal/(mm^2.s)$). Ketika nilai μpv rem di bawah batas, mudah untuk menghasilkan panas, dan sebaliknya ketika nilai melebihi batas yang dapat menyebabkan kerusakan pada permukaan gesekan. Batas pasti μpv tergantung pada jenis dan konstruksi rem serta bahan pelapisnya. Namun demikian, pada umumnya kondisi kerja juga mempunyai pengaruh seperti berikut:

1. $0,1 [kg.m/(mm^2 .s)]$ atau kurang untuk pemakaian jarang dengan pendinginan radiasi biasa.
2. $0,06 [kg.m/(mm^2.s)]$ atau kurang untuk pemakaian terus menerus.
3. $0,3 [kg.m/(mm^2.s)]$ atau kurang jika radiasi panas sangat baik.

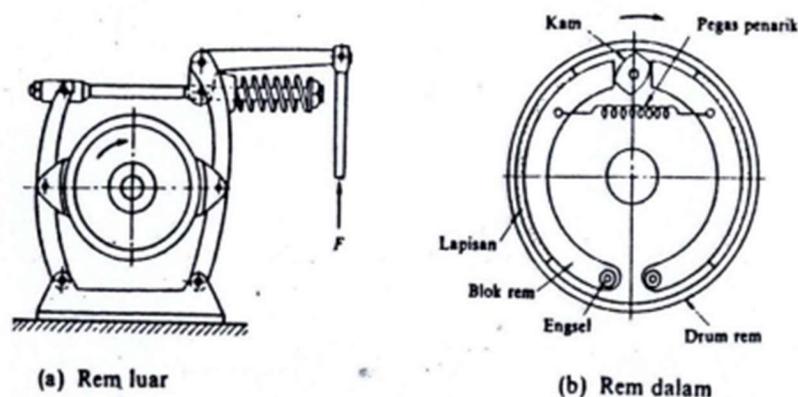
Drum rem biasanya terbuat dari besi tuang atau baja tuang. Cakram rem merupakan bagian yang penting. Bahan yang digunakan untuk menenun atau mengelem khusus terbuat dari kain asbes sebagai badannya, plastik yang diserap dengan minyak cair atau kering sebagai lem, dan dikeraskan dengan cetakan panas atau perlakuan panas. Resin cor dan semilogam biasanya hanya berbeda dalam konsentrasi serbuk logamnya. Keduanya dibuat dengan mencampurkan serat pendek asbes, bubuk plastik, dan aditif bubuk, lalu membentuknya. Cara ini memiliki keuntungan komposisi dapat diubah sesuai kebutuhan. Bahan gesekan logam, logam-keramik dan keramik tidak mengandung asbes sama sekali. Itu dibuat dengan menekan dan membentuk satu atau lebih bubuk logam atau bubuk keramik dan menyembuhkannya pada suhu di bawah titik leleh bahan tersebut. Selain itu, bahan rem harus memenuhi persyaratan keselamatan, daya tahan, dan performa pengereman yang konsisten. Selain itu harus memiliki koefisien gesek yang tinggi, keausan yang rendah, stabil, tidak merusak permukaan drum dan meredam getaran.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Rem Tunggal

2.3.2 Rem blok ganda

Rem ganda Rem blok tunggal memiliki kelemahan kecil, karena drum hanya mengalami gaya tekan dalam satu arah, yang menyebabkan momen tekuk besar pada poros dan gaya tambahan pada bantalan. Kekurangan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan dua bantalan rem yang menekan tromol dari dua arah berlawanan, atau dari dalam maupun luar tromol. Jenis rem ini disebut rem blok ganda. (lihat gambar 2.1). Rem eksternal digunakan pada mesin industri dan kereta api dan sebagian besar digerakkan secara pneumatik, sedangkan rem internal digunakan pada kendaraan jalan raya yang digerakkan secara hidrolis.

