

## Analisis Kerusakan dan Perbaikan *Disc Brake* Menggunakan Metode *Sound Detector*

Adiftya Nurtyas Surahman, Subekti Subekti

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta, Indonesia

---

### Article Info

#### Article history:

Received December, 21st 2025

Revised April, 21st 2026

Accepted April, 21st 2026

---

#### Keywords:

*Kampas rem*

Kekasaran permukaan

*Sound detector*

Kebisingan rem

---

### ABSTRAK

Sistem rem merupakan komponen vital kendaraan yang kinerjanya dipengaruhi oleh kondisi permukaan cakram dan kampas rem. Penelitian ini menganalisis pengaruh kekasaran permukaan *disc brake* terhadap tingkat kebisingan pada variasi kecepatan putar serta hubungannya dengan jarak kerja kampas rem menggunakan alat *Sound Detector Recordable* (SDR III). Pengujian dilakukan pada tiga kondisi *disc brake* (standar, layak pakai, dan aus) dengan kecepatan 1000, 2000, dan 3000 rpm. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan kekasaran permukaan *disc brake* menyebabkan kenaikan intensitas kebisingan, terutama pada kecepatan tinggi, akibat gesekan tidak seragam yang memicu getaran. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam menentukan standar kekasaran optimal guna meningkatkan performa, keamanan, dan kenyamanan sistem pengereman kendaraan.

---

#### \*Corresponding Author:

Adiftya Nurtyas Surahman

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta, Indonesia

Email: [adifyasurahman@gmail.com](mailto:adifyasurahman@gmail.com)

DOI: 10.56904/imejour.v4i1.158

---

## 1. PENDAHULUAN

Sistem rem merupakan salah satu komponen paling vital pada kendaraan bermotor karena berfungsi untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan secara aman. Performa rem ditentukan oleh interaksi antara komponen gesek, yaitu kampas rem (*brake pad*) dan cakram rem (*brake disc*), yang menghasilkan gaya gesek sebagai respons terhadap tekanan hidrolik. Dalam proses ini, kondisi permukaan komponen gesek, berperan penting dalam menentukan keausan, serta karakteristik getaran dan kebisingan yang timbul.

Peningkatan kekasaran permukaan dapat memperbesar area kontak dan adhesi, sehingga meningkatkan gaya gesek. Namun, kondisi ini juga memengaruhi perilaku (NVH) *Noise, Vibration, Harshness*, yang berimplikasi pada kenyamanan dan keamanan kendaraan. Hal ini menunjukkan adanya *trade-off* antara peningkatan gesekan dengan stabilitas getaran [1]. Ketidakteraturan pada cakram rem, seperti *Disc Thickness Variation* (DTV) dan *Surface Run Out* (SRO), dapat memicu fenomena *brake judder*. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung membahas kekasaran permukaan, hasilnya menegaskan bahwa kondisi geometris dan topografi permukaan cakram memiliki pengaruh signifikan terhadap getaran rem [2]. Kisaran optimal untuk inersia putar cakram rem (5–9 kg m<sup>2</sup> dan 11–22 kg m<sup>2</sup>) dan massa bantalan gesekan (7–17 kg) diidentifikasi lebih lanjut, yang secara efektif mengurangi terjadinya getaran tongkat-selip yang kacau [3]. Banyak faktor yang memengaruhi terjadinya getaran dan kebisingan pada rem cakram otomotif termasuk bahan dan geometri komponen rem, interaksi komponen dan banyak kondisi operasi dan lingkungan [4]. Berdasarkan hubungan antara sifat modal dan akustik rem, kebisingan dapat dikurangi dengan mengoptimalkan struktur rem [5]. Peningkatan paling signifikan dalam kinerja termal rem dapat

dicapai dengan memaksimalkan aliran udara ke area komponen rem; termasuk meningkatkan area terbuka roda dan meningkatkan kecepatan kendaraan [6]

