

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Rem

Rem merupakan bagian dari kendaraan yang berperan penting dalam mengendalikan kendaraan sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Rem harus dapat menghentikan kendaraan secepat mungkin tanpa membahayakan kenyamanan dan keselamatan pengemudi, serta rem yang digunakan tidak menimbulkan suara bising dan tidak berisik pada saat sangat aus. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan dan bentuk serbuk logam pada bahan kampas rem (Supriyanto, 2016).

Rem adalah alat yang memperlambat atau menghentikan gerakan roda yang berputar. Jika roda melambat, kendaraan akan mengerem secara otomatis. Fungsi rem adalah untuk menyerap energi kinetik dari bagian yang bergerak atau energi potensial dari komponen lain (K.M.Jossy, 2011).

2.1.2 Sistem Rem

Sistem rem adalah suatu mekanisme yang dapat memperlambat kecepatan pada suatu kendaraan agar laju kendaraan tersebut bias dikendalikan. Sistem pengereman (*broke system*) adalah sebuah system mekanis yang berfungsi untuk menghalangi suatu gerakan. Sistem pengereman merupakan suatu komponen yang mempunyai peran penting dalam keamanan berkendara, dimana rem dapat menimbulkan bahaya apabila komponen tersebut tidak berfungsi dengan baik.

2.1.3 Jenis – Jenis Rem

Berikut ini jenis-jenis rem yaitu:

1. Rem Tromol

Rem tromol merupakan sistem pengereman pada kendaraan, yang menggunakan metode gesekan antara kampas dengan sebuah komponen berbentuk mangkuk. Rem tromol bekerja dengan memanfaatkan perubahan energi gerak menjadi energi panas. Ketika dua bahan bergerak bergesekan satu sama lain, gesekan antara keduanya menjadi lebih keras dan terjadi gesekan termal. Rem tromol memiliki beberapa kelebihan yaitu, lebih awet, aman dari kotoran luar sehingga lebih bersih. Kekurangan yang terdapat di rem tromol yaitu, sistem yang buruk dalam pemancaran panas, susah dalam pembersihan ruman rem, kurang responsif dikarenakan arah gerakan saling menjauhi.

Struktur rem tromol memiliki dua rem internal. Komponen berbentuk cangkang, yang disebut tromol rem, kemudian ditempatkan di luar kampas rem. Secara umum pengereman tipe tromol memiliki tiga komponen utama yaitu sepatu rem, silinder roda dan tromol rem.

2. Rem Cakram

Rem cakram adalah jenis rem yang menggunakan piringan Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan oleh cakram yang dijepit oleh dua bantalan rem. (M. Arsad, 2019). Prinsip pengoperasian rem cakram pada dasarnya adalah menciptakan gaya gesek antara cakram yang terhubung dengan roda kendaraan dan kedua sepatu rem (*brake pads*) akibat penekanan piston. Secara umum seperti rem tromol, menggunakan bahan gesek pada sepatu rem untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan. Rem cakram memiliki bebeapa bagian utama yaitu, piringan cakram *disc*, *Master Cylinder Master Cylinder*, kaliper rem, kampas rem *brake pad*, selang rem pipa dan minyak rem.

2.1.4 Kampas Rem

Kampas rem merupakan komponen diam yang berfungsi sebagai media gesekan. Yang bekerja dengan menggesekan dua bahan yaitu piringan dan kampas rem. Dalam

pembuatan kampas rem terbagi atas dua komposisi yaitu kampas rem organik dan anorganik.

Bahan baku yang digunakan pada kampas rem standar biasanya terdiri dari resin fenolik, serat, bubuk aluminium, grafit karbon, barium, sulfat, aluminium oksida, asbes dan lain-lain. Bahan baku kampas rem asbes adalah asbes 40-60%, resin 12-15%, BaSO₄ 14-15%, sisanya karet ban bekas, tembaga bekas kerajinan tangan dan lain-lain. Bahan baku rem bebas asbes adalah Aramid/Kevlar/Twaron, wol batuan, serat kaca, kalium titanat, serat karbon, grafit, serat baja, BaSO₄, resin, karet nitril butidin. (Suardi, 2021).

