

Analisis getaran pengendara kawasaki ninja 2 tak 150 cc akibat porting pada saluran intake dan exhaust

Analysis of the vibration caused by porting on the intake and exhaust channels of a 150 cc Kawasaki Ninja driver

Eko Saputra^{1*}, Subekti Subekti¹, Tulus Supriyanto²

^{1*} Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Indonesia, Jl. Raya Meruya Selatan No.1 Jakarta Barat, Indonesia

² PT. Romas Indonesia Alfasakti, Indonesia, Jl. Meruya Ilir Raya No. H-8, Meruya utara, Jakarta Barat, Indonesia

*E-mail: saputraeko099@gmail.com

Article Submit: 10/11/2022

Article Revision: 18/12/2022

Article Accepted: 20/12/2022

Abstrak. Kendaraan sepeda motor sangat populer dikarenakan mudah dalam manuver dan kecepatan, sehingga paling populer dalam berbagai aspek transportasi di daerah perkotaan. Akan tetapi pengemudi kendaraan sepeda motor mudah lelah. Kelelahan akut, kelelahan, kantuk kronis, gangguan tidur, dan beban kerja yang berat telah dikaitkan dengan penurunan kinerja dalam tes psikomotor dan simulator mengemudi serta peningkatan angka kecelakaan kendaraan bermotor, cedera dan kematian pada populasi tertentu. Salah satu yang harus diperhatikan adalah penyebaran getaran yang berasal dari motor torak. Oleh sebab itu, getaran dapat menyebar pada lingkungan kerja dan disalurkan pada tubuh tenaga kerja atau benda di tempat kerja atau lingkungan kerja pada seluruh tubuh dalam bentuk getaran mekanis yang berasal dari mesin atau peralatan mekanis. Hal ini yang mendorong dilakukan penelitian ini. Atas dasar tersebut membahas mengenai pengaruh penempatan porting pada saluran intake dan exhaust terhadap getaran pada seluruh tubuh (*Whole Body Vibration*). Resonansi jaringan di seluruh tubuh manusia menyebabkan gangguan kesehatan. Standar atau nilai ambang batas tingkat getaran seluruh tubuh atau *whole body vibration* yang berlaku di tingkat internasional mengacu pada ISO 2631. Hasil pengukuran pada lengan tangan pengendara dengan kecepatan putaran 9900 rpm, diperoleh frekuensi sebesar 6 Hz dan amplitude 0,911137 mm/s² sebelum porting. Sedangkan setelah porting diperoleh frekuensi sebesar 7 Hz dan amplitude 0,771992 mm/s². Dengan kondisi kecepatan putaran 9900 rpm, dimana titik pengukuran pada bagian kaki pengendara sebelum dan setelah porting tidak mengalami perubahan frekuensi akan tetapi terjadi perubahan amplitude dari 12,0214 mm/s² ke 18,6765 mm/s², setelah penempatan porting. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan porting pada sepeda motor akan menyebabkan pengendara lebih cepat mengalami kelelahan dibandingkan dengan sepeda motor standar. Dikarenakan rata-rata pada porting memiliki amplitude yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi standar.

Kata Kunci: Pengemudi; sepeda motor; getaran seluruh tubuh; ISO-2631.

Abstract: Due to their speed and ease of maneuverability, motorcycles are the most widely used form of transportation in urban areas. But motorcycle riders soon become fatigued. Heavy workloads, chronic drowsiness, chronic fatigue, and acute fatigue have all been linked to decreased performance on psychomotor tests and driving simulators as well as higher rates of motor vehicle accidents, injuries, and fatalities in some populations. The propagation of vibrations coming from the piston motor needs to be taken into account. Therefore, mechanical vibrations coming from machines or mechanical equipment can spread to the work environment and be conveyed to the worker's body or objects in the workplace or work environment throughout the body. This is what inspired the conduct of this study. On this basis, it talks about how adding ports to the intake and exhaust channels affects body vibrations (*Whole Body Vibration*). Health issues are brought on by tissue resonance across the entire body. The worldwide standard or threshold for the level of whole-body vibration that is in effect is ISO 2631. The driver's arm measurement yielded a frequency of 6 Hz and an amplitude of 0.911137 mm/s² before to porting at a rotational speed of 9900 rpm. After porting, the amplitude is 0.771992 mm/s², and the frequency is 7 Hz. The measurement locations on the rider's feet before and after porting did not change in frequency under the circumstance of a rotational speed of 9900 rpm, however there



was a shift in amplitude from 12.0214 mm/s² to 18.6765 mm/s² after porting. According to the study's findings, riders of motorbikes equipped with ports will become fatigued more quickly than those of motorbikes without ports. because the typical conditions have a smaller amplitude than the average ported.

