

Pengaruh Massa dan kecepatan terhadap panas yang timbul pada rem drum kendaraan mini bus

¹Ridwan; ²Afrizal Riyantono; ³Rudi Irawan

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin FTI Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No.100 Depok Jawa Barat

ridwan@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRACT

A Brake system is a tool that slows down or stops a vehicle. It is also used for safety purposes to prevent a vehicle from moving while parking. They can convert mechanical energy into heat through the friction between brake pads and the rotor heat. In transportation, analyzing the heat generated by the brakes is important to evaluate and enhance braking system performance. In this study, simulations using Abaqus software were conducted on the brake rotor (drum brake) of a minibus with vehicle masses of 3500 kg and 5000 kg. Five various speeds were considered: 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h, 90 km/h, and 100 km/h. The simulation results for the vehicle with a mass of 3500 kg showed progressively maximum temperature increments in the rotor of the brake: 87.82°C, 106.55°C, 163.69°C, 216.34°C, and 275.04°C for the respective speeds. Meanwhile, in simulation for a vehicle mass of 5000 kg, the maximum rotor temperatures were 108.45°C, 126.33°C, 207.9°C, 269.03°C, and 299.31°C, respectively. Higher braking speeds result in higher heat generation in the braking rotor. However, the increase of temperature is not linear with respect to vehicle speed. The vehicle's mass significantly influences the heat generated in the rotor during braking. At the same speed, a higher-mass vehicle produces more heat.

Keywords: Abaqus, speed, drum brakes, mass, thermal

Received 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

PENDAHULUAN

Rem merupakan sebuah alat untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan pada saat kendaraan melaju, juga sebagai alat pengaman apabila kendaraan sedang diparkir atau berhenti. Rem dapat mengubah tenaga kinetik menjadi panas dengan cara menggesekkan dua buah benda yang berbeda berputar sehingga putarannya akan melambat [1]. Salah satu jenis rem yang dipakai adalah rem tromol. Pada Rem tromol energi kinetik dan potensial diubah menjadi panas melalui proses gesekan permukaan antara *brakes pad* dengan rotor sehingga terjadi proses perpindahan panas.

Panas yang terjadi pada mekanisme atau sistem rem perlu diketahui karena kinerja rem sangat ditentukan oleh nilai atau besarnya panas yang timbul saat dilakukan pengereman. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan analisis panas yang terjadi pada rem adalah dengan menggunakan perangkat lunak simulasi seperti Abaqus. Abaqus adalah platform simulasi yang kuat yang digunakan dalam berbagai industri, termasuk industri otomotif, untuk memodelkan dan menganalisis kinerja suatu sistem. Melalui analisis panas pada rem dengan Abaqus, memungkinkan memprediksi perubahan suhu pada komponen sistem pengereman seperti pada

drum rem dan pad. Informasi ini sangat penting dalam desain dan pengembangan sistem pengereman yang optimal.

Dengan memahami distribusi panas yang dihasilkan, kita dapat mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap *overheat* atau keausan berlebihan, dengan demikian mengoptimalkan desain untuk mencegah masalah seperti *fading* (penurunan efektivitas pengereman) atau deformasi komponen [2].

Ketika dua permukaan saling bersentuhan dan bergerak maka akan timbul gesekan. Akibat yang ditimbulkan dari gesekan dua permukaan diantaranya bunyi yang mengganggu, kenaikan temperatur pada permukaan, dan juga ausnya permukaan [3]. Banyak aplikasi atau penerapan yang terkait dengan gesekan dua permukaan, seperti gesekan antara roda gigi, gesekan berputarnya roda, dan gesekan pada rem kendaraan. Terjadi energi losses atau terbuang akibat dari gesekan dua permukaan [4]. Penyemprotan air dari buangan AC salah satu cara dilakukan untuk mengurangi dampak panas berlebih yang timbul rem kendaraan untuk menjaga suhu rem agar tetap dapat melakukan fungsinya dengan baik. [5,6].