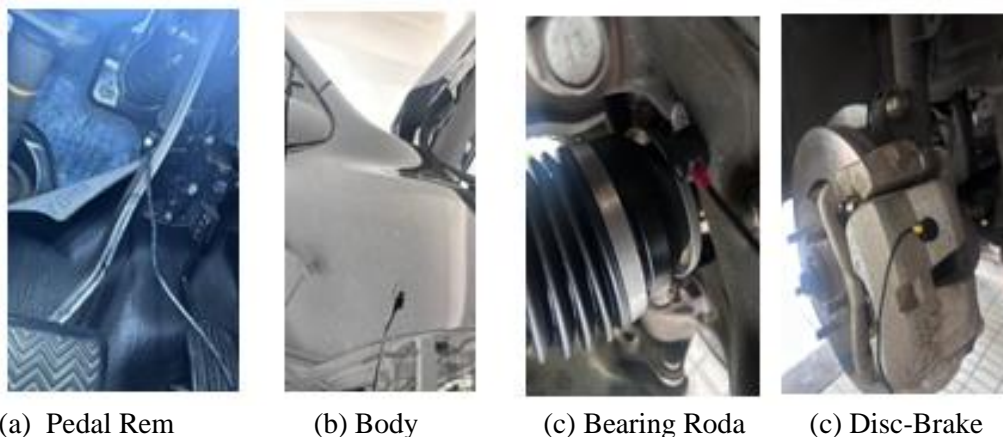
Dari rangkaian penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kekasaran permukaan rem memainkan peran penting terhadap perilaku tribologi (gesekan dan keausan) sekaligus perilaku dinamis (getaran dan kebisingan). Namun, sebagian besar penelitian cenderung hanya fokus pada salah satu aspek, yaitu gesekan atau getaran, sehingga belum banyak yang membahas keterkaitan keduanya secara komprehensif.

Pengujian vibrasi di *Vibration Laboratory* Universitas Mercubuana telah dilakukan baik pada konstruksi maupun sistem kendaraan, antara lain untuk mengetahui pengaruh *heaving* dan *pitching* pada gerak kapal akibat momen lentur pegas [7-16]. Pengujian getaran yang terjadi pada *footrest* ( pijakan kaki) sepeda motor Supra X 125 cc standar untuk mengetahui pengaruh getaran pada kaki pengendara [17]. sedangkan pengaruh getaran terhadap kesehatan pengendara sepeda motor sesuai dengan standar ISO 2631-1 [18].

Atas dasar tersebut di atas pada tugas akhir ini penulis akan mengambil tema “Analisis Kerusakan dan Perbaikan *Disc Brake* Menggunakan Metode *Sound Detector*”, diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam upaya meningkatkan performa pengereman yang optimal, tidak hanya dari sisi kemampuan henti (*braking performance*), tetapi juga dari segi kenyamanan dan keselamatan berkendara.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama: analisis getaran, menganalisis jarak antara *disc-brake* dan *disc-pad*, dan jarak optimal perawatan *disc-brake*. Kerusakan melibatkan ketidaknyamanan pengemudi. Analisis mencakup pengujian sensor pada pedal rem, *body* kendaraan, *bearing* roda, dan *disc-brake* seperti tampak pada Gambar 1. Penempatan sensor tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan akibat kerusakan *disc-brake* terhadap ketidaknyamanan bagi pengemudi kendaraan tersebut. Ketidaknyamanan bagi pengemudi disebabkan oleh adanya gaya pengereman. Gaya pengereman yang dihasilkan pada sistem *disc-brake* dapat dihitung dengan mempertimbangkan gaya normal dari kampas rem yang bekerja pada rotor serta koefisien gesek dari material yang terlibat. Apabila koefisien gesek semakin besar akan menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengemudi, sesuai dengan standar ISO 2631 dan BS 6841. Pada penelitian ini, kecepatan putaran *disc-brake* yang diberikan sebesar 2000 rpm.