Keywords: Driver; motorcycle; whole body vibration; ISO-2631.

1. PENDAHULUAN

Tubuh manusia dapat mentolerir tingkat energi getaran tertentu tetapi mulai memburuk dan menyebabkan efek untuk jangka panjang. Tiga faktor penting yang menentukan efek pada kesehatan akibat dari paparan getaran yang meliputi [1][2] nilai ambang batas paparan getaran yang tidak menimbulkan efek kesehatan yang merugikan, hubungan antara tingkat keparahan efek kesehatan yang buruk dan jumlah paparan, serta jeda waktu antara paparan pertama dan munculnya gejala [3][4]. Getaran yang kita rasakan saat kita mengendarai sepeda motor membuat kita merasa tidak nyaman sehingga pengaruh selanjutnya adalah mudah dan cepatnya kita merasakan kelelahan [5]. Biasanya seorang pengendara sepeda motor kerap merasakan lelah dan pegal pada bagian punggung dan kaki mereka [6]. Pengendara sepeda motor dalam kehidupan sehari-hari berulang kali terpapar pada berbagai tingkat WBV. Paparan yang terlalu lama secara teratur terhadap besaran yang berbeda dapat mengakibatkan perubahan biokimia dan biodinamik pada jaringan, ligamen, dan tendon [7]. Getaran dapat diklasifikasikan berdasarkan target yang dipengaruhi sebagai getaran lengan tangan dan getaran seluruh tubuh. Pengujian getaran telah banyak dilakukan seperti identifikasi pada non-linear dengan menggunakan metode fungsi respon frekuensi (FRF), selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan *wavelet packet decomposition* [8]. Frekuensi modus getar terjadi pada hasil pengujian dinamik pada motor-torak satu silinder [9]. Pengujian FRF untuk mengetahui karakter dinamik dalam suatu struktur mekanis dalam mengidentifikasi kerusakan pada *tapered bearing* di sumbu X, Y dan Z dengan getaran *harmonic* yang berasal dari *handphone* [10].

Frekuensi pribadi global dan lokal pada *disc brake* Sibra diperoleh dengan menggunakan metode *bump test* [11][12]. Tingkat getaran seluruh tubuh (WBV) di antara pengemudi traktor *on-road* India dalam berbagai kondisi duduk dan pengoperasian, sehingga traktor memerlukan desain yang tepat dan peningkatan pengoperasian untuk meningkatkan kesehatan manusia [13]. Getaran seluruh tubuh yang berkontribusi terhadap rasa kantuk, serta menemukan cara yang lebih efektif untuk mengatasi rasa kantuk [14]. Kombinasi WBV yang paling efisien, respons otot betis terhadap WBV dimaksimalkan jika otot tersebut sudah berkontrak sebelumnya dan frekuensi stimulasi berada dalam kisaran 25–30 Hz [14]. Getaran seluruh tubuh dapat berkontribusi pada timbulnya dan berkembangnya gangguan punggung bawah, dan merupakan paparan yang terdokumentasi dengan baik di kalangan profesi mengemudi [15].

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 [16][17][18][19][20][21][22][23][24][25]. Pengujian getaran yang terjadi pada *footrest* (pijakan kaki) sepeda motor Supra X 125 cc standar untuk mengetahui pengaruh getaran pada kaki pengendara [26]. Pengujian getaran pada bodi pengendara sepeda motor Honda Wave 100s standar untuk mengetahui pengaruh getaran terhadap tubuh pengendara [27], sedangkan pengaruh getaran terhadap kesehatan pengendara sepeda motor sesuai dengan standar ISO 2631-1 [28].

Penelitian sebelumnya rata-rata masih menggunakan sepeda motor standar sedangkan pada penelitian ini menggunakan sepeda motor yang sudah dimodifikasi (*porting*) dan standar. Atas dasar tersebut diatas maka pada penelitian ini akan dilakukan analisis getaran yang terjadi pada pengendara sepeda motor Kawasaki 2 tak 150 cc. Penelitian ini menggunakan dua titik pengukuran yaitu *Hand arm vibration* (HAV) dan *Whole body vibration* (WBV). *Hand arm vibration* (HAV) merupakan getaran yang ditransmisikan dari peralatan genggam seperti *steering wheel/stang bar* ke tangan dan lengan pengemudi, sedangkan *Whole body vibration* (WBV) merupakan getaran yang ditransmisikan ke pedal kaki seperti perpindahan gigi [29]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui

pengaruh getaran terhadap pengendara dengan menggunakan sepeda motor standar dan yang sudah dimodifikasi (*porting*).