Material yang digunakan pada pad rem drum umumnya adalah material Asbestos. Bantalan

rem asbes hanya mengandung satu jenis serat, asbes, bahan karsinogenik. Karena perbedaan ini, kampas rem yang mengandung asbes menunjukkan kelemahan basah, yang berarti rem asbes akan gagal pada suhu minimum 250 °C[7].

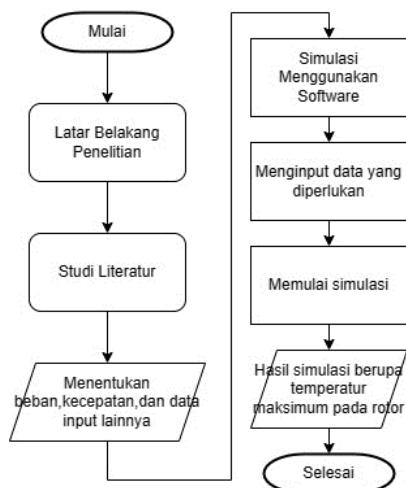
Material yang sering digunakan pada pad rem drum adalah material Cast Iron atau Besi Tuang. Besi tuang memiliki beberapa kelebihan yaitu mampu tuang (castability) yang baik, sifat mampu dimesin (machineability), kemudahan proses produksi dan rendahnya temperatur tuang, sedangkan kerugiannya : getas (brittle) dan kekuatan (strength) yang rendah dibandingkan dengan baja[8].

Simulasi dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk sains, teknik, bisnis, militer, dan banyak lagi. Simulasi memiliki beragam aplikasi dan dapat membantu dalam pemahaman, pengambilan keputusan, dan merancang sistem yang lebih baik.[9]

Dengan simulasi menggunakan software diharapkan dapat mengetahui temperatur pada rotor dari rem dengan bantuan FEA. Finite Element Analysis (FEA) adalah metode untuk solusi numerik dari persamaan diferensial [10].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode simulasi, dengan software Abaqus. Simulasi dimulai dengan menginput data yang diperlukan pada simulasi yaitu, kecepatan putaran, waktu yang diperlukan, *Thermal conductivity*, *Mass density*, *Specific heat*, *ambient temperature*, dan koefisien konveksi. Setelah melewati serangkaian proses maka hasil dapat dilihat dalam bentuk *nodal temperature*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar. 1.

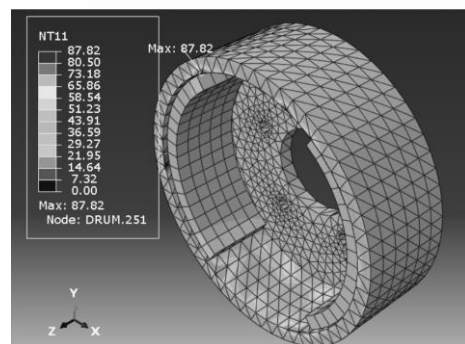


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

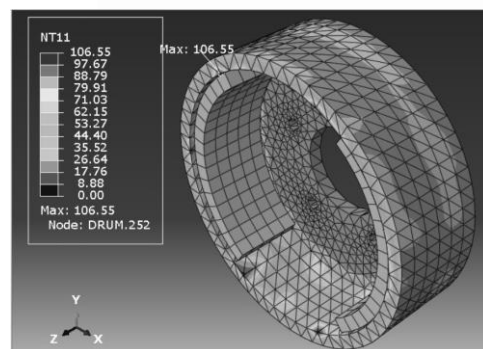
Hasil simulasi model rem kendaraan dengan massa masing-masing 3500 kg dan 5000 kg. Masing masing mass aini disimulasikan untuk kecepatan 60 km/jam, 70 km/jam, 80 km/jam, 90 km/jam, dan 100 km/jam, dengan hasil sebagai berikut:

Untuk kendaraan 3500 kg dengan kecepatan 60 km/jam, Pada gambar 2 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 87.82°C. Warna hijau - kuning (abu-abu kehitaman) mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan *pad* yang terlihat permukaan rata-rata tersebut ada pada suhu sekitar 60°C.