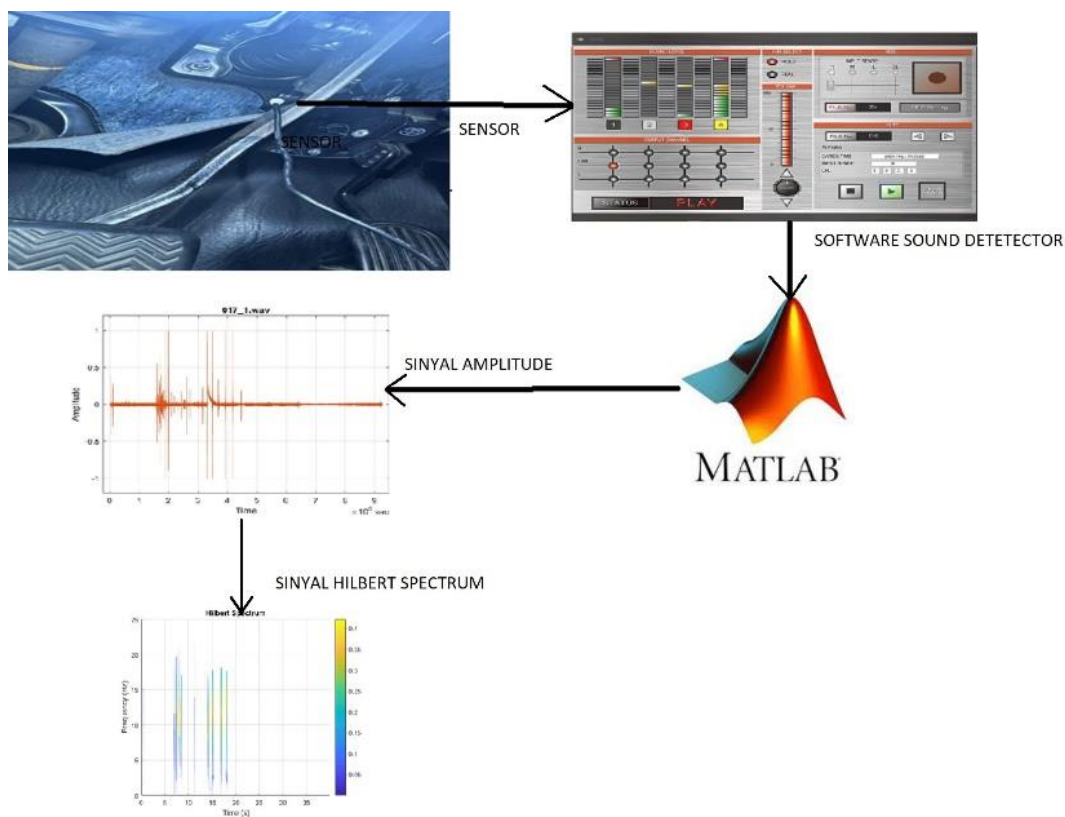
**Gambar 1.** Penempatan sensor sound detector.

Gambar 2 menunjukkan pengukuran dan analisis data. Pengukuran getaran menggunakan *Sound Detector Recordable* (SDR III), di mana alat ini berfungsi sebagai penganalisis spektrum dan perekam data dari getaran yang dihasilkan pada selama proses pengukuran. Sedangkan sensor yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada percepatan pada sebuah objek atau benda menggunakan sensor *noise*. Fungsi dari sensor *noise* digunakan untuk mengukur respons getaran yang terjadi dan terbaca di *Sound Detector Recordable* (SDR III). Data hasil pengukuran pada *FFT*

*analyzer* selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan MATLAB. Adapun spesifikasi alat yang digunakan pada pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi *sound detector*.