2. METODE

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Pertama-tama menyiapkan alat dan bahan, selanjutnya menempatkan sensor *accelerometer* yang sudah terhubung dengan FFT *Analyzer*. *Sensor accelerometer* diletakan pada bagian tangan dan kaki pengendara. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian getaran dengan variasi putaran mesin, dimana variasi putaran mesin yang digunakan adalah 2400 rpm, 5800 rpm, 8100 rpm, 9900 rpm dan 12100 rpm. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Kawasaki ninja 2 tak 150 cc standar dan modifikasi (*porting*), untuk lebih jelasnya mengenai sepeda motor Kawasaki ninja 2 tak 150 cc standart dapat dilihat pada [Gambar 1](#). Adapun spesifikasi motor Kawasaki Ninja 2 Tak 150 cc adalah sebagai berikut:

2.1 *Frame*

- Suspensi Depan: *Telescopic Fork Suspension*
- Belakang: *Monoshock Suspension*
- Rem Depan: Rem Cakram Twin Port
- Rem Belakang: Rem Cakram Twin Port
- Ban Depan: 90/90-17 49S Tube-type
- Ban Belakang: 110/80-17 57S Tube-type
- Panjang x Lebar x Tinggi: 1.975 mm x 719 mm x 1.090 mm
- Jarak Poros Roda: 1.305 mm
- Jarak ke Tanah: 145 mm
- Berat: 124,5 kg
- Kapasitas Bensin: 10,8 liter

2.2 *Engine*

- Tipe: 2-TAK, CRANKCASE REEDVALVE, SUPER KIPS, HSAS
- Maksimum: Power 22,1 KW (30,1 PS) / 10.500 RPM
- Torsi Maksimum: 21,6 Nm / 9.000 RPM
- Karburator: Keihin PWL 26
- Diameter x Langkah: 59,0 x 54,4 mm
- Perbandingan Kompresi: 6,8:1

2.3 *Drivetrain*

- Jumlah Transmisi: 6 speed, constant mesh, return shift
- Primary Reduction Ratio: 3.000 (42/14)
- Rasio Gigi Ke-1: 2.700 (27/10)
- Rasio Gigi Ke-2: 1.706 (29/17)
- Rasio Gigi Ke-3: 1.300 (26/20)
- Rasio Gigi Ke-4: 1.090 (24/22)
- Rasio Gigi Ke-5: 0.952 (20/21)
- Rasio Gigi Ke-6: 0.863 (19/22)
- Tipe System Final: Drive Chain Drive
- Drive Rasio Keseluruhan: 8.479 @ top gear
- Kapasitas Oli Samping: 1 liter
- Sistem Pelumasan Oli: Oil Injection
- Kapasitas Coolant: 1 liter

Tahap selanjutnya adalah pengolahan data hasil pengujian menggunakan aplikasi matlab pada motor kawasaki ninja 2 tak 150 cc. Kemudian melakukan analisis dari hasil grafik dan kesimpulan.

Hubungan timbal balik antara berbagai komponen getaran seluruh tubuh dan parameter fisiologis dan kognitif yang menyebabkan kantuk pengemudi, serta efek parameter getaran. Getaran yang ditransmisikan ke tubuh pengemudi dari rangka kendaraan, getaran tangan-lengan, guncangan, getaran akut atau transien. Hal yang sangat penting dalam mengetahui besarnya WBV pada sepeda motor.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dilakukan pada titik pengukuran tangan-lengan dan kaki pengendara sebagai getaran yang ditransmisikan ke tubuh manusia.



Gambar 1. Motor kawasaki ninja 2 tak 150 cc

Pengukuran dititik tangan-lengan dan kaki untuk mengetahui faktor kelelahan dalam mengendara akibat pengaruh *porting*. **Gambar 2** merupakan titik pengukuran pada bagian lengan (Gambar 2a) dan kaki (Gambar 2b), sehingga akan diperoleh hasil pengukur respon getaran pada *Hand Arm Vibration* (HAV) dan *Whole body vibration* (WBV).

