



Analisis Getaran *Whole Body* pada Supir Angkutan Umum di Samarinda Puspa Syadariah¹, Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri¹, Pratiwi Sri Wardani¹, Mislan¹, Adrianus Inu Natalisanto^{1,*}

¹) Prodi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman
Jl. Gunung Kelua No.4, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail : adrianus.inu@gmail.com

Abstract

Whole body vibration is vibration that propagates throughout the worker's body from vibration sources in the form of machines, vehicles, and so on. In this paper, it is reported the results of research to determine the total value of vibration acceleration on several drivers of the public transport in Samarinda and to analyze the comfort level of the drivers receiving the vibration on their bodies. The components of the vibration acceleration were measured by using a vibration meter type of Svantex 106. The comfort level of the driver in receiving the vibration was associated with the scale of comfortable level set by the Ministry of Manpower of the Republic of Indonesia by decree number PER.13/MEN/X/2011. The research found that the average of the total value of vibration acceleration received by the drivers in A, B, and C transportations were 0.3877 m/s^2 , 0.7056 m/s^2 dan 0.6596 m/s^2 , respectively. In Samarinda, the drivers in B and C transportations were more uncomfortable to receive the whole body vibration than the drivers in C transportation.

Keywords: *vibration, acceleration, comfort level, transportation.*

PENDAHULUAN

Getaran merupakan gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan [3]. Getaran itu bila berupa getaran mekanis yang ditimbulkan sumber getaran di tempat kerja dapat menjalar ke seluruh tubuh manusia yang berada di tempat itu. Sumber getaran tersebut berupa mesin atau peralatan mekanis lainnya [4]. Adapun tempat kerja itu dapat berupa angkutan kota, yaitu alat transportasi yang merujuk kepada angkutan umum, misalkan bus dan taksi, dengan jalur yang telah ditentukan [1].

Tingginya getaran yang ditimbulkan oleh sumber getaran pada angkutan kota tersebut akan berdampak pada tingginya getaran yang diterima supir dan berhubungan dengan tingkat kenyamanan supir dalam bekerja atau berkendara. Tingkat kenyamanan tersebut terkait dengan beberapa resiko gangguan kesehatan akibat supir terpapar getaran. Gangguan kesehatan yang mungkin terjadi bila terpapar getaran secara terus-menerus, yaitu: gangguan *muskolaseletal disorders*, gangguan *neuropati*, gangguan *neurogenic low back pain*, serta gangguan pada leher dan kepala.

Penelitian tentang dampak getaran angkutan kota pada supir pernah dilakukan. Dari penelitian itu ditemukan bahwa sebagian besar supir angkutan kota di kota Medan telah terpapar getaran kendaraannya di atas Nilai Ambang Batas (NAB) yang semestinya [2]. Apakah supir angkutan kota di kota Samarinda juga terpapar getaran kendaraannya di atas NAB? Pertanyaan tersebut telah dicari jawabannya lewat penelitian dan hasilnya dilaporkan dalam makalah ilmiah ini.

TINJAUAN PUSTAKA

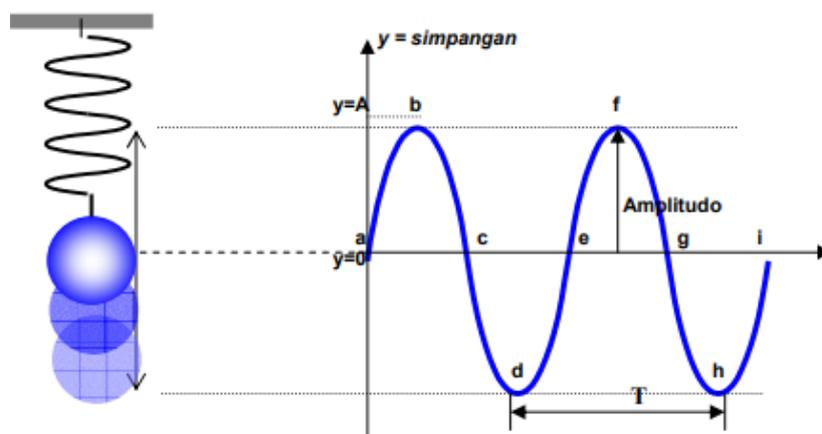
Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan [3]. Bila tidak ada peredam getaran atau peredam tidak berfungsi dengan baik, maka getaran tersebut akan disalurkan kepada seluruh tubuh pekerja yang bersentuhan dengan benda atau media tersebut. Getaran di lingkungan kerja atau tempat kerja tersebut dibangkitkan oleh sumber getaran mekanis berupa mesin dan peralatan mekanis [4].

