



Jurnal Artikel

Analisa Penyebab Getaran pada Sistem Rem Kendaraan Roda Empat Jenis Transmisi Otomatis

Dwiki Novandi¹, Didik Sugiyanto^{2*}, Rolan Siregar³

^{1,2,3}Program studi Teknik Mesin, Universitas Darma Persada

*Corresponding author – Email: didiksgy@gmail.com

Artikel Info - : Received: 10 Juni 2022; Revised: 22 Agust 2022; Accepted: 25 Sep 2022

Abstrak

Background: Suatu kendaraan dikatakan baik apabila bisa memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengendara. Semua jenis kendaraan roda dua, roda empat maupun kendaraan berat dilengkapi sistem rem yang berfungsi untuk mengurangi dan menghentikan kecepatan kendaraan atau memungkinkan kendaraan parkir di tempat yang menurun. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis gangguan sistem rem pada kendaraan roda empat tipe transmisi otomatis khususnya penyebab terjadinya getaran pada sistem rem. Dalam menganalisis gangguan sistem rem ini diperlukan beberapa peralatan untuk menunjang proses pengambilan data, di antaranya adalah jangka sorong, micrometer, dan dial gauge. Penyebab gangguan sistem rem pada mobil Honda Mobilio serta penanganan yang harus dilakukan saat terjadinya gangguan pada sistem rem Honda Mobilio. Dari hasil pengukuran run out disc rotor selisih variasinya mencapai 0,059 mm sehingga disc rotor harus di bubut. Setelah disc rotor dibubut hasil pengukuran run out adalah 0,003 mm dan ketebalan yang didapatkan yaitu 20,702 mm yang masih dalam batas toleransi untuk digunakan.

Kata kunci: Sistem rem; getaran; roda empat

Abstract

Background: A vehicle is said to be good if it can provide a sense of security and comfort for the driver. All types of two-wheeled, four-wheeled and heavy vehicles are equipped with a brake system that functions to reduce and stop the speed of the vehicle or allow the vehicle to park in a downhill area. The purpose of this study was to analyze the brake system disturbances in four-wheeled vehicles with automatic transmission types, especially the causes of vibration in the brake system. In analyzing the brake system disturbance, several tools are needed to support the data collection process, including caliper, micrometer, and dial gauge. The causes of brake system disturbances on Honda Mobilio cars and the handling that must be done when a disturbance occurs in the Honda Mobilio brake system. From the results of the measurement of the run out of the disc rotor, the difference in variations reaches 0.059 mm so that the disc rotor must be lathe. After turning the disc rotor, the result of the run out measurement is 0.003 mm and the thickness obtained is 20.702 mm which is still within the tolerance limit for use.

Keywords: brake system; vibration; four wheel



© 2020 by authors. Lisensi Jurnal Metal : Manufaktur, Energi, Material Teknik, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

Pendahuluan

Sistem Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan atau memungkinkan kendaraan parkir pada tempat menurun, sistem rem ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai alat keselamatan dan menjamin pengendaraan yang aman. Dewasa ini

menurut para ahli sistem, rem merupakan kebutuhan yang sangat penting untuk keamanan berkendara dan juga memungkinkan kendaraan berhenti ditempat manapun dan dalam berbagai kondisi dapat berfungsi dengan baik dan aman (Toyota Astra Motor, 1995, h. 53).

Sistem rem telah banyak digunakan pada mobil, sepeda motor, kereta api, dan pesawat terbang. Dalam sistem rem,

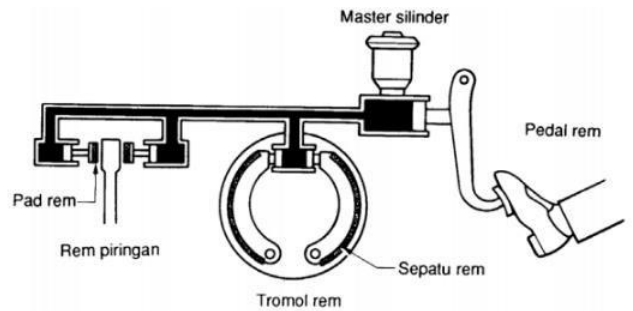
gesekan merupakan faktor kinerja utama dan penyebab potensial dari kebisingan dan getaran yang tidak diinginkan. Struktur dan prinsip sistem rem dari berbagai jenis kendaraan serupa dan serupa. Dinamika gesekan telah menjadi salah satu masalah yang paling menantang dalam industri rem (Kinkaid, O'Reilly, 2003)