Gambar 3 menunjukkan pengukuran dan analisis data. Pengukuran getaran menggunakan FFT *portable type analyzer* CF-3600A (4-ch), dimana alat ini berfungsi sebagai penganalisis spektrum dan perekam data dari getaran yang dihasilkan pada selama proses pengukuran. Rentang frekuensi pengukuran pada FFT *analyzer* sebesar 0–20000 Hz. Sedangkan sensor yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada percepatan pada sebuah objek atau benda menggunakan sensor *accelerometer*. Fungsi dari sensor *accelerometer* digunakan untuk mengukur respon getaran yang terjadi dan terbaca di FFT *analyzer*. Data hasil pengukuran pada FFT *analyzer* selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan Matlab. Adapun spesifikasi alat yang digunakan pada pengukuran adalah sebagai berikut:



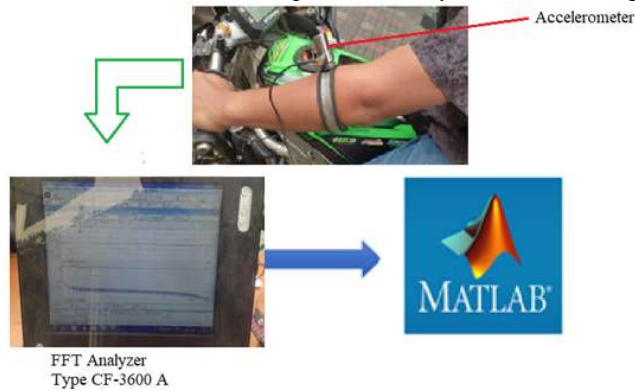
(a) Sensor pada lengan

(b) Sensor pada kaki

Gambar 2. Sensor *accelerometer* pada tangan dan kaki pengendara

- *The accelerometer sensor serves to measure response vibration*
- *Type: Piezoelectric accelerometer*
- *Conversion sensitivity ratio:*
- *Frequency range : 2 – 10.000 Hz*
- *Resonance frequency: >28 kHz*
- *Transverse sensitivity: <5%*
- *Accelerometer cable: 1.5 m*
- *FFT portable type analyzer CF-3600A (4-ch) with touch panel computer utilizing simultaneous analysis and recording. The maximum range of frequency that can be analyzed is 40 kHz.*

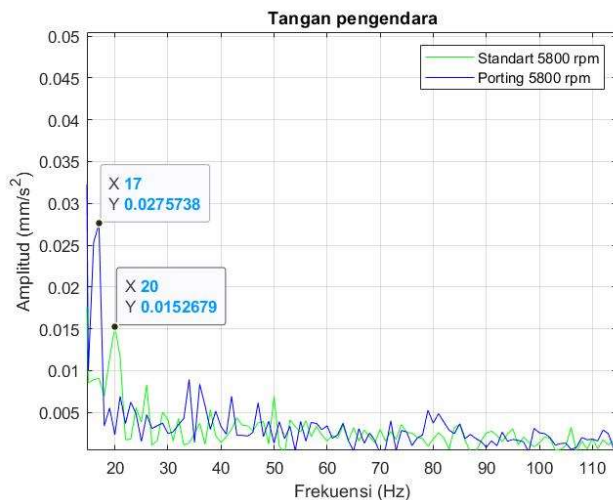
- *FFT is used as a spectrum analyzer and data acquisition.*