Jika suatu benda bergerak bolak-balik terhadap suatu titik tertentu dalam selang waktu yang sama, maka benda tersebut disebut bergetar. Contohnya ialah sistem, mobil dan per/pegas pada rangka mobil yang mengalami Getaran Harmonis Sederhana (GHS). Pada sistem tersebut, setiap pemanjangan atau pemendekan pegas akan dilanjutkan dengan pengembalian ke panjang pegas semula yang ditandai dengan perubahan posisi beban tersimpang ke titik setimbang. Sistem *body* mobil dan pegas yang bergetar harmonik sederhana itu dapat dimodelkan sebagai sistem beban-pegas seperti diperlihatkan dalam Gambar 1.

Pengembalian ke bentuk dan posisi semula pada sistem *body* mobil dan pegas tersebut terjadi karena adanya gaya pemulih atau gaya pegas atau gaya Hooke. Sesuai dengan hukum Hooke, gaya tersebut memenuhi persamaan [5]:

$$F = -k \cdot y \quad (1)$$

dengan k adalah konstanta pegas dan y adalah perubahan posisi terhadap titik setimbang. Konstanta pegas itu berhubungan dengan kekekaran atau kekakuan pegas. Semakin sulit sebuah pegas diregangkan, maka semakin besar konstanta pegas tersebut.



Gambar 1. Sistem beban-pegas yang bergetar harmonik sederhana [5]

Percepatan getaran sistem pada arah sumbu y dalam Gambar 1 tersebut dapat diturunkan dari hukum Newton II, yaitu:

$$a_y = -\frac{k}{m}y \quad (2)$$

dengan m adalah massa beban, k adalah kekakuan pegas, dan y adalah simpangan.

Ukuran getaran yang diterima supir kendaraan atau angkutan kota, traktor, bus, dan helikopter tersebut biasanya dinyatakan secara kuantitatif dalam besaran fisis percepatan getaran. Besarnya percepatan getaran itu berbanding lurus dengan besar kekakuan pegas kendaraan dan besar simpangan yang terjadi serta berbanding terbalik dengan massa beban yang ditunjang pegas itu dengan mengikuti persamaan (2).

Frekuensi getaran sistem tersebut dapat diperoleh dengan menyelesaikan persamaan (2), yaitu:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

Frekuensi getaran yang dapat dirasakan manusia dan yang menjalar ke seluruh tubuh

berada dalam rentang frekuensi yang sangat besar, yaitu: 0,1 Hz sampai dengan 10.000 Hz [6]. Frekuensi dalam rentang tersebut umumnya dialami pengemudi kendaraan/angkutan kota, traktor, bus, dan helikopter. Frekuensi getaran tersebut merupakan cacah getaran mekanis yang menjalar ke seluruh tubuh pengemudi akibat persentuhannya dengan lantai melalui kakinya, kursi yang diduduki dan disandarinya, dan setir yang dipegangnya [6].

Percepatan getaran dapat diukur dengan menggunakan *vibration meter* pada posisi kerja duduk selama rentang waktu tertentu [7]. Total nilai percepatan getaran rata-rata seluruh tubuh a_v , dengan pembobotan frekuensi k_x , k_y , dan k_z yang ditentukan oleh arah sumbu *orthogonal* getaran, dihitung dengan persamaan [8]:

$$a_v = \sqrt{(a_x^2 k_x^2 + a_y^2 k_y^2 + a_z^2 k_z^2)} \quad (4)$$

dengan a_x , a_y , dan a_z berturut-turut adalah percepatan getaran arah sumbu-x, sumbu-y, dan sumbu-z, serta berturut-turut nilai k_x , k_y , dan k_z adalah 1,4; 1,4; 1 [7].