Deskripsi	Spesifikasi
Masukkan sensor	Jack mini stereo $\phi$ 3,5 mm $\times$ 4 kanal
Konektor USB	USB <i>type B</i> , USB 2.0 <i>high speed</i>
<i>Sampling</i>	44,1 kHz, 16 bit
Format rekaman	WAV (format standar Windows)
Waktu maksimal tiap file	60 detik/ file
Jumlah tipe <i>file max</i>	999 file
Catu daya	DC 5 V ( <i>daya standar windows</i> )
Ukuran fisik	64 mm x 95 mm x 25 mm
Sistem operasi	Mendukung Windows 7 / 8.1 / 10, aplikasi SDR-III memerlukan Microsoft .NET Framework versi 4.5



**Gambar 2.** *Experimental setup.*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

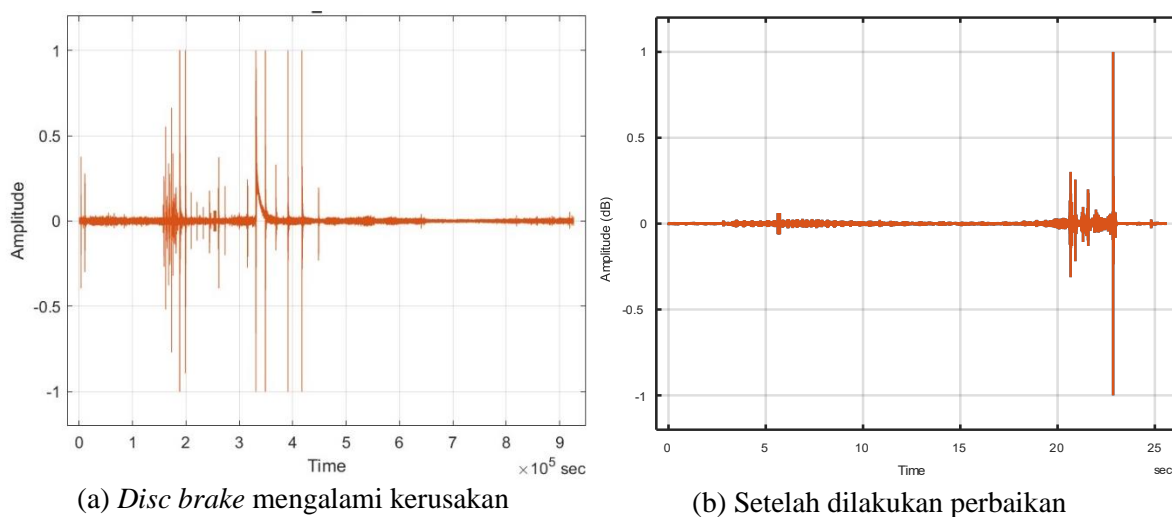
Hasil dari penelitian ini diperoleh data yang berasal dari kenyamanan atau ketidaknyamanan pengemudi akibat kerusakan *disc-brake*. Untuk mengetahui maka di tempatkanlah sensor pada pedal rem. Pengukuran sinyal akustik pada pedal rem dilakukan untuk mendeteksi respons getaran yang timbul akibat tekanan dan gesekan selama proses pengereman. Data sinyal dibandingkan antara kondisi sebelum dan sesudah perbaikan untuk mengetahui tingkat peredaman getaran yang dicapai, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada sinyal setelah perbaikan, amplitudo getaran tampak relatif kecil dan stabil selama rentang waktu pengamatan. Hampir seluruh sinyal berada pada nilai mendekati nol, dengan peningkatan amplitudo yang muncul hanya pada bagian akhir perekaman sekitar detik ke-20. Peningkatan tersebut pun masih berada dalam batas yang aman dan tidak menunjukkan adanya lonjakan ekstrem. Pola ini menggambarkan bahwa sistem mekanis pada komponen rem sudah berada pada kondisi yang jauh

lebih baik. Kontak antara *disc-pad* dan *disc-rotor* berjalan normal, celah antar komponen merata, dan tidak terdapat gesekan berlebih yang menimbulkan vibrasi tinggi.