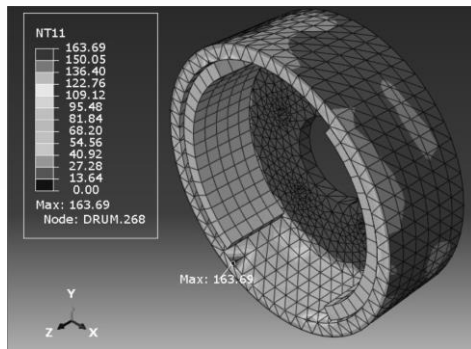
Gambar 2. Hasil simulasi Kecepatan 60 km/jam untuk kendaraan 3500 Kg

Untuk kendaraan 3500 Kg dengan kecepatan 70 km/jam, Pada gambar 3 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 106.55°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang terlihat permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 70°C.



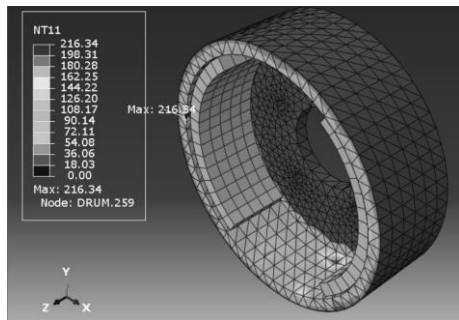
Gambar 3. Hasil simulasi Kecepatan 70 Km/jam untuk kendaraan 3500 Kg

Untuk kendaraan 3500 kg dengan kecepatan 80 km/jam, pada gambar 4 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 163.69°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang mana permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 100°C.



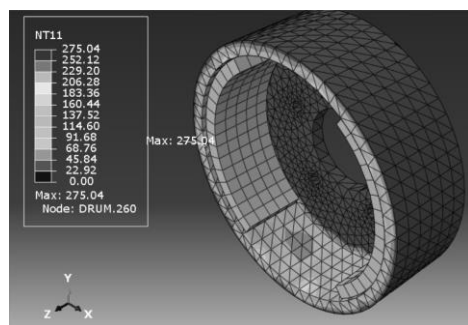
Gambar 4. Hasil simulasi Kecepatan 80 km/jam untuk kendaraan 3500 kg

Untuk kendaraan 3500 kg dengan kecepatan 90 km/jam, pada gambar 5 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 216.34°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 140°C.



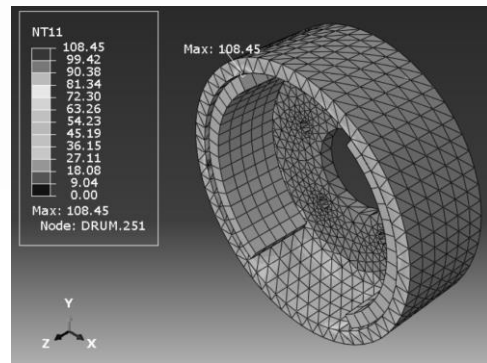
Gambar 5. Hasil simulasi Kecepatan 90 Km/jam untuk kendaraan 3500 Kg

Untuk kendaraan 3500 kg dengan kecepatan 100 km/jam, pada gambar 6 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 275.04°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 185°C.



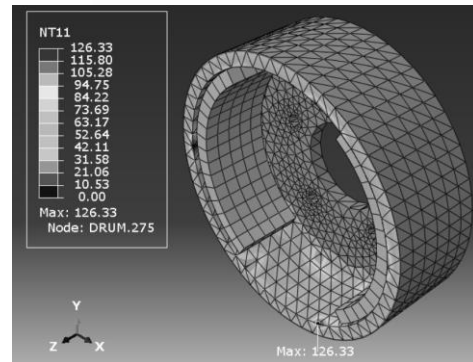
Gambar 6. Hasil simulasi Kecepatan 100 km/jam untuk kendaraan 3500 kg

Untuk kendaraan 5000 kg dengan kecepatan 60 km/jam, pada gambar 7 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 108.45°C. Warna hijau-kuning mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 63°C.