Gambar 3. Pengukuran dan analisis data

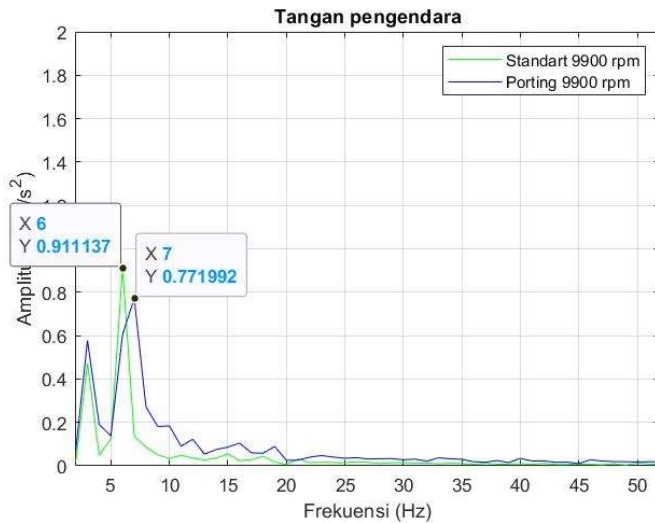
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari pengukuran FFT *Analyzer*, selanjutnya diolah menggunakan *software MATLAB* untuk mendapat hasil *Fast Fourier Transform*. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan sensor *accelerometer* pada tangan-lengan dan kaki yang di *setting* dengan lima variasi putaran mesin yaitu 2400 rpm, 5800 rpm, 8100 rpm, 9900 rpm dan 12100 rpm. Peneliti melakukan pengujian pada lengan tangan pengendara. Variasi putaran tersebut apabila dikonversikan dalam frekuensi akan diperoleh 40 Hz, 67 Hz, 135 Hz, 165 Hz dan 202 Hz. **Gambar 4** menunjukkan grafik Hasil FFT pada tangan pengendara dengan kecepatan putaran 5800 rpm. Pada gambar tersebut merupakan hasil pengukuran pada tangan pengendara memperlihatkan bahwa frekuensi pribadi pertama muncul pada frekuensi 20 Hz dengan *amplitude* 0,0152679 mm/s² pada kondisi sebelum *porting*. Sedangkan setelah penggunaan *porting* diperoleh frekuensi pribadi sebesar 17 Hz dengan *amplitude* 0,0275738 mm/s². Akibat dari pemasangan *porting* akan menyebabkan frekuensi pribadi pertama muncul lebih cepat dibandingkan sebelum pemasangan *porting*. Selain itu, besarnya *amplitude* yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan sebelum pemasangan *porting*. Sedangkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh J. Sari et al., pada pijakan kaki sepeda motor supra x 125 cc standar dapatkan hasil maksimum pada sumbu x, y dan z berturut-turut adalah 0,043 m/s², -1,131 m/s², dan 10,31 m/s² masih di bawah batas aman NAB 0,5 m/s². Dan hasil getaran *footrest* kiri pada sepeda motor non matic ini di dapatkan hasil maksimum pada sumbu x, y dan z berturut-turut adalah 1,552 m/s², -2,015 m/s², dan 10,091 m/s² sudah melewati batas aman NAB 0,5 m/s². Jadi pengaruh getaran *footrest* kanan pada sepeda motor tersebut bisa berbahaya bagi kesehatan kaki pengendara dapat menyebabkan seperti rasa ketidaknyamanan, dan penurunan aktivitas kerja.



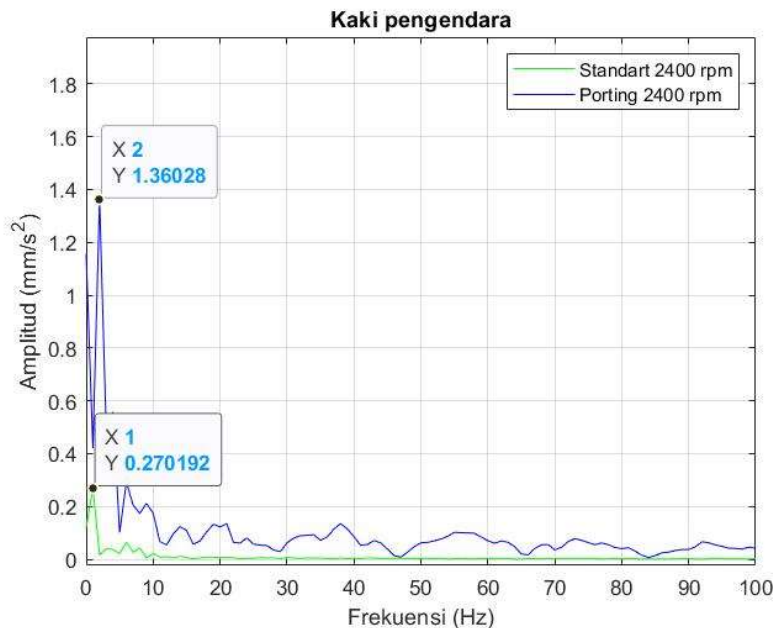
Gambar 4. Hasil FFT pada tangan pengendara dengan kecepatan putaran 5800 rpm

Gambar 5 menunjukkan pengukuran dengan kecepatan putaran 9900 rpm pada lengan-tangan pengendara, diperoleh frekuensi pribadi sebesar 6 Hz dengan *amplitude* sebesar 0,771992 mm/s² sebelum penggunaan *porting*. Akan tetapi setelah penggunaan *porting* menyebabkan frekuensi sebesar 7 Hz dan *amplitude* sebesar 0,911137 mm/s². Hal ini menunjukkan dengan kecepatan putar yang lebih besar akan menyebabkan kondisi pengendara mengalami ketidak nyaman, seperti yang ditunjukkan pada standar ISO 2631 and BS 6841.