Sebaliknya, pada sinyal sebelum perbaikan, terlihat adanya amplitudo getaran yang sangat tinggi, terutama pada interval waktu 1,5 hingga 4 detik, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.(a). Pada rentang ini, muncul banyak puncak sinyal dengan nilai amplitudo mendekati  $\pm 1$ , yang menunjukkan adanya hentakan kuat, gesekan keras, atau ketidakrataan pada *disc-rotor*. Puncak getaran yang muncul berulang dalam waktu singkat menunjukkan bahwa sebelum dilakukan perbaikan, kondisi rotor kemungkinan mengalami ketidakrataan (*run-out*), permukaan yang tidak presisi, atau ketidaksejajaran antara *rotor* dan *pad*. Setelah melewati detik ke-4, sinyal memang mulai stabil, namun masih terdapat *noise* yang menandakan bahwa kondisi mekanis belum optimal.

Dari sisi stabilitas sinyal, perbedaan antara kedua kondisi sangat jelas. Sinyal setelah perbaikan tampak jauh lebih halus, terkontrol, dan minim *noise*. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembubutan rotor, penyetelan celah, atau perbaikan mekanis lainnya berhasil menghilangkan sumber getaran yang sebelumnya muncul secara signifikan, seperti ditunjukkan pada Gambar 3(b). Sementara itu, sinyal sebelum perbaikan memperlihatkan ketidakstabilan yang cukup besar, terutama pada fase awal perekaman, yang menjadi bukti kuat bahwa sistem rem pada kondisi tersebut belum berada dalam keadaan seimbang.



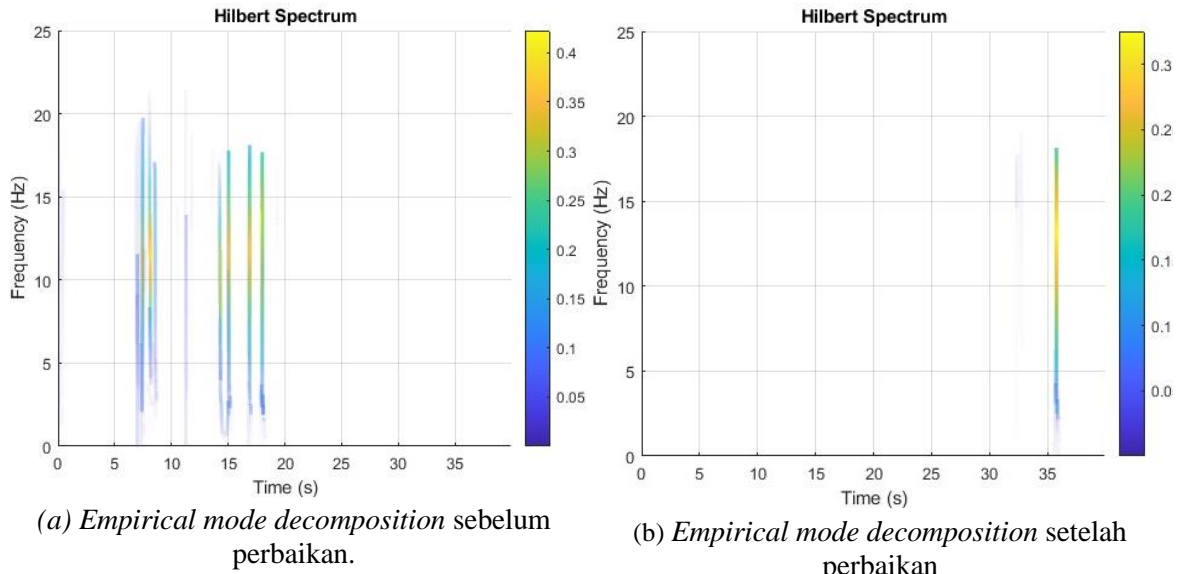
**Gambar 3.** Domain waktu (a) sebelum perbaikan dan (b) setelah perbaikan.