Masalah terkait dinamika gesekan memengaruhi keandalan dan kualitas sistem rem dalam banyak hal. Misalnya, derit rem, sebuah fenomena akustik yang disebabkan oleh ketidakstabilan dinamis yang terjadi pada satu atau lebih frekuensi alami sistem rem, telah menjadi masalah yang paling menantang dalam sistem rem otomotif, karena dianggap setara dengan kualitasnya. produk oleh pelanggan. Dalam sistem pengereman pesawat, osilasi torsi akibat gesekan dapat menyebabkan beban yang terlalu tinggi pada roda pendarat dan struktur rem, yang mengakibatkan ketidaknyamanan penumpang, kegagalan komponen, atau keduanya, dan dengan demikian menyebabkan klaim garansi (Ouyang, et al. 2005).

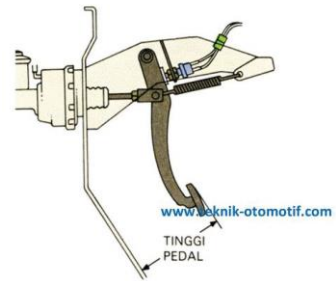
Prinsip Rem, kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin di bebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindah daya, kendaraan akan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti. Umumnya, rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman diperoleh dari adanya gesekan yang di timbulkan antara dua objek, yaitu antara disc rotor dan pad lining maupun pada tipe tromol antara tromol (drum) dan shoe lining (Thea, 2014). Rem cakram adalah perangkat pengereman yang digunakan pada kendaraan. Rem cakram bekerja dengan menjepit disc rotor yang dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit disc rotor digunakan kaliper yang digerakkan oleh piston untuk mendorong brake pad untuk menjepit disc rotor. Gaya pengereman pada disc brake dihasilkan oleh adanya gesekan antara pad lining dan disc rotor yang berputar bersamaan dengan roda (Toyota Astra Motor, 1995, h. 76-77).

Getaran pada komponen rem pada saat beroperasi pada kondisi tertentu dapat menimbulkan suara bising (noise) yang berasal dari getaran elemen-elemen rem tersebut. Suara bising tersebut berupa Squeals, groans, judder, dan moan yang sering mengakibatkan ketidaknyamanan saat rem bekerja. Getaran pada rem terjadi ketika terdapat kontak antara piringan dan kampas saat rem beroperasi. Ketidakrataan permukaan rotor (kekasaran permukaan) dan faktor gesekan mengakibatkan kampas tertumbuk dan bergoncang. Pada akhirnya kampas bergetar pada kaliper, dan menyebabkan kaliper ikut bergetar. Ketiga komponen yaitu piringan, kampas, dan kaliper selanjutnya memiliki peran penting terhadap terjadinya bunyi saat pengereman dilakukan (Setiawan, 2015).

Sebelum masuk ke perhitungan distribusi pengereman, terlebih dahulu kita pahami tentang sistem pengereman. Berikut merupakan skema dari sistem pengereman kendaraan:



Gambar 1. Skema Sistem Pengereman Kendaraan. Persamaan matematika dari distribusi pada sistem pengereman dituliskan sebagai berikut



Gambar 2. Tipe Pedal Rem.

Gaya pada pedal rem dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Fk = F \cdot a/b \dots\dots\dots(1)$$

Dengan keterangan

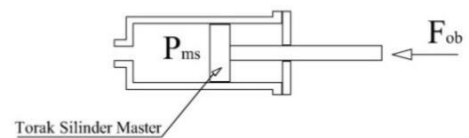
Fk = gaya pedal

F = gaya oleh pengemudi ke pedal

a = jarak dari pedal rem ke tumpuan

b = jarak dari pushrod ke tumpuan

B. Tekanan Master Silinder



Gambar 3. Gaya-gaya pada master silinder.