Percepatan getaran yang tidak mengganggu kenyamanan pengemudi ialah yang nilainya tidak melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) tertentu. Nilai itu telah diselidiki para ahli yang kompeten dan dituangkan dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang NAB faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja [8]. Dalam aturan tersebut ditetapkan bahwa untuk suatu jumlah waktu pajanan getaran per hari tertentu berhubungan dengan nilai NAB tertentu seperti diperlihatkan dalam Tabel 1 dan klasifikasi percepatan getarannya yang terkait reaksi kenyamanan diperlihatkan dalam Tabel 2. Misalkan untuk waktu pajanan getaran per hari 0,5 jam, maka nilai ambang batas yang tidak boleh dilewati sebesar 3,4644 m/s². Percepatan getaran yang melampaui 2 m/s² itu menimbulkan rasa amat tidak nyaman pada pengemudi.

Tabel 1 Nilai Ambang Batas Getaran Untuk Pemaparan Seluruh [3]

Jumlah waktu pajanan per hari kerja (jam)	Nilai Ambang Batas (m/s ²)
0,5	3,4644
1	2,4497
2	1,7322
4	1,2249
8	0,8661

Tabel 2 Reaksi Kenyamanan [9]

No	Getaran (m/s ²)	Keterangan
1	< 0,315	Tidak ada keluhan
2	0,315-0,63	Sedikit tidak nyaman
3	0,5-1	Agak tidak nyaman
4	0,8- 1,6	Tidak nyaman
5	1,25- 2,5	Sangat tidak nyaman
6	>2	Amat sangat tidak nyaman

METODE PENELITIAN

Obyek penelitian ini ialah para pengemudi/supir angkutan kota di kota Samarinda, Kalimantan Timur. Dari seluruh supir yang ada diambil sampel 10 supir angkutan umum berwarna hijau atau transportasi kelompok A, 10 supir angkutan umum berwarna merah atau transportasi kelompok B, dan 10 angkutan umum berwarna biru atau transportasi kelompok C. Data supir dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner yang meminta informasi inisial responden, massa kerja, lama kerja, umur, keluhan, dan perawatan angkutan umum. Adapun data pengukuran diambil dengan menggunakan vibration meter bermerk Svantex 106. Posisi

pengukuran adalah supir duduk selama 10 menit saat kondisi mobil berjalan. Pencatatan percepatan getaran itu dilakukan sesuai dengan sumbu orientasi getaran.

Dalam penelitian ini telah diasumsikan bahwa seluruh kendaraan yang dipakai pada ketiga kelompok transportasi itu dalam tingkat keterawatan yang sama baik, setiap pengendara berada pada tingkat kesehatan yang sama, dan jalur trayek untuk tiap kelompok ialah tertentu untuk setiap kelompok itu. Hipotesisnya kemudian ialah seluruh pengendara di tiap kelompok transportasi itu akan mengalami tingkat pajanan getaran atau percepatan getaran yang sama. Akibatnya, akan berlaku grafik kaitan pengendara/responden ke- i dengan percepatan getaran a_v yang akan saling lepas atau memenuhi persamaan garis berbentuk:

$$a_v(i) = c \tag{5}$$

dengan c adalah percepatan getaran yang dialami pengendara pada kondisi yang diasumsikan tersebut.