Pengukuran getaran dilakukan pada dua kondisi, yaitu **sebelum** dan **sesudah perbaikan** komponen sistem rem. Data getaran yang dihasilkan dianalisis dengan menggunakan kemudian diolah menggunakan metode *Hilbert-Huang Transform* (HHT). Analisis HHT dapat dalam bentuk *Empirical Mode Decomposition* (EMD) dan *Instinc Mode Function* (IMF) untuk memperoleh karakteristik frekuensi, amplitudo, serta persebaran energi getaran sepanjang waktu.

Secara keseluruhan, hasil perbandingan sinyal getaran ini menunjukkan bahwa proses perbaikan memberikan dampak positif yang signifikan. Penurunan amplitudo getaran, berkurangnya puncak getaran abnormal, serta meningkatnya stabilitas sinyal menjadi indikator kuat bahwa kondisi *disc-pad* dan *disc-rotor* setelah perbaikan sudah berada pada performa yang lebih baik dan lebih aman. Temuan ini sekaligus mengonfirmasi bahwa tindakan perbaikan yang dilakukan efektif dalam mengurangi vibrasi yang sebelumnya terjadi pada sistem rem.

Pada kondisi sebelum perbaikan, spektrum Hilbert menunjukkan bahwa getaran muncul secara intens dan berulang dalam rentang waktu sekitar 5–20 detik. Frekuensi dominan berada di kisaran 5–20 Hz, dengan warna yang lebih pekat (kuning–hijau) pada beberapa titik, menandakan amplitudo energi getaran yang relatif tinggi, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pada *disc-brake* yang mengalami kerusakan terlihat bahwa frekuensi yang muncul lebih dari 4 terhadap waktu dengan amplitudo tertinggi sekitar 0,4 dB, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. (a). Hal ini diakibatkan oleh

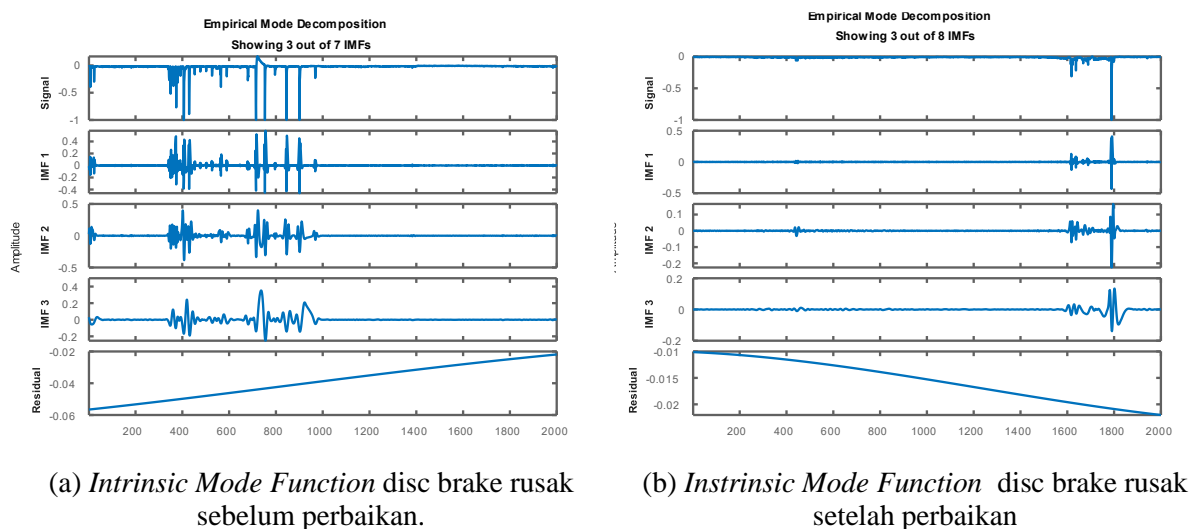
tidak merata permukaan *disc-brake* akibat dari kekasaran permukaan yang berlebihan, atau gesekan tidak konsisten pada komponen yang diuji