2.1.5 Komposit

Composite berasal dari kata kerja *to combine* yang berarti menyatukan atau menggabungkan. Jadi, komposit adalah suatu sistem material yang merupakan campuran atau kombinasi dari dua atau lebih material yang tetap terpisah atau berbeda secara makroskopis membentuk satu komponen.

Dibandingkan dengan material tradisional, komposit menawarkan banyak keunggulan seperti bobot yang lebih ringan, kekuatan dan daya tahan yang lebih tinggi, ketahanan terhadap korosi dan ketahanan aus (Indra & Hasrin, 2018).

Komposit terdiri dari dua jenis bahan yang berbeda, yaitu:

1. Bahan pengikat atau disebut juga matrik. Matriks umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan yang lebih rendah.
2. Bahan penguat (*reinforcement*) umumnya berbentuk serat yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih kuat. (Desril, 2021).

Komposit merupakan bahan alternatif yang dapat digunakan untuk membuat kampas rem. Kemajuan yang sangat pesat telah dicapai dalam pengembangan teknologi komposit dikarenakan adanya keistimewaan pada sifat yang *renewable* atau terbarukan, serta rasio berat yang tinggi, kekuatan, ketahanan korosi dan faktor lain sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan kimia dan gangguan siklus hidup.

Adapun persyaratan teknik dari kampas rem komposit menurut standar SAEJ661 sebagai berikut:

1. Untuk nilai kekerasan sesuai standar keamanan 68 – 105 (Rockwell R).
2. Tahan panas 360 °C, untuk penggunaan terus menerus hingga 250°C.
3. Nilai keausan kampas rem adalah ($5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{kg}$)
4. Koefisien gesek 0,14 – 0,27
5. Massa jenis kampas rem adalah 1,5 – 2,4 gr/cm³
6. Konduktivitas termal 0,12 – 0,8 W.m.°K
7. Tekanan spesifiknya adalah 0,17 – 0,98 joule/g.°C
8. Kekuatan geser 1300 – 3500 N/cm²
9. Kekuatan perpatahan 480 – 1500 N/cm²

2.1.6 Kopi

Kopi adalah minuman yang dihasilkan dari biji kopi yang telah disangrai dan digiling menjadi bubuk. Kopi adalah bahan pokok dunia yang ditanam di lebih dari 50 negara. Dua jenis pohon kopi yang dikenal secara umum yaitu Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Kopi Arabika (*Coffea arabica*).

Dari sekian banyak jenis kopi yang ada, umumnya ada dua yang banyak ditanam di Indonesia, yaitu Arabica dan Robusta.

1. Kopi Arabika

Kopi arabika berasal dari Ethiopia dan Abyssinia, kopi arabika dapat tumbuh di ketinggian 700 hingga 1700 mdpl dengan suhu antara 10° C hingga 160° C dan berbuah setahun sekali. (Ridwansyah, 2003).

Ciri khas pohon kopi arabika adalah tinggi pohon mencapai 3 m, cabang primer rata-rata mencapai 123 cm, sedangkan ruas cabangnya pendek. Batangnya tegak, bulat, percabangan tunggal, permukaan batang kasar, batangnya berwarna kuning keabu-abuan.

2. Kopi Robusta

Kopi Robusta merupakan tanaman asli Kongo dan tumbuh baik di dataran rendah hingga ketinggian sekitar 1000 mdpl, dengan suhu sekitar 200° C (Ridwansyah, 2003).

Kopi Robusta juga mulai populer di Indonesia dan Filipina. Ciri-ciri pohon kopi ini adalah pohon setinggi hingga 5m, bercabang pendek. Batangnya berkayu, keras, tegak, putih keabu-abuan. Kopi Robusta yang diseduh memiliki rasa dan aroma coklat yang khas, dan warnanya berubah tergantung cara pengolahannya. Kopi Robusta bubuk memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan kopi Arabika.