Tekanan yang diberikan oleh master silinder dirumuskan sebagai berikut:

$$Pms = Fk / (0,25 \pi d^2) \dots\dots\dots(2)$$

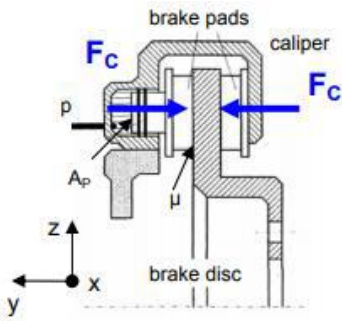
dengan keterangan:

Pms = tekanan output master silinder

Fk = gaya pedal

d = diameter dalam master silinder

C. Gaya Rem Cakram (Disc Brake)



Gambar 4. Free body diagram gaya cengkram brake pad [2].

Gaya yang menekan setiap kampas rem terhadap disc dirumuskan sebagai berikut:

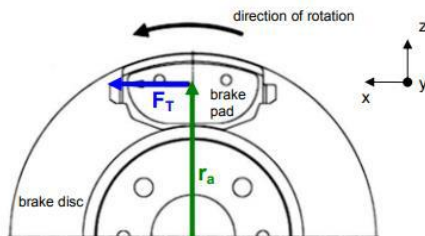
$$F_c = P_{ms} \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots(3)$$

dengan keterangan:

F_c = Gaya rem cakram

P_{ms} = tekanan output master silinder

d = diameter piston caliper



Gambar 5. Free body diagram gaya gesek tangensial antara bantalan rem dan disk [2].

Gaya tangensial pada kedua area gesekan dirumuskan sebagai berikut:

$$F_T = F_c \cdot 2 \cdot \mu \dots\dots\dots(4)$$

dengan keterangan:

F_T = gaya tangensial

μ = koefisien gesek pada rem cakram

Untuk mendapatkan nilai dari gaya pengereman depan yang diberikan oleh sistem pengereman, maka perlu dihitung besar dari gaya torsi pada pengereman depan, dalam hal ini maka dihitung torsi dari rem cakram sebagai berikut:

$$Trd = F_T \cdot r_a \dots\dots\dots(5)$$

Gaya pada pengereman depan:

$$F_{bf} = 2 \cdot Trd / R_{roda}$$

Metode

Bahan dan Alat Penelitian

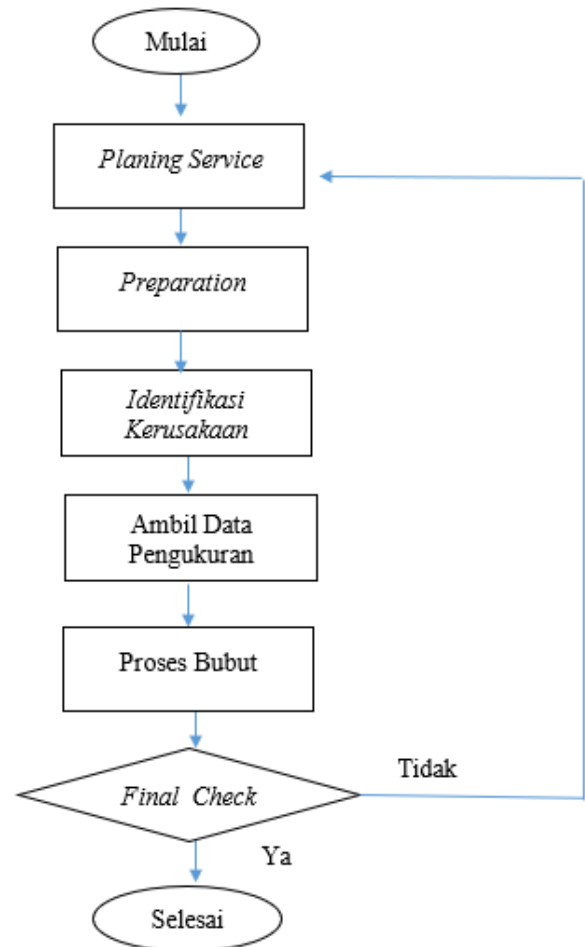
Apa saja yang harus di siapkan sebelum melakukan pekerjaan, alat yang di perlukan seperti berikut :