Gambar 4. Empirical Mode Decomposition (a)sebelum perbaikan dan (b) sesudah perbaikan

Pada kondisi setelah perbaikan, spektrum berubah drastis, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. (b). Aktivitas getaran kini hanya muncul sekitar detik 32–36, dengan rentang frekuensi yang tetap serupa (5–18 Hz), tetapi energinya jauh lebih kecil (warna lebih lembut, tidak banyak area kuning). Getaran yang sebelumnya tersebar kini menyusut menjadi satu *cluster* sempit, seakan sistem hanya berdeham pelan di penghujung pengukuran. Ini menunjukkan bahwa perbaikan berhasil menurunkan intensitas dan jumlah kejadian getaran secara signifikan.

Untuk menguraikan sinyal koinsidensi menjadi beberapa kombinasi komponen tunggal, para ahli telah mengusulkan konsep IMF: yaitu, suatu sinyal dapat diuraikan menjadi beberapa komponen IMF dan sebuah sinyal *residual*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Intrinsic mode Function (a)sebelum perbaikan dan (b) setelah perbaikan.

Pada kondisi sebelum perbaikan diperlihatkan bahwa residual cenderung naik akibat adanya kerusakan, seperti tampak pada Gambar 5(a). Pada *Intrinsic mode Function* muncul puncak amplitude lebih dari 4. Sedangkan pada disc brake yang sudah diperbaiki diperlihatkan bahwa

residual cenderung turun akibat gesekan disc brake yang dapat diminimalkan hal ini terlihat jelas pola *Intrinsic mode Function* muncul 1 puncak amplitudo, seperti ditunjukkan pada gambar 5(b).

#### 4. KESIMPULAN

Pada sinyal EMD terdapat lebih dari 1 frekuensi, yang mengakibatkan ketidaknyamanan pengemudi saat melakukan pengereman, yang diakibatkan dari kerusakan *disc-brake*. Setelah itu dilakukan Perbaikan pada *disc-brake* terbukti efektif mengurangi getaran yang sebelumnya beramplitudo tinggi dan tidak stabil. Setelah perbaikan, sinyal getaran menjadi lebih halus, amplitudo menurun, dan energi getaran lebih merata. Analisis EMD dan HHT menunjukkan adanya penurunan signifikan pada intensitas serta frekuensi getaran, sehingga sistem pengereman bekerja lebih stabil dan memberikan kenyamanan yang lebih baik bagi pengemudi.

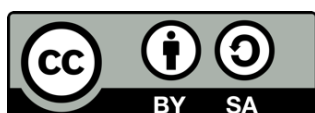
#### UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Tendik beserta Kepala lab. Teknik mesin Universitas Mercubuana untuk dana penelitian yang diberikan, PT Geteka Founindo untuk ijin penggunaan Hubungan Nilai CE dengan Lapisan Kulit Thin Wall Ductile Iron. Sarana dan prasarana *foundry* dan Laboratorium Metalurgi Fisik Jurusan Teknik Mesin Universitas Trisakti untuk fasilitas pengamatan struktur mikro