2.1.7 Kulit Kopi

Kulit kopi merupakan hasil sampingan dari pengolahan buah kopi untuk menghasilkan biji kopi yang kemudian digiling menjadi bubuk kopi. Kandungan nutrisi biji kopi adalah 56,55% BK, 8,12% PK, dan TDN 50,27%. Limbah kulit kopi mengandung protein kasar 6,67%, serat kasar 18,28%, lemak 1,0%, kalsium 0,21% dan fosfor 0,03%. Kulit kopi mengandung beberapa komponen, antara lain selulosa 57,9%, hemiselulosa 21,63%, lignin 5,21%, pektin 2,28% dan inhibitor seperti tanin 4,81%, kafein 0,86%, dan polifenol 3,48%.

2.1.8 Resin Epoxy

Resin epoxy masuk ke jenis polimer *thermosetting* yaitu polimer yang mengeras secara permanen selama pembentukan dan tidak melunak saat dipanaskan. Setelah material *thermoset* terbentuk maka tidak akan berubah oleh panas dan tidak juga oleh zat kimia. Polimer *thermoset* memiliki sifat mekanik yang bergantung dengan satuan molekul penyusun jaringan.

Resin epoxy merupakan salah satu resin yang sering umum sebagai matriks komposit. Resin epoxy memiliki banyak keunggulan jika dibandingkan dengan resin yang lain, salah satunya yaitu resin polyester. Resin epoxy memiliki massa jenis lebih rendah 1,13 g/m³, tahan panas, modulus elastisitas 2,25 Gpa, kekuatan tarik yang lebih tinggi 70 Mpa.

2.1.9 MgO

MgO dipilih sebagai pengisi juga bertindak sebagai material abrasif dan penguat karena sifatnya yang baik. MgO merupakan material dengan struktur logam yang sangat ringan, dengan densitas (1,74 gr/cm³), titik lebur (650 °C), titik didih (1097oC), modulus elastisitas (110 MPa), kekuatan luluh (255 MPa), kekerasan (12 VHN). Magnesium Oksida (MgO) baik untuk digunakan sebagai bahan abrasif dan penguat karena karakteristik yang dimiliki oleh MgO cocok digunakan untuk bahan komposit.

2.1.10 Koefisien Gesek

Rem menyerap energi kinetik dari bagian yang bergerak. Energi yang diserap oleh sistem pengereman diubah menjadi panas. Panas ini dibuang ke udara untuk mencegah sistem rem terlalu panas. Kekasaran permukaan adalah indikator yang menjang tingkat koefisien gesekan suatu benda ketika dua benda saling bergesekan.

Perilaku kampas rem terhadap suhu dapat menunjukkan kemampuan kampas rem itu sendiri, dan nilai koefisien gesekan (μ) yang stabil pada rentang suhu kerja adalah yang ideal. Penurunan tajam nilai koefisien gesek pada temperatur tinggi dapat menyebabkan pemudaran dan hal ini dapat mengurangi gaya pengereman.

2.1.11 Uji Keausan

Keausan umumnya didefinisikan sebagai hilangnya material secara bertahap atau penghilangan sejumlah material dari suatu permukaan karena gerakan relatif dari permukaan itu ke permukaan lain.

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan yang sebenarnya. Salah satunya adalah tes dengan menggunakan metode Ogoshi dimana subjek yang diuji menerima beban gesekan dari piringan yang berputar (piringan yang berputar).

2.1.12 Uji Konduktivitas Termal

Pengujian konduktivitas termal digunakan untuk melihat nilai perpindahan panas pada kampas rem. Uji konduktivitas panas dilakukan untuk melihat aliran panas yang melalui benda uji dalam satuan waktu per luas penampangnya.