- a) Kunci impact, untuk melepaskan mur roda.
- b) Kunci socket ukuran 19 mm, digunakan untuk melepas mur roda.
- c) Kunci ring 12-14 mm, digunakan untuk melepaskan baut slide pin pada caliper.

- d) Kunci momen/torsi, digunakan untuk mengencangkan atau menyetel kekencangan mur-mur roda agar sesuai dengan standar yang ditentukan.
- e) Jack stand digunakan untuk menyangga mobil saat dilakukan proses pengerjaan.
- f) Dongkrak adalah alat di operasikan secara hidrolis yang dapat mengangkat alat yang berat, misalnya mengangkat bagian mobil.
- g) Jangka sorong (vernier caliper) sekala 0- 150 mm, untuk mengukur ketebalan pad lining dan shoe lining. Jangka sorong sekala (vernier caliper) 0-300 mm, untuk mengukur diameter dalam tromol (drum).
- h) Micrometer skala 0-25 mm, untuk mengukur ketebalan cakram (disc rotor)
- i) Dial gauge untuk mengukur keolengan disc rotor maupun caliper.
- j) Mesin Bubut Disc Brake untuk membubut disc rotor yang bergelombang penyebab getaran pada rem.

Diagram Alir Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Identifikasi Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dalam Analisis Gangguan Sistem Rem pada Mobil Honda Mobilio tipe transmisi otomatis serta penanganannya ini adalah dengan cara melakukan proses pembongkaran, identifikasi baik secara visual maupun pengukuran dan perakitan serta dilakukan pengujian untuk membandingkan kinerja sistem rem setelah dilakukan proses penanganan. Hasil identifikasi yang didapat yaitu:

(1) Timbul bunyi (noise di rem), pada saat kendaraan berjalan timbul bunyi (noise) pada bagian roda terutama pada saat pengemudi menginjak pedal rem.

(2) Terjadi getaran pada pedal rem saat pengereman (getaran dari rem), pada saat dilakukan pengereman terjadi getaran pada pedal rem, dan rem kurang mencengkram yang mengakibatkan waktu pengereman yang relatif lama dan tidak stabil.

Penyebab terjadinya bunyi dan getar pada sistem rem Honda Mobilio tipe transmisi otomatis:

- (1) Plate Rotor (piringan cakram) Bergelombang.
- (2) Baut pemasangan kendur.
- (3) Brake Cushion (kampus rem) terdapat kotoran yang menggumpal
- (4) Cushion shim support kendur

Perbaikan bunyi dan getar pada sistem rem :

(1) Periksa chamber bore dan cylinder dari tergores maupun korosi secara visual, karena hal ini dapat mengakibatkan cylinder macet sehingga dapat mengakibatkan cushion maupun plate rotor retak atau melengkung.

(2) Ukur ketebalan cushion lining menggunakan jangka sorong maupun penggaris, jika hasil pengukuran sama atau kurang dari 1 mm maka sebaiknya dilakukan penggantian cushion set.

(3) Kencangkan baut association yang menghubungkan front adaptable hose dari chamber ace menuju kaliper.

(4) Periksa plate rotor secara visual, ukur ketebalan circle rotor menggunakan micrometer, jika ketebalan plate rotor sama atau kurang dari 19 mm maka sebaiknya ganti plate rotor.

(5) Menggunakan dial marker, ukur runout plate rotor 10 mm dari tepi luar circle rotor lalu bagi menjadi 12 bagian. Runout plate rotor maksimum adalah 0,04 mm, jika runout melebihi maksimum maka ubahlah posisi pemasangan circle rotor dan hub sampai runout menjadi insignificant. Jika runout melebihi maksimum meskipun posisi pemasangan telah diubah maka plate rotor harus dibubut, jika ketebalan circle rotor sama atau kurang dari 19 mm maka sebaiknya ganti plate rotor.