#### REFERENCES

- [1] S. Gurumoorthy, N. Bhimchand, A. Bourgeau, & Y. Bhumireddy, "Effect of Surface Roughness on Tribological and NVH Behaviour of Brake System," *SAE Technical Paper*, 2024
- [2] S. Y. Zhang, Y. Y. Li, S. G., Qu, & W. P. Chen, "Friction and wear behaviour of brake pads dry sliding against semi-interpenetrating network ceramics/al-alloy composites," *Tribology Letters*, 2010, 38(2), 135-146.
- [3] H. Zhou, Z. Wang, Q. Wang, J. Mo, C. Zhao, & K. Wang, "Dynamic models and analysis of key factors influencing stick-slip vibration in disc brake system," *Railway Engineering Science*, 2025, 1-15.
- [4] A. M. Rabia, N. M. Ghazaly, M. M. Salem, & A. M. Abd-El-Tawwab, "Experimental studies of automotive disc brake noise and vibration: a review," *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 2013, 3(1), 199-203.
- [5] X. Su, J. Wang, & C. Lv, "Simulation and testing of modal characteristics of automotive disc brake," *Vibroengineering Procedia*, 2025, 58, 66-72.
- [6] A. Stephens, "Aerodynamic cooling of automotive disc brakes," (Doctoral dissertation, RMIT University), 2024.
- [7] Y. Ogawa and K. Takagi, "An assessment of the effect of hull girder vibration on the statistical characteristics of wave loads," *Int. J. Nav. Archit. Ocean Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 80–85, 2011, doi: 10.2478/ijnaoe-2013-0048.
- [8] H. Sangian, D. A. Rahman, R. Rudiwanto, S. Subekti, and A. Hamid, "Analisis Getaran pada Screw Compressor Akibat Pengaruh Putaran Rotor," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 267–275, 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.02.13.
- [9] M. A. Pratiwi, M. Ikhsan, R. D. Octavianto, A. Hamid, and S. Subekti, "DYNAMIC CHARACTERIZATION OF BALL BEARING IN TURBINE PROPELLER USING BUMP TEST METHOD," *SINERGI*, vol. 25, no. 2, 2021, doi: 10.22441/sinergi.2021.2.004.
- [10] M. F. Gulang, Z. D. Haq, H. Alpiyanto, and S. Subekti, "Karakteristik dinamik needle bearing pada camshaft dohc suzuki satria fu150 yang telah di modifikasi, dengan metode bump test," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 2, 2020, doi: 10.36055/tjst.v16i2.8461.
- [11] M. Ikhsan, M. A. Pratiwi, R. D. Octavianto, A. Hamid, and S. Subekti, "Analisis Getaran Tapered Roller Bearing Pada Turbine Propeller Sebelum Dan Sesudah Pelumasan (Oli&Grease) Dengan Metode Bump Test," *Barometer*, vol. 5, no. 2, pp. 277–281, 2020.
- [12] A. F. Wicaksono, S. Subekti, and K. Indriyanto, "Analisis Pengaruh Penyumbatan Aliran Fluida Pada Pipa Dengan Metode Fast Fourier Transform," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 77–83, 2021.
- [13] K. S. Berahmana, "ANALISIS GETARAN PADA ALIRAN PIPA AKIBAT PEMASANGAN TURBINE PROPELLER," *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.32832/ame.v7i1.3667

- [14] M. Saidiman, M. Satya Nugroho, Subekti, and A. Hamid, "KARAKTERISTIK DINAMIK COMPUTER NUMERICAL CONTROL MILLING ROUTER 4 AXIS," *Sist. J. Ilm. Nas. Bid. Ilmu Tek.*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.53580/sistemik.v9i02.62.
- [15] S. Chomphan, "Vibration signal analysis of a motorcycle," *Int. J. GEOMATE*, vol. 16, no. 56, 2019, doi: 10.21660/2019.56.4549.
- [16] S. Subekti, "Studying The Dynamic Characteristics To Lengthen The Operating Life For A Diesel Engine Using Frequency Response Function (FRF) Measurement," *Sinergi*, 2018, 161-168.
- [17] C. W. De Silva, *Vibration monitoring, testing, and instrumentation*. 2007.
- [18] H. C. Chen, W. C. Chen, Y. P. Liu, C. Y. Chen, and Y. T. Pan, "Whole-body vibration exposure experienced by motorcycle riders - An evaluation according to ISO 2631-1 and ISO 2631-5 standards," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 39, no. 5, 2009, doi: 10.1016/j.ergon.2009.05.002.



Integrated Mechanical Engineering Journal (IMEJOUR) is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).