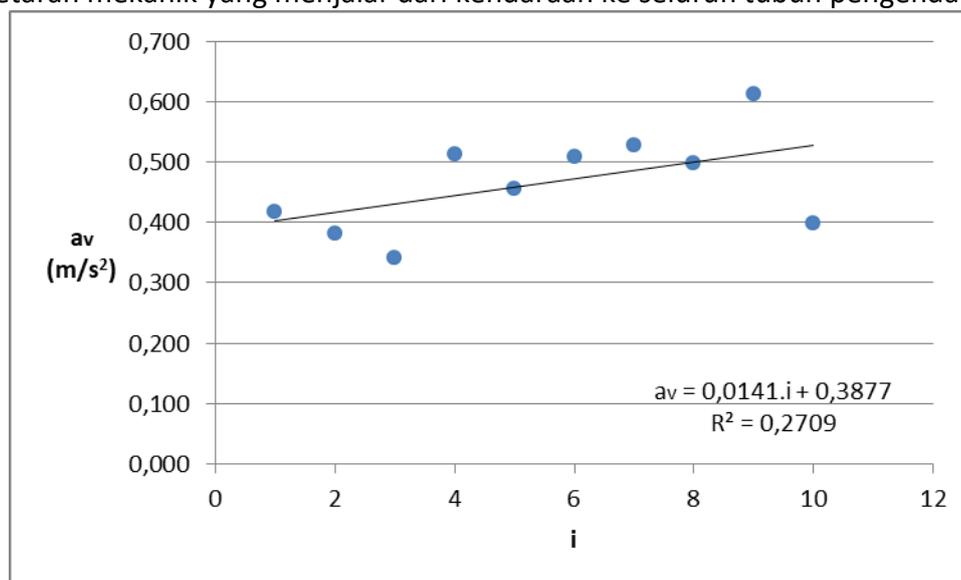
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran percepatan getaran rata-rata dari tiga kelompok pengendara transportasi, yaitu transportasi A, transportasi B, dan transportasi C, dipetakan dalam Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3. Ketiga grafik dalam gambar-gambar tersebut mendukung keberlakuan persamaan (5) atau percepatan getaran rerata yang saling lepas dengan pengendara atau responden atau $R^2 < 0,3$. Hal ini berarti pula meneguhkan ketiga asumsi yang dipakai dalam bagian Metode Penelitian saat membangun hipotesis.

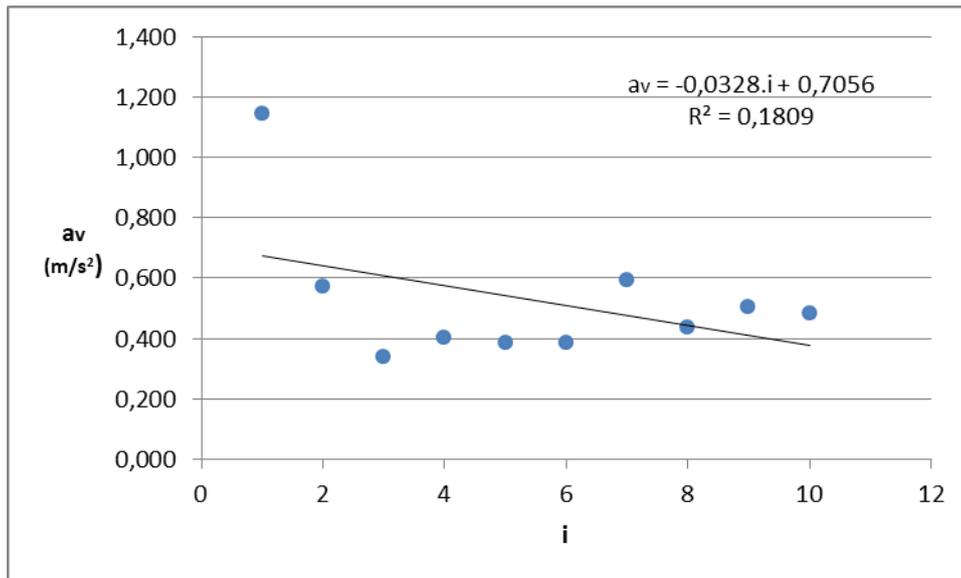
Dari Gambar 1, dengan mengacu persamaan (5), dapat diperoleh nilai c untuk transportasi A, yaitu sebesar $0,3877 \text{ m/s}^2$. Dari Tabel 2 diketahui bahwa percepatan getaran rata-rata sebesar itu akan berdampak pada timbulnya perasaan sedikit tidak nyaman terhadap pajanan getaran mekanik yang menjalar dari kendaraan ke seluruh tubuh pengendara.

Dari Gambar 2, dengan juga mengacu persamaan (5), dapat diperoleh nilai c untuk transportasi B, yaitu sebesar $0,7056 \text{ m/s}^2$. Dari Tabel 2 diketahui bahwa percepatan getaran rata-rata sebesar itu akan berdampak pada timbulnya perasaan agak tidak nyaman terhadap pajanan getaran mekanik yang menjalar dari kendaraan ke seluruh tubuh pengendara.