(6) Jika slide pin (principle pin dan sub pin) rusak maka sebaiknya segera diganti, saat pemasangan beri gemuk (oil) secara merata pada slide pin.

(7) Jika terjadi kerusakan pada anchor spring, shoe down spring maupun against squel shim sebaiknya segera diganti

Pengumpulan Data

Berikut ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan analisa kerusakan pada sistem rem meliputi:

- (1) Fluida Rem, periksa volume, kualitas dan kuantitas fluida rem dalam tangki penyimpanan.
- (2) Adaptable Hose dan Brake Cylinder, periksa keretakan dan kebocoran pada adaptable hose dan brake tube.
- (3) Sepatu Rem dan Cushion Coating, periksa dan ukur ketebalan shoe lining dan cushion lining.
- (4) Disc Rotor dan Drum, periksa permukaan plate rotor dan permukaan dalam drum dari debu, kotoran dan karat serta ukur ketebalan disc rotor dan diameter dalam drum.
- (5) Caliper dan Silinder Roda, periksa kebocoran pada cylinder pada caliper dan silinder roda dan beri gemuk pada slide pin pada caliper dan permukaan backing plate yang bersinggungan dengan brake shoe

Hasil

Sebagai acuan data yang akan diambil disertakan tabel batas spesifikasi selisih ketebalan, standart ketebalan, dan batas ketebalan minimal dari Honda Mobilio.

Tabel 4.1 Spesifikasi Standar Pengukuran Disc Rotor

Jenis Mobil	Batas Spesifikasi		Standar Ketebalan	Batas Ketebalan Minimal
	Thickness (T/V)	Run Out (R/O)		
Mobilio	0,015 mm Max	0,040 mm Max	21 mm	19 mm

Hasil pengukuran yang di dapatkan adalah sebagai Berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Disc Rotor

Pengukuran Disc Brake		
No	Thickness (T/V)	Run Out (R/O)
	Sebelum Dibubut	Sebelum Dibubut
1	20,742 mm	0,011 mm
2	20,753 mm	0,002 mm
3	20,761 mm	0,010 mm
4	20,775 mm	0,021 mm
5	20,788 mm	0,031 mm
6	20,795 mm	0,044 mm
7	20,810 mm	0,059 mm
8	20,805 mm	0,054 mm
9	20,789 mm	0,038 mm
10	20,772 mm	0,021 mm
11	20,761 mm	0,010 mm
12	20,751 mm	0,010 mm

Dari data diatas kita dapatkan run out atau keolengan terbesar yaitu 0,059 mm dan selisih ketebalan terbesar dari setiap sisi yaitu 0,017 mm. Hasil diatas menyimpulkan bahwa ukurannya telah melebihi batas maksimal baim dari ketebalan (thickness) maupun run out.

Dengan Begitu Disc Rotor akan dibubut sekitar 0,110 mm dimulai dari bagian disc nomor 7 untuk mencapai ketebalan disc rotor yang diinginkan yaitu sekitar 20,700 mm sehinggal disc rotor masih sangat aman untuk digunakan.



Gambar 7 Pembagian Disc Brake Menjadi 12 Bagian



Gambar 8. Pengukuran Ketebalan Disc Rotor (Thickness)



Gambar 9. Pengukuran Run Out

Proses bubut dilakukan di tempat atau on wheel grinding dimana pembubutan ini tanpa melepas disc rotor dari knuckle. Hal Ini dilakukan karena proses lebih cepat dan mendapatkan hasil pembubutan yang lebih maksimal dikarenakan putaran real dari as roda. Langkah-langkah pada proses pembubutannya diantara lain:

1. Lepaskan kaliper rem untuk memudahkan dalam proses pembubutannya.

2. Pasang Adaptor yang sesuai ukuran hub disc rotor Honda Mobilio ke baut roda atau baut hub roda.

3. Setel dan kalibrasi ketinggian mesin bubut, lalu hubungkan dengan adaptor yang telah terpasang di hub roda.

4. Kalibrasi lagi untuk putaran disc rotor agar dapat berputar dengan sempurna.

5. Atur pisau pemakanan ke ukuran yang diinginkan, dalam hal ini diatur ke pemakanan 0,110 mm.

6. Hidupkan mesin bubut lalu tunggu sampai proses pemakanan selesai dan disc rotor akan terbubut secara otomatis.



Gambar 10. Proses Pembubutan



Gambar 11. Disc Sebelum Dibubut Gambar 4.17 Disc Setelah Dibubut

4.7 FINAL CHECK

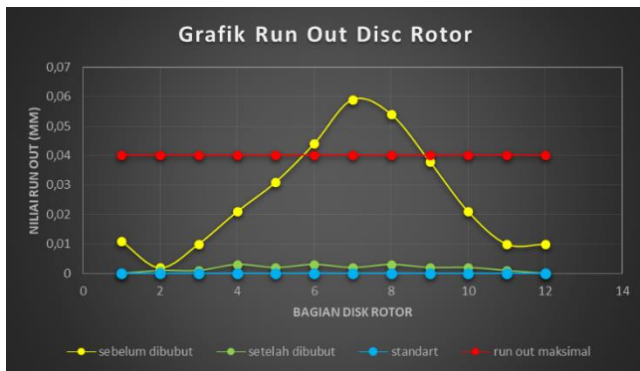
Sebagai sebuah langkah prosedural Standard Operational Prosedural (SOP) ketika melakukan perbaikan lakukan pengukuran kembali untuk memastikan disc tidak bergelombang. Apabila hasil pengukuran sudah sesuai pasang kembali semua komponen yang dilepas lalu uji tes

jalan kendaraan untuk memastikan rem tidak bunyi dan tidak bergetar.

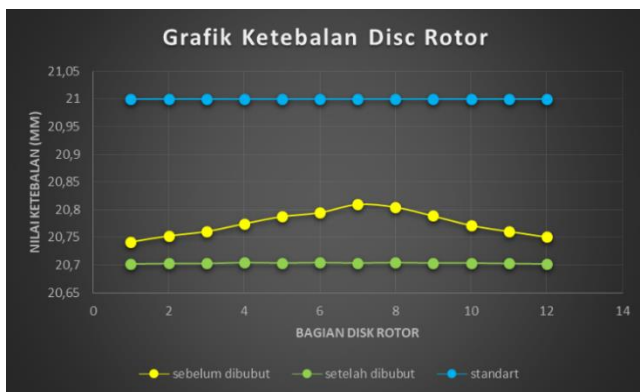
Data hasil pengukuran setelah dibubut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Final Check Disc Rotor

Pengukuran Disc Brake		
No	Thickness (T/V)	Run Out (R/O)
	Setelah Dibubut	Setelah Dibubut
1	20,702 mm	0,000 mm
2	20,703 mm	0,001 mm
3	20,703 mm	0,001 mm
4	20,705 mm	0,003 mm
5	20,704 mm	0,002 mm
6	20,705 mm	0,003 mm
7	20,704 mm	0,002 mm
8	20,705 mm	0,003 mm
9	20,704 mm	0,002 mm
10	20,704 mm	0,002 mm
11	20,703 mm	0,001 mm
12	20,702 mm	0,000 mm



Gambar 12. Grafik Run Out Disc Rotor



Gambar 13. Grafik Ketebalan Disc Rotor

Pada gambar 12 grafik run out disc rotor dijelaskan bahwa garis merah melambangkan nilai runout maksimal yaitu 0,040 mm, garis warna kuning adalah nilai hasil pengukuran run out disc rotor sebelum dibubut, garis warna hijau adalah nilai hasil pengukuran run out disc rotor setelah dibubut, garis warna biru adalah nilai run out standart atau disc rotor baru.