2.2 Kajian Pustaka

Menurut penelitian Pratama, 2011. Tentang Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Fly Ash Batubara. Dalam penelitiannya menggunakan variasi komposisi fly ash batubara 40% dan resin 60% mendapatkan nilai kekerasan 94 HRB, laju keausan $2.02E-07$ gr/mm².detik da kelenturan paling baik pada komposisi fly ash batubara 50% dan resin 50% dengan nilai 52,79 N/ mm². Kemudian pada variasi komposisi dengan tambahan MgO, dimana komposisi fly ash batubara 40%, resin 40% dan MgO 20% mendapatkan nilai kekerasan 77,67 HRB, tingkat kelenturan terbaik didapatkan pada komposisi fly ash batubara 10%, resin 40% dan MgO 50% dengan nilai 44,41 N/ mm² dan untuk lajunkeausan terbaik didapat pada komposisi fly ash batubara 40%, resin 40% dan MgO 20% dengan nilai $2.02E-07$ gr/mm².

Pada tahun 2017. Siska Titik Dwiyanti dkk, melakukan penelitian tentang Pengaruh Penambahan Karbon Pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu, dimana didalam penelitiannya menggunakan variasi karbon sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%, serat kayu 40 % dan resin dengan variasi 60%, 58%, 56%, 54%, 52% dan 50% serta variasi pengereman dilakukan dengan kecepatan 30 km/jam, 50 km/jam dan 70 km/jam. Didapatkan nilai kekrasan yang mendekati standar pada pengujian dengan komposisi karbon 10%, serbuk kayu 40% dan resin 50% dengan nilai kekerasan 31,6 VHN.

Penelitian tentang limbah batubara pernah dilakukan oleh Hadi & Zamheri (2018) dengan judul Pengaruh Fraksi Volume Penguat Abu Terbang, Serbuk Besi dan Matrik Resin Terhadap Keausan dan Kekerasan Untuk Bahan Kampas Rem. Dalam penelitiannya menggunakan variasi bahan fly ash 40% 30% dan 20%, serbuk besi

10% 20% 30%, serta resin polyster menggunakan komposisi tetap pada 50%. Penelitian bahan uji tersebut mendapatkan nilai kekerasan sebesar 24,5 HRB dan nilai keausan sebesar $1,1321E-06 \text{ mm}^2/\text{kg}$ dengan perbandingan fraksi volume 20% fly ash, 50% resin polyster, dan 30% serbuk besi.

Dalam penelitian yang dilakukan Warman dkk. (2019). Dengan judul Pengembangan Bahan Kampas Rem Tromol (Drum Brake Pad) Sepeda Motor Berbahan Dasar Komposit Cangkang Dan Serat Buah Kelapa Sawit Dengan Poliuretan Sebagai Pengikat. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan komposisi filler dan matriks seperti berikut Filler:Matrik (50:50), Filler:Matrik (60:40) dan Filler:Matrik (70:30) dengan hasil nilai kekuatan lentur tertinggi 16,753 Mpa, kekerasan maksimum 69,3333 HRB, koefisien keausan terendah $2,8498.10^{-6}$, massa jenis $1,5326 \text{ gr}/\text{cm}^3$ dan ketahanan terhadap kenaikan temperature 335°C s/d 395°C pada perbandingan komposisi Filler:Matrik (70:30), jikan dibandingkan dengan persyaratan kampas rem SAE J661 bahan kampas rem tromol memenuhi persyaratan dan layak dipakai.

Dalam penelitian yang dilakukan M.Taufik (2018). Analisa Keausan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Tempurung Kelapa Buah Maja. Dalam penelitian ini menggunakan variasi komposisi serbuk tempurung buah maja yaitu 10%, 20% dan 30% dan resin epoxy 70%, 60% dan 50% serta serbuk aluminium dengan komposisi tetap yaitu 20%. Penelitian ini mendapatkan hasil nilai keausan terendah yaitu $2,008.10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$ dengan nilai keausan rata-rata senilai $6,748. 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$. nilai ini didapatkan pada perbandingan serbuk tempurung buah maja 30% dengan resin 50% dan serbuk aluminium 20%.