Gambar 5. Hasil FFT pada tangan pengendara dengan kecepatan putaran 9900 rpm

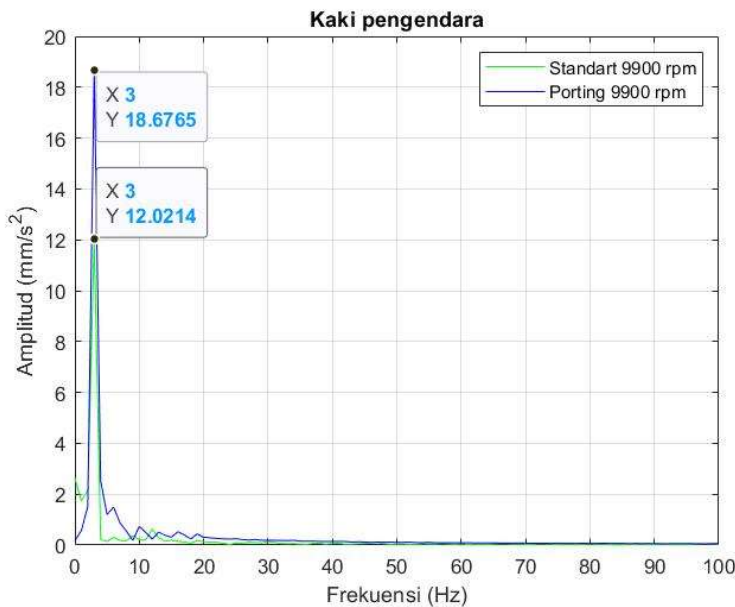
Selanjutnya dilakukan pengukuran getaran akibat penggunaan *porting* pada *Whole body vibration* (WBV) dengan penempatan sensor di pergelangan kaki. Hal ini disebabkan perubahan fisiologis tubuh yang dipengaruhi oleh rangsangan fisik selama aktivitas mengemudi yang sebenarnya. Sangat direkomendasikan bahwa pengawasan kesehatan kerja harus terus dilaksanakan untuk menjaga dan mempromosikan keselamatan dan kesehatan pengemudi sepanjang karir mereka [25]. Efek yang ditimbulkan biasanya adalah rasa nyeri atau pegal pada kaki. **Gambar 6** menunjukkan hasil FFT pada kaki pengendara dengan kecepatan putaran 2400 rpm.



Gambar 6. Hasil FFT pada kaki pengendara dengan kecepatan putaran 2400 rpm

Peneliti melakukan pengujian pada kaki pengendara dengan kecepatan putaran 2400 rpm seperti ditunjukkan pada **Gambar 6**. **Gambar 6** diperlihatkan pada sepeda motor standar diperoleh frekuensi pribadi sebesar 1 Hz dengan tinggi sebesar *amplitude* 0,270192 mm/s². Akan tetapi akibat penggunaan *porting*, frekuensi pribadi bergeser 1 Hz menjadi 2 Hz dengan tinggi *amplitude* 1,36028 mm/s². Akibat pemasangan *porting* menyebabkan bahwa tingkat paparan getaran melebihi tingkat yang diizinkan untuk pengemudi kendaraan berat akibat *Whole body vibration* (WBV) yang berada di kisaran 0,4 - 2,0 m/s² atau frekuensi getaran paling tinggi pada rentang frekuensi 2 – 4 Hz.

Hasil pengukuran pada kaki pengendara dengan kecepatan putaran 9900 rpm, ditunjukkan pada **Gambar 7**. Pada putaran 9900 rpm, sebelum dan setelah *porting* tidak ada perubahan frekuensi. Perubahan hanya terjadi pada tingginya *amplitude* yang dihasilkan dimana untuk standart diperoleh tinggi *amplitude* 12,0214 mm/s², sedangkan pada penggunaan *porting* diperoleh tinggi *amplitude* 18,6765 mm/s².



Gambar 7. Hasil FFT pada kaki pengendara dengan kecepatan putaran 9900 rpm

Pada pengukuran getaran pada bagian *frame body* sepeda motor, dilakukan dengan menempatkan sensor accelerometer pada titik stang, pijakan kaki dan tangan. Dengan variasi kecepatan putaran mesin adalah 5800 rpm, 9900 rpm dan 12100 rpm. Hasil pengukuran pada bagian *frame body* menunjukkan frekuensi setelah *porting* dengan kecepatan putaran mesin semakin tinggi menunjukkan frekuensi yang lebih tinggi, seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**. **Tabel 2** menunjukkan tinggi *amplitude* pada sepeda motor supra x 125 cc standar sebagai pembandingan dalam penelitian ini [21].