Pada gambar 13 grafi ketebalan disc rotor dijelaskan bahwa garis warna biru adalah nilai ukuran standart ketebalan disc rotor atau ukuran ketebalan disc rotor baru, garis warna kuning adalah nilai pengukuran ketebalan disc rotor sebelum dibubut, garis warna hijau adalah nilai pengukuran ketebalan disc rotor setelah dibubut.

Dari data tabel dan grafik diatas bahwa run out yang didapatkan setelah proses bubut adalah 0,003 mm dan selisih ketebalannya adalah 0,003 mm yang menandakan hasil dari pembubutan adalah baik karena masih dalam batas spesifikasi yang diijinkan.

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan secara visual maupun pengukuran penyebab terjadinya bunyi pada sistem rem Honda Mobilio adalah brake pad atau kampas rem kotor, baut pemasangan kendur, dan pad shim support kendur.
2. Berdasarkan hasil pemeriksaan secara visual maupun pengukuran penyebab terjadinya getar pada sistem rem Honda Mobilio adalah disc rotor yang sudah bergelombang. Dari hasil pengukuran run out disc rotor selisih variasinya mencapai 0,059 mm sehingga disc rotor harus di bubut. Setelah disc rotor dibubut hasil pengukuran run out adalah 0,003 mm dan ketebalan yang didapatkan yaitu 20,702 mm yang masih dalam batas toleransi untuk digunakan.

References

N.M. Kinkaid, O.M. O'Reilly, P. Papadopoulos, *Automotive disc brake squeal*, J. Sound Vib. 267 (1) (2003) 105e166.

H. Ouyang, et al., *Numerical analysis of automotive disk brake squeal: A review*, Int. J. Vehicle Noise and Vib. 1 (3e4) (2005) 207e231.

A. Papinniemi, et al., *Brake squeal: A literature review*, Appl. Acous. 63 (4) (2002) 391e400.

Toyota Astra Motor. 1995. NEW STEP 1 Training Manual. PT. TAM Training Center. Jakarta

Setiawan, P. 2015. Pengertian Bunyi dalam Fisika. <http://gurupendidikan.com>. Diakses tanggal 20 Juni 2021

Honda Prospect Motor. 2013. Honda Mobilio. Technical Service Division - Training Department.

Thea, R. 2014. Sistem Rem (Brake System). <http://www.viarohidinthea.com>. Diakses tanggal 23 Juni 2021

Toyota Astra Motor. 1995. NEW STEP 1 Training Manual. PT. TAM Training Center. Jakarta

Widalnu, F. 2015. Pengertian Getaran, Frekuensi, Periode, Simpangan & Amplitudo Lengkap Dengan Satuan, Rumus dan Simbol. <http://www.informasibelajar.com>. Diakses tanggal 23 Juni 2021

- Meifal, R. 2010. Analisis Getaran dan Suara Pada Rem Cakram Saat Beroperasi.
- Thorby, D., 2008, *Structural Dynamics and Vibration Practice*, Elsevier, Oxford.
- Rusli, M. dan Okuma, M., 2008, Squeal Noise Prediction in Dry Contact Sliding Systems by Means of Experimental Spatial Matrix Identification, *Journal of System Design and Dynamics*, Vol 2, pp. 585-595
- Rtoosli, M., Okuma, M., dan Son, L., 2009, Analisis Teoritik Pengaruh Kekasaran Permukaan Kontak Terhadap Munculnya Suara Lengkingan pada Rem Kendaraan, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-8,
- Triches, M., Gerges, S.N.Y, dan Jordan, R., 2004, Reduction of squeal noise from disc brake systems using constrained layer damping, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Rio de Janeiro
- Blau, P. J. , 2009, *Friction Science and Technology from concepts to Applications*, CRC Press, Boca Raton
- Silva, C., 2007, *Vibration Monitoring, Testing, and Instrumentaion*, CRC Press, Boca Raton.
- Sheng, G., 2008, *Friction Induced Vibrations and Sound, Principle and Aplication*,
- Deajeng Prameswari, dan Yohanes, Analisa Sistem Pengereman pada Mobil Multiguna Pedesaan, *Jurnal Teknik ITS Vol. 8, No. 1*, (2019) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)