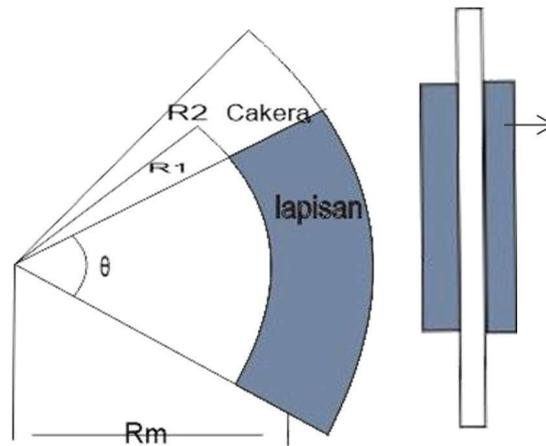


Gambar 2. 2 Ilustrasi Rem Blok Ganda

2.3.3 Rem Cakera

Cakram rem terdiri dari pelat baja yang dipasang pada kedua sisi bantalan rem selama pengereman (lihat Gambar 2.2). Rem ini memiliki karakteristik yang baik seperti pengendalian yang mudah, pengereman yang stabil, ketahanan panas yang baik, dll, sehingga banyak digunakan pada roda depan. Kelemahannya antara lain umur kampas yang pendek dan ukuran silinder rem roda yang besar. Namun, karena pembuangan panasnya yang sangat baik, ia memiliki brake performance factor (FER)

terendah dibandingkan dengan rem lainnya, sehingga banyak digunakan. Gambar 2.2 menunjukkan rem cakram, dimana R adalah jari-jari cakram (cm), F adalah gaya tekan pelat rem terhadap cakram, dan θ adalah sudut yang dibentuk oleh pusat cakram (Sularso dan Suga, 1997).



Gambar 2. 3 Rem Cakera

2.4 Kampas Rem

Kampas rem adalah bagian yang menempel pada kaca depan sepeda motor atau mobil untuk mengurangi kecepatan kendaraan saat berkendara. Saat membuat rem, perbedaan dibuat antara dua komponen, yaitu rem anorganik dan rem organik.

1. Kampas rem anorganik

Karena bahan asbestos hanya terdiri dari satu jenis serat, yaitu asbes, yang merupakan komponen yang bersifat karsinogenik, kampas rem asbestos memiliki kelemahan dalam kondisi basah. Dalam kondisi basah, rem asbestos akan blong (fading) pada suhu 2500 derajat Celcius dan akan mengalami efek licin seperti menggesekkan jari di atas kaca basah (lihat gambar 2.3).



Gambar 2. 4 Rem Berbahan Baku Asbestos

Bahan baku kampas rem asbestos 40 s/d 60 %, resin 12 s/d 15 %, $BaSO_4$ 14s/d 15%, sisanya karet ban bekas, tembaga sisa kerajinan, *frict dust*, dan metal.

2. Kampas rem non asbestos/ organik

Bantalan rem non-asbes biasanya dibuat dari serat Kevlar/aramid, rockwool,

serat kaca, serat baja, karbon, kalium titanat, grafit, selulosa, vemiculate, BaSO₄, resin, dan karet nitril butidin. Bahan jenis ini masih digunakan di semua produk asli dari Jepang dan Eropa. Bantalan rem tersebut memiliki keunggulan tidak licin dan stabil (tidak pudar/pudar) saat bantalan dan cakram rem bersentuhan dan dapat menahan suhu hingga 360°C. Jenis bantalan rem non-asbes ini menggunakan lebih dari dua belas jenis bahan, sehingga masa pakai bantalan rem jenis ini relatif lama, dan gesekan kontak tidak mempengaruhi bantalan dan rotor bahkan pada suhu tinggi. Bantalan rem bebas asbes ditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Kampas Rem Berbahan Baku Non-Asbestos