Tabel 1. Data frekuensi dan *amplitude* pada *frame body* sepeda motor

Pengujian pada <i>Frame Body</i>	5800 rpm		9900 rpm		12100 rpm	
	Tangki		Pijakan Kaki		Stang	
	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>
f(Hz)	6 Hz	19 Hz	27 Hz	6 Hz	41 Hz	4 Hz
A(mm/s ²)	28,8688	42,8012	38,6227	71,8572	136,15	115,111

Tabel 2. Kesimpulan rata rata pengujian getaran footrest sebelah kanan

No	kecepatan (km/h)	percepatan rata-rata (m/s ²)		
		X	Y	Z
1	10	0,247	-1,3	9,918
2	20	0,043	-1,189	9,637

No	kecepatan (km/h)	percepatan rata-rata (m/s ²)		
		X	Y	Z
3	30	-0,271	-1,246	10,31
4	40	-0,214	-1,131	10,112

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran dengan variasi kecepatan putaran mesin sebesar 2400 rpm, 5800 rpm, 8100 rpm, 9900 rpm, dan 12100 rpm. Dari **Tabel 3** diperoleh pada pengendara sepeda motor standar menghasilkan frekuensi yang lebih rendah dibandingkan dengan sepeda motor yang sudah di modifikasi (*porting*), seperti ditunjukkan pada **Tabel 3**. **Tabel 4** menunjukkan tinggi amplitude pada sepeda motor supra x 125 cc standar sebagai pembanding dalam penelitian ini.

Tabel 3. Data frekuensi dan amplitude pada pengendara sepeda motor

Pengujian pada Pengendara	2400 rpm		5800 rpm		9900 rpm			
	Kaki		Tangan		Tangan		Kaki	
	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>	<i>Standart</i>	<i>Porting</i>
f(Hz)	1 Hz	2 Hz	20 Hz	17 Hz	6 Hz	7 Hz	3 Hz	3 Hz
A(mm/s ²)	0,270192	1,36028	0,0152679	0,0275738	0,911137	0,771992	12,0214	18,6765

Tabel 4. Kesimpulan rata rata pengujian getaran *footrest* sebelah kiri.

No	kecepatan (km/h)	percepatan rata-rata (m/s ²)		
		X	Y	Z
1	10	-0,896	-2,38	9,91
2	20	0,916	-2,241	9,938
3	30	-1,552	-2,015	9,029
4	40	-0,156	-2,638	10,091

4. SIMPULAN

Pengaruh getaran pada kendaraan bermotor sangat mempengaruhi pengemudi atau pengendara. Hal ini akan berdampak kepada kesehatan pengendara menjadi kurang baik. Hal ini dikarenakan besarnya frekuensi yang berbeda akan mempengaruhi tubuh manusia sampai batas tertentu. Apabila melebihi batas tersebut akan mengakibatkan terganggunya kesehatan. Hal ini disebabkan efek getaran tergantung pada banyak faktor fisik, biodinamik dan individu. Selain itu, pengaruh HAV akan menyebabkan mati rasa dan kekakuan jari serta nyeri dan kekakuan bahu. Hal ini disebabkan getaran dengan percepatan lebih dari 2,5 m/s² ternyata sangat tidak nyaman bagi pengemudi. Dalam eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan sepeda motor dalam keadaan diam yang diamati dengan variasi putaran yang berbeda dari akselerasi HAV dan akselerasi WBV dari semua kecepatan putaran mesin yang digunakan pada kecepatan putar 9900 rpm di atas kemungkinan tingkat risiko kesehatan 0,8 m/s² (**Tabel 3**). Pada kenyataan ketika kondisi sepeda motor jalan secara otomatis HAV dan WBV bertindak bersama saat berkendara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Bapak Kaprodi teknik mesin Universitas Mercubuana, kepada rekan rekan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan jurnal ini

REFERENSI

- [1] B. Groothoff, *Physical Hazards: Noise & Vibration*. 2012.
- [2] E. Erg, "All Shook Up — Understanding Vibration," no. May, pp. 1–5, 2004.
- [3] M Bagus Anggoro, Armila, and Rudi Kurniawan Arief, "Analisis Variasi Busi Terhadap Performa dan Bahan Bakar Motor Bensin 2 Langkah Yamaha F1ZR 110CC," *JTTM J. Terap. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.37373/jttm.v2i2.137.