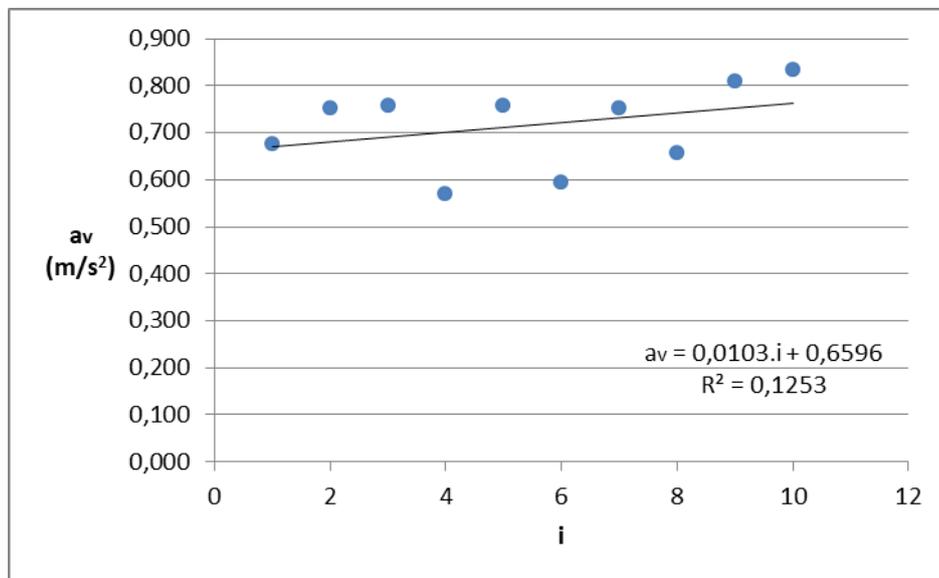
Dari Gambar 3, dengan juga mengacu persamaan (5), dapat diperoleh nilai c untuk transportasi C, yaitu sebesar $0,6596 \text{ m/s}^2$. Dari Tabel 2 diketahui bahwa percepatan getaran rata-rata sebesar itu akan berdampak pada timbulnya perasaan agak tidak nyaman terhadap pajanan getaran mekanik yang menjalar dari kendaraan ke seluruh tubuh pengendara.



Gambar 1 Percepatan getaran rata-rata per pengendara transportasi A.



Gambar 2 Percepatan getaran rata-rata per pengendara transportasi B.



Gambar 3 Percepatan getaran rata-rata per pengendara transportasi C.

KESIMPULAN

Percepatan getaran rata-rata yang diterima pengendara angkutan kota warna hijau (transportasi kelompok A), merah (transportasi kelompok B), dan biru (transportasi kelompok C), secara berturut-turut sebesar $0,3877 \text{ m/s}^2$, $0,7056 \text{ m/s}^2$ dan $0,6596 \text{ m/s}^2$. Ketiga kelompok itu mengalami rasa tidak nyaman saat berkendara karena pajanan getaran ke seluruh tubuh yang diterimanya. Namun, pengendara angkutan kota warna merah dan biru mengalami rasa tidak nyaman yang lebih besar daripada pengendara angkutan kota warna hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada para supir angkutan kota Samarinda yang telah bersedia menjadi obyek penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Trinh, *Measuring Tourist's Satisfaction with Public Transport in Munich*. Germany: Internatinal Journalo of Business Tourism and Applied Sciences, 2013.

- [2] R. S. Annisa, *"Hubungan Paparan Getaran Seluruh Tubuh dengan Keluhan Kesehatan Pada Supir Angkutan Kota Trayek 99 Pu. Gajah Mada di Kota Medan,"* 2018.
- [3] Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia, *"Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja,"* 2018.
- [4] Suma'mur, *Higine Perusahaan dan Keselamatan Kerja.* Jakarta: C.V Sagung Seto, 2009.
- [5] M. Ishaq, *"Gelombang Gerak Harmonik Sederhana,"* 2005.
- [6] Anies, *Penyakit Akibat Getaran.* Yogyakarta: Ar-Ruzz, 2014.
- [7] SNI, *"Metoda Pengukuran Percepatan Getaran Seluruh Tubuh Pada Sikap Kerja Duduk,"* 2009.
- [8] Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia, *"Peraturan Menteri Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja,"* 2011.
- [9] ISO 2631, *"Mechanical Vibration and Shock Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration Part 1," Gen. Requir.,* 1997.