2.5 Serat Bambu

Bambu merupakan salah satu tanaman yang tumbuh paling cepat (Li *et al.*, 1998). Bambu memiliki kerapatan rendah dan kekuatan mekanik tinggi (Kumar *et al.*, 2010). Serabut bambu memiliki ketahanan aus, dan ketahanan penyerapan air yang baik dapat digunakan dalam beragam aplikasi. Untuk mendapatkan selulosa, yang digunakan untuk membuat serat bambu (J. UMJ). Proses biologis mengambil serat bambu dengan menghancurkannya kemudian menambahkan enzim alami. Proses mekanis juga memerlukan menghancurkan bambu kemudian menambahkan enzim. Karena itu, salah satu proses kimia dilakukan dengan menambahkan bahan kimia NaOH (natrium hidroksida) dan CS₂ (karbon disulfida) (Suparno, 2017).

Bahan kimia sangat berbahaya bagi kesehatan, dan serat yang diperoleh tidak boleh digunakan untuk tekstil, seperti pakaian (Suparno & Danieli, 2017). Studi Chandra (2015) menemukan bahwa bambu dapat digunakan sebagai bahan komposit alternatif untuk membuat kulit kapal, menggantikan kayu untuk armada kapal nasional yang beroperasi di wilayah Maluku. Bambu Apus dan Petung digunakan, masing-masing memiliki koefisien elastisitas yang lebih tinggi. Bambu Apus memiliki modulus elastisitas 23171,66 MPa, sedangkan bambu Petung memiliki 14439,64 MPa.

Yoresta (2013) menyatakan bahwa bambu terbagi menjadi dua jenis kelenturan berdasarkan posisi kulit bambu selama pengujian. Uji coba tipe 1 melibatkan mangkok bambu di atas atau di area tekan, dan uji coba tipe 2 melibatkan mangkok bambu di bawah atau di area tarik. Sifat tekukan mekanis diuji dengan beban satu titik pada pusat.

Berbeda dengan bahan beton dan baja, secara umum penyusun kimia bambu adalah holoselulosa 50-70%, pentosan 30%, dan 20-25% lignin (Dwivedi et al., 2009). Bambu berperilaku seperti material komposit di bawah beban eksternal dan karena itu memiliki kekuatan yang relatif tinggi. Kekuatan tarik bambu relatif tinggi dan dapat mencapai 370 MPa (Wonlele, 2013).

Serat bambu Petung memiliki kuat tarik sejajar 230,90 MPa, atau 2309,00 kg/cm². Ini jauh di atas tegangan ijin untuk serat kayu kuat Kelas I dan jati, yang masing-masing 130 kg/cm² dan 110 kg/cm² (Asosiasi Konstruksi Kayu Indonesia, 1961). Bambu berbentuk petung. Nilai kekuatan tarik untuk sampel internal dan eksternal masing-masing adalah 970 kg/cm² dan 2850 kg/cm². Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa kulit batang bambu memainkan peran yang signifikan dalam kekuatan tarik.

Sifat kimia bambu terdiri dari jumlah holoselulosa, selulosa, hemiselulosa, kelas lignin dan ekstrak. Konsentrasi ekstrak bambu kuning dalam pelarut etanolbenzena 2:1 adalah 3,77%. Bambu hitam memiliki kandungan ekstrak yang lebih tinggi dibandingkan bambu kuning yaitu 4,12%. Kandungan holoselulosa bambu hitam lebih rendah dibandingkan bambu kuning yaitu 64,43%. Dibandingkan dengan kedua jenis bambu lainnya, tali bambu memiliki kandungan ekstraktif tertinggi, 4,45%. Chandra (2015) menemukan bahwa variasi fraksi volume serat memengaruhi kekuatan lentur komposit.