- [4] Awang Surya and Hendly Kevin Ramadhony, "MODIFIKASI GEARBOX CLOSE RATIO UNTUK MENINGKATKAN AKSELERASI SEPEDA MOTOR KAWASAKI NINJA RR 150CC," *JTTM J. Terap. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.37373/msn.v1i2.50.
- [5] S. P. Pratama, "Computational Fluid Dynamic (CFD) Analysis of Turbo Cyclone and Intake Manifold Spacer on Honda Supra Fit," vol. 3, no. April, pp. 9–18, 2022.
- [6] T. Rokhman, "Analisis Getaran Pada Footrest Sepeda Motor Tipe Matic dan Non-Matic," *J. Imiah Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [7] D. K. Anand S. Sharma, S. K. Mandal, G. Suresh, S. Oraon, "Assessment of Exposure to Vibration of Two-Wheeler Riders," *Product. with Heal. Safety, Environ.*, pp. 391–399, 2022, [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-7361-0_35.
- [8] Subekti, A. Hamid, and A. W. Biantoro, "Identifying the Nonlinearity of Structures Dynamics by Wavelet Packet Decomposition," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 453, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/453/1/012003.
- [9] S. Subekti, "STUDYING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS TO LENGTHEN THE OPERATING LIFE FOR A DIESEL ENGINE USING FREQUENCY RESPONSE FUNCTION (FRF) MEASUREMENT," *SINERGI*, vol. 22, no. 3, 2018, doi: 10.22441/sinergi.2018.3.004.
- [10] A. Susanto, S. Q. Yusuf, A. Hamid, H. Wahyudi, and S. Subekti, "IMPLEMENTATION OF FREQUENCY RESPONSE FUNCTION ON TAPPER BEARING MAINTENANCE," *SINERGI*, vol. 23, no. 2, 2019, doi: 10.22441/sinergi.2019.2.006.
- [11] S. Bekti, "Karakteristik Dinamik Disc Brake Daihatsu Sigra 1200 cc dengan Metode Bump Test," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, 2019, doi: 10.36055/fwl.v0i0.3947.
- [12] S. Subekti, A. Hamid, B. D. Effendy, and A. W. Biantoro, "INSPECTING A BUMP TEST IN THE MAINTENANCE OF A 1200-CC DAIHATSU SIGRA DISC BRAKE," *SINERGI*, vol. 23, no. 3, 2019, doi: 10.22441/sinergi.2019.3.003.
- [13] A. Singh, L. P. Singh, S. Singh, and H. Singh, "Occupational Whole Body Vibration Exposure Among Tractor Drivers During Harrowing," 2022.
- [14] M. H. U. Bhuiyan, M. Fard, and S. R. Robinson, "Effects of whole-body vibration on driver drowsiness: A review," *J. Safety Res.*, vol. 81, 2022, doi: 10.1016/j.jsr.2022.02.009.
- [15] H. W. Davies, F. Wang, B. B. Du, R. Viventi, and P. W. Johnson, "Exposure to Whole-Body Vibration in Commercial Heavy-Truck Driving in On- and Off-Road Conditions: Effect of Seat Choice," *Ann. Work Expo. Heal.*, vol. 66, no. 1, 2022, doi: 10.1093/annweh/wxab078.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] M. F. Gulang, Z. D. Haq, H. Alpiyanto, and S. Subekti, "Karakteristik dinamik needle bearing pada camshaft dohc suzuki satria ful50 yang telah di modifikasi, dengan metode bump test," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 2, 2020, doi: 10.36055/tjst.v16i2.8461.
- [20] 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.
- [21] 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, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/2049>.
- [22] 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.

- [23] 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.
- [24] H. Putra, S. Aisyah, and J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis, "Politeknik Negeri Bengkalis Oktober 2021, hlm," 2021.
- [25] S. Chomphan, "Vibration signal analysis of a motorcycle," *Int. J. GEOMATE*, vol. 16, no. 56, 2019, doi: 10.21660/2019.56.4549.
- [26] C. W. De Silva, *Vibration monitoring, testing, and instrumentation*. 2007.
- [27] 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.
- [28] A. F. Isotta Rigoni, Tecla Bonci, Paolo Bifulco, "Characterisation of the transient mechanical response and the electromyographical activation of lower leg muscles in whole body vibration training," no. 6232 (2022), 2022, [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-10137-8>.
- [29] R. Rahmani, M. Aliabadi, R. Golmohammadi, M. Babamiri, and M. Farhadian, "Body physiological responses of city bus drivers subjected to noise and vibration exposure in working environment," *Heliyon*, vol. 8, no. 8, p. e10329, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10329.