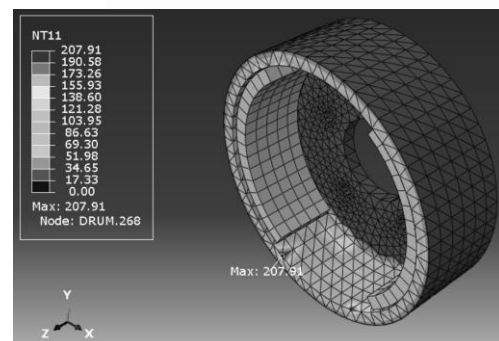
Gambar 7. Hasil simulasi Kecepatan 60 km/jam

Untuk kendaraan 5000 Kg dengan kecepatan 70 km/jam, Pada gambar 8 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 126.33°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 73°C.



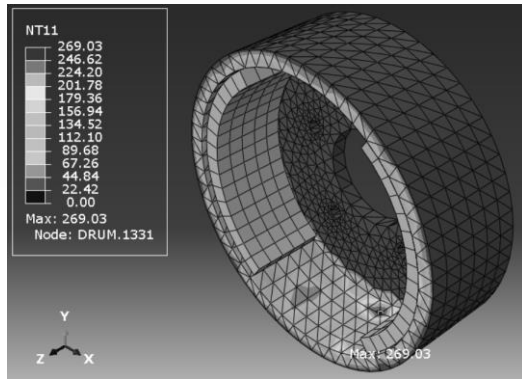
Gambar 8. Hasil simulasi Kecepatan 70 km/jam

Untuk kendaraan 5000 kg dengan kecepatan 80 km/jam, Pada gambar 9 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 207.91°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 120°C.



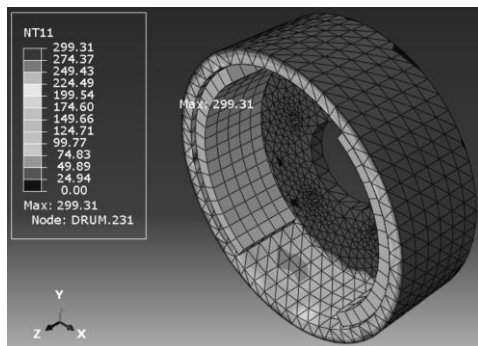
Gambar 9. Hasil simulasi Kecepatan 80 km/jam

Untuk kendaraan 5000 kg dengan kecepatan 90 km/jam, Pada gambar 10 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 269.03°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 156°C.



Gambar 10. Hasil simulasi Kecepatan 90 km/jam

Untuk kendaraan 5000 Kg dengan kecepatan 100 km/jam, Pada gambar 11 terlihat temperatur maksimum ada pada nilai 299.31°C. Warna hijau mendominasi permukaan gesekan antara rotor dengan pad yang berarti permukaan tersebut ada pada suhu sekitar 199°C.



Gambar 11. Hasil simulasi Kecepatan 100 km/jam



Gambar 12. Perbandingan Hasil Simulasi 3500 kg dan 5000 kg.

Pada Gambar 12 terlihat hasil grafik hasil simulasi kendaraan dengan massa 3500 kg dan 5000 kg. Pada kecepatan 60 km/jam dan 70 km/jam terlihat kenaikan panas linier dan dan cernung berimpit perbedaan temperatur yang terjadi rata-rata sekitar 20° C massa kendaraan 5000 kg menghasilkan panas disbanding kendaraan dengan massa 3500 kg. Hal ini terjadi karena pada kendaraan yang masih relative rendah pada saat terjadi pengereman gesekan permukaan *brakes pad* dengan *rotor*.

Pada kecepatan kendaraan 90 km/jam perbedaan panas yang timbul pada rem sangat signifikan yaitu mencapai perbedaan 53°C, hal ini terjadi karena pada saat kecepatan yang tinggi saat terjadi pengereman kontak permukaan semakin tinggi tekanan/beban dan gesekan yang terjadi pada rem juga menimbulkan panas yang semakin tinggi.

KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil simulasi pada kendaraan dengan massa 3500 kg dengan variasi kecepatan 60 km/jam, 70 km/jam, 80 km/jam, 90 km/jam, dan 100 km/jam secara berturut-turut akan menghasilkan temperatur maksimum pada rotor sebesar 87.82°C; 106.55°C; 163.69°C; 216.34°C; dan 275.04°C.
- Kendaraan dengan massa 5000 kg berturut-turut menghasilkan temperatur maksimum pada rotor sebesar 108.45°C; 126.33°C; 207.9°C; 269.03°C; dan 299.31°C.
- Massa kendaraan sangat mempengaruhi panas yang timbul pada rotor saat pengereman dilakukan. Pada kecepatan yang sama dengan massa yang lebih tinggi akan memberikan/menghasilkan panas yang lebih tinggi pada rem, namun kenaikan dan selisih panas yang timbul tidak linier. Selisih Panas maksimum terjadi pada kecepatan kendaraan 90 km/jam dengan selisih mencapai 53 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siska Titik Dwiwati, A.K., Fickri Widyarma, Pengaruh Penambahan Karbon Pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit II–Oktober 2017.
- [2] IGN Wiratmaja Puja, H.A.T., dan Untung Suhartanto, ANALISIS TEGANGAN THERMAL PADA TROMOL REM TRUK DENGAN KAPASITAS ANGKUT 6 TON. 2017. Vol 18 No.2 Departemen Teknik Mesin ITB.
- [3] Syafa'at, I., TRIBOLOGI, DAERAH PELUMASAN DAN KEAUSAN. Sejarah Tribologi, Daerah Pelumasan dan Keausan, 2008. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [4] Fitrianto, M. Bahar, Darmanto Darmanto, and Imam Syafa'at. "Pengujian Koefisien Gesek Permukaan Plat Baja ST 37 pada Bidang Miring terhadap Viskositas Pelumas

- dan Kekasaran Permukaan." *Jurnal Ilmiah Momentum* 11.1 (2015).
- [5] Keukeu, Herawati. *ANALISIS KONTROL PANAS REM TROMOL MENGGUNAKAN AIR PEMBUANGAN AC PADA KENDARAAN BUS UNTUK MENCEGAH KEGAGALAN PENGGEREMAN*. Diss. Nusa Putra University, 2020.
- [6] Limpert, R., *Brake Design and Safety Third Edition*. 2011. SAE Books.
- [7] Syawaluddin, PERBANDINGAN PENGUJIAN MEKANIS TERHADAP KAMPAS REM ASBES DAN NON-ASBESTOS DENGAN MELAKUKAN UJI KOMPOSISI, UJI KEKERASAN, DAN UJI KEAUSAN. Jurusan Teknik Mesin, UMJ.
- [8] Andrijono, R.D., PENGARUH KEKERASAN TERHADAP ELONGASI DAN STRUKTUR MIKRO BESI TUANG NODULAR FCD 45 HASIL PROSES AUSTEMPER 375 oC, 425 oC TRANSMISI, Vol-2 Edisi-2/ Hal. 193 - 202 Universitas Merdeka Malang.
- [9] Putri Indah Sahfitri, F.A., Iswan, FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA DINDING PENAHAN TANAH SIMPANG UNDERPASS UNIVERSITAS LAMPUNG. *Jurnal TEKNOSIA*. Vol. 1 No. 1, Bulan Juni 2021, Hal: 7 – 15, T.Sipil, Unila.
- [10] Khoirudin. "STUDI PERBANDINGAN KONTAK GESEK PADA PERMUKAAN HALUS DAN PERMUKAAN TERABRASI DARI MATERIAL KARET MENGGUNAKAN SOFTWARE ABAQUS." *JURNAL TEKNIK MESIN* 10.4 (2022): 513-522..