2.6 Cangkang telur

Cangkang telur terdiri dari empat lapisan: lapisan kutikula, lapisan cangkang, lapisan susu, dan lapisan membran. Karena tertutup oleh kutikula, cangkang telur memiliki permukaan yang halus dan kuat pada lapisan luar membran. Untuk memenuhi kebutuhan embrio di dalamnya, cangkang telur memiliki banyak pori yang berguna untuk memungkinkan ventilasi. Jumlah pori bervariasi antara 100-200/cm². Umumnya bagian telur yang tumpul memiliki banyak pori. Sebagian besar cangkang telur terdiri dari kalsium karbonat (95%). Cangkang telur juga mengandung protein

sekitar 3,5% dan air 1,5% (Winarno dan Koswara, 2002). Sudaryani (1999) menambahkan bahwa telur segar memiliki ruang udara yang lebih kecil dibandingkan dengan telur yang sudah tua. Lapisan cangkang telur memberikan perlindungan fisik terutama terhadap mikroba karena mengandung enzim lisozim.

Oleh karena itu, membran cangkang telur diyakini bersifat bakterisidal terhadap Gram positif. Namun lapisan ini tidak efektif mencegah masuknya mikroba penghasil enzim proteolitik, karena enzim bakteri mudah merusak selubung protein (Winarno dan Koswara, 2002). Fungsi kutikula adalah untuk menutupi pori-pori, mengurangi masuknya air, gas dan mikroba. Namun, fungsi kutikula hilang saat telur disimpan (Romanoff dan Romanoff, 1963). Kutikula telur segar merupakan garis pertahanan pertama telur dan memberikan penghalang fisik terhadap invasi mikroba (Winarno dan Koswara, 2002). Kulit telurnya keras, halus dan berkapur. Cangkang telur terdiri dari empat lapisan, yaitu: (1) lapisan kutikula, lapisan terluar yang menutupi seluruh permukaan telur, (2) lapisan bunga karang yang mendasari kutikula, (3) lapisan susu, lapisan ketiga dan sangat tipis, dan (4) lapisan membran yang terdalam (Sarwono, 1994).

2.7 Resin Epoxy

Epoksi atau poliepoksida adalah polimer epoksi *termoset* yang kekuatannya ditingkatkan dengan mencampurnya dengan pengeras. Sebagian besar resin epoksi terbentuk dari reaksi antara *epichlorohydrin* dan *bisfenol-A*. Ada dua kelompok cincin di tengah molekul epoksi, yang dapat menyerap tekanan dan suhu lebih baik daripada kelompok linier, sehingga resin epoksi memiliki daya tahan, kekakuan, dan ketahanan panas yang sangat baik. Resin epoksi adalah polimer yang terdiri dari dua bahan kimia berbeda. Ini disebut "resin" dan "pengeras". Resin ini terdiri dari monomer atau rantai polimer pendek dengan gugus epoksi di kedua ujungnya.

Resin epoksi yang paling umum dibuat dengan reaksi antara *epichlorohydrin* dan *bisfenol-A*, meskipun *bisfenol-A* dapat diganti dengan zat yang mirip secara kimiawi. Pengeras terdiri dari poliamina seperti theta dan triethylenetetramine. Ketika senyawa ini dicampur, gugus NH mana pun dapat bereaksi dengan gugus epoksida dan membentuk ikatan kovalen. Polimer yang dihasilkan memiliki ikatan silang yang tinggi, yang membuatnya kaku dan kuat.

Proses polimerisasi, yang disebut "curing", dapat diatur oleh suhu, resin dan

senyawa pengeras yang dipilih, dan proporsi senyawa ini. Bisa memakan waktu beberapa menit hingga berjam-jam untuk menyelesaikannya. Epoksi adalah resin yang paling sering digunakan untuk perangkat elektronik. Pemilihan bahan epoksi digunakan berdasarkan kemampuan adesif, permeability, dan kemurnian yang tinggi serta sifat tahan korosi dan tekanannya.

2.8 Alumina

Alumina (alumina) adalah senyawa kimia dari aluminium dan oksigen dengan rumus kimia Al_2O_3 . Aluminium oksida secara alami terdiri dari mineral korundum dan ditemukan dalam bentuk kristal. Senyawa ini dikenal sebagai isolator listrik yang baik dan karenanya sering digunakan sebagai bahan isolasi suhu tinggi karena kapasitas panasnya yang tinggi. Alumina juga dikenal sebagai senyawa berpori dan karena itu digunakan sebagai adsorben. Sifat lain yang sangat mendukung penggunaan aluminium oksida adalah ketahanannya terhadap korosi dan titik lelehnya yang tinggi, yaitu 2053-2072 °C. Ada berbagai jenis alumina, yaitu smelter grade alumina (SGA) atau metallurgical grade alumina yang digunakan dalam pembuatan logam aluminium, alumina refraktori dengan berbagai kemurnian produk yang digunakan dalam pembuatan produk refraktori dan abrasif, dan alumina aluminium oksida murni berkualitas tinggi. Untuk bahan kimia berbasis alumina, refraktori canggih, kosmetik, dan lainnya. (Hudson et al., 2002)

2.9 Zinc

Zinc, yang termasuk dalam kelompok semikonduktor II-VI, memiliki celah pita lebar dan didoping sebagai semikonduktor asli karena kekosongan oksigen atau celah seng tipe-n. Semikonduktor ini memiliki beberapa keunggulan, termasuk transparansi yang baik, mobilitas elektron yang tinggi, celah pita lebar, dan pendaran yang kuat pada suhu kamar. Aplikasi di negara berkembang akan sangat menguntungkan karena fitur-fitur ini, seperti elektroda transparan dalam layar kristal cair, jendela hemat energi, atau jendela yang isolasi panas, dan elektronik, seperti transistor film tipis dan dioda pemancar cahaya.

Logam seng memiliki sifat fisik dan sifat kimia yaitu 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 5mg/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 mekanik dari kampas rem. Seng juga digunakan juga dalam kampas rem ini untuk menghindari penggunaan material asbestos yang sifatnya beracun (Sumiyanto et al., 2019)

2.10 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 (Priadi,2021). Berbagai jenis material akan mengalami kerusakan karena berbagai mekanisme. Ini termasuk kerusakan abrasif, adhesif, korosif, erosi, dan korosif.

- a. Keausan abrasif terjadi ketika partikel keras dari satu material meluncur di atas permukaan material lain yang lebih lembut, memotong material yang lebih lembut.
- b. Keausan perekat terjadi ketika kontak permukaan dari dua atau lebih bahan menghasilkan adhesi timbal balik dan pemisahan akhirnya.
- c. Keausan kelelahan terjadi ketika permukaan dibebani berulang kali (permukaan di bawah kompresi), menghasilkan pembentukan microcracks. Retakan ini kemudian menyatu dan mengakibatkan terlepasnya material (retak).
- d. Keausan korosif atau oksidasi terjadi karena perubahan kimiawi material di permukaan yang disebabkan oleh faktor lingkungan. Ini menyebabkan lapisan di permukaan yang memiliki karakteristik yang berbeda dari material induk.
- e. Keausan Erosi adalah proses erosi yang disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material. (Supriyanto, 2016).

Bahan yang lebih lembut lebih banyak dipakai. Kecepatan, tekanan, kekerasan permukaan, dan kekerasan material adalah beberapa faktor yang mempengaruhi keausan (Suardi, 2021). Keausan yang lebih besar atau lebih ringan dari material komposit dapat dipengaruhi oleh lamanya proses penyegelan. Semakin lama waktu pencetakan, semakin tinggi keausan. Nilai kekerasan material juga dipengaruhi oleh besarnya tekanan kompresi yang diterapkan pada proses produksi material kampas rem. (Siallagan, 2018).

(Suardi et al., 2021) Perhitungan harga keausan pada kampas rem adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{W_0 - W_1}{A \times t} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan

W = Laju Keausan (g/ mm²)

W₀= beban awal spesimen sebelum diuji (g)

W₁ : Beban akhir spesimen setelah diuji (g)

A : Luas penampang dari kanvas rem (mm²)

t : Waktu pengujian (s)

2.11 Pengujian Daya Serap Air

Uji daya serap air dimaksudkan untuk mengetahui batas kemampuan komposit, dalam menyerap air sampai batas maksimal. Pengujian Daya Serap Air ditentukan nilai dari pengukuran daya serap air dengan menggunakan persamaan :

$$DSA = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

Keterangan:

DSA = Daya Serap Air (gram)

B₁ = Beban contoh uji sebelum perendaman (gram)

B₂ = Beban contoh uji setelah perendaman (gram)

2.12 Asbestos

Asbes atau asbestos merupakan bahan tambang. Komposisi terdiri dari serat silikat mineral dan komposisi kimiawi yang berbeda, kuat terhadap asam, dan tahan api sehingga menjadi alasan utama dipilih, disbanding bahan lainnya. Sejak 1950, Indonesia telah menjadi konsumen utama produk asbes dan masih mendatangkan bahan bakunya dari Rusia, China, Brazil, dan Kazakhstan. Penggunaan bahan baku asbes untuk produk atas semen asbes, plafon, partisi, dan material konstruksi merupakan yang tertinggi (97%) dan hanya (3%) yang dimanfaatkan untuk sector industry lain seperti rem dan kopling kendaraan, pembungkus pipa gas.

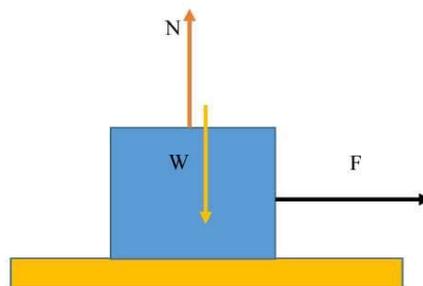
Klaim bahwa asbes murah dan awet, pada kenyataannya tidak sebanding dengan ancaman bahayanya, bukan saja bagi pekerja pabrik, tapi juga pemakainya. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dinyatakan bahwa setidaknya 100 ribu

orang yang mati karena terdapat serat asbes yang mengendap dalam paru-paru dan berakibatnya timbulnya penyakit kanker paru-paru, mesothelioma, dan asbestosis.

Data yang dilanris koalisi organisasi penentang asbestos di Indonesia (Indonesia Ban Asbestos/INABAN) menyebutkan bahwa kematian akibat kanker yang disebabkan asbes ada 194.000 kasus (2013). Jumlah ini, naik 100% bila dibandingkan dengan kasus serupa yang terjadi pada 1990 sebesar 94.000 kematian. Kematian dan kecacatan yang disebabkan oleh penyakit asbes tersebut mencapai 3.402.000 (lebih dari 94% sejak 1990). Total angka kematian yang besar merupakan 2/3 dari seluruh kasus kanker akibat kerja. Dan meskipun telah ditetapkan bahwa bahan asbes itu bersifat karsinogenik, Indonesia merupakan pengimpor terbesar ketiga di dunia seperti yang dilaporkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), sejak 2007 terjadi kenaikan jumlah asbes yang diimpor. Pada kurun waktu 2012-2015 jumlah bahan asbes yang didatangkan ke Indonesia dari berbagai Negara mencapai angka 74%-162%.

2.13 Uji Koefisien Gesek

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 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 digunakan standar ASTM C1028-96.



Gambar 2. 6 Gaya Gesek

Perbandingan antara gaya gesek dengan gaya normal suatu benda dinamakan koefisien gesek. Nilai koefisien gesek ditentukan oleh tingkat kekasaran dua bidang sentuhnya dan gaya normal yang bekerja pada benda tersebut. Gaya normal yang bekerja pada benda sebanding dengan berat bendanya. Secara matematis besaran

gaya normal sama dengan gaya beratnya.

$$N = w = m \cdot g \dots \dots \dots (x)$$

Koefisien gesek statis (μ_s) dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara gaya gesek (F) dan gaya normal (N), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_s = \frac{F}{N} \dots \dots \dots (x)$$

Dimana:

- μ_s = Koefisien Gesek (μ)
- N = Gaya Normal (N)
- F = Gaya Gesek (N)
- M = Massa (kg)
- g = Gravitasi (m/s^2)