

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Rancang bangun alat pengukur kenyamanan getaran suspensi kendaraan berhasil direalisasikan menggunakan sensor akselerometer MPU6050 sebagai komponen input untuk mendeteksi getaran tiga sumbu (X, Y, dan Z) yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses data sentral untuk mengolah sinyal analog menjadi data digital secara real-time. Hasil pengolahan data ditampilkan melalui layar LCD sehingga penguji dapat membaca tingkat kenyamanan suspensi secara langsung. Desain mekanikal alat dibuat secara portabel dan ergonomis agar dapat diletakkan secara stabil di lantai kendaraan tanpa mengganggu operasional pengujian, sehingga alat ini dapat digunakan pada berbagai jenis kendaraan seperti Taxi Green SM, Angkutan Kota JakLingko, Kendaraan Barang Bak Terbuka, maupun kendaraan penumpang pribadi.
2. Metode klasifikasi kenyamanan suspensi dilakukan dengan mengolah data getaran vertikal yang ditangkap oleh sensor akselerometer, kemudian dihitung menggunakan rumusan *Root Mean Square* (RMS) terboboti (*weighted RMS*) untuk mendapatkan nilai percepatan getaran keseluruhan (a_w) yang mengacu pada standar ISO 2631. Berdasarkan hasil pengujian pada empat kendaraan di tiga kondisi jalan, diperoleh bahwa kondisi jalan aspal rata menghasilkan tingkat kenyamanan terbaik dengan nilai rata-rata terendah pada kendaraan Ertiga Hybrid sebesar $0,0961 \text{ m/s}^2$ kategori Nyaman, sedangkan kondisi jalan bergelombang menghasilkan nilai getaran tertinggi dengan nilai rata-rata tertinggi pada kendaraan Taxi Green SM sebesar $0,5752 \text{ m/s}^2$ kategori Cukup Tidak Nyaman. Berdasarkan urutan kenyamanan keseluruhan, Ertiga Hybrid merupakan kendaraan paling nyaman dengan rata-rata $0,2200 \text{ m/s}^2$, diikuti Angkutan Kota JakLingko $0,3102 \text{ m/s}^2$, Taxi Green SM $0,3304 \text{ m/s}^2$, dan Kendaraan Barang Bak Terbuka $0,3939 \text{ m/s}^2$. Metode ini terbukti efektif mengklasifikasikan tingkat

kenyamanan suspensi secara objektif dan terukur sebagai alternatif yang lebih ekonomis dan praktis.

V.2 Saran

Untuk pengembangan alat pengukur kenyamanan suspensi di masa mendatang, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan yaitu:

1. Disarankan untuk menambahkan modul GPS pada alat agar setiap titik lonjakan getaran yang ekstrem dapat dipetakan koordinat lokasinya secara otomatis, sehingga dapat menjadi data masukan bagi perbaikan infrastruktur jalan.
2. Penambahan sistem penyimpanan data berbasis SD Card atau integrasi database melalui *Internet of Things* (IoT) akan sangat membantu dalam pendokumentasian data pengujian jangka panjang di unit pengujian kendaraan bermotor.
3. Pengembangan antarmuka (UI) pada smartphone dapat lebih dioptimalkan dengan fitur grafik real-time yang lebih interaktif agar memudahkan penguji dalam melakukan pemantauan kondisi kendaraan secara langsung saat pengujian jalan dilakukan.
4. Perlu dilakukan pengembangan sistem monitoring getaran dengan menambahkan parameter pengukuran getaran rotasional sasis kendaraan, yaitu gerakan pitch (mengangguk depan-belakang) pada sumbu lateral (Sumbu-Y) dan gerakan roll (miring kanan-kiri) pada sumbu longitudinal (Sumbu-X).
5. Pengambilan data yang dilakukan pada alat harus pada titik jalan yang sama dan harus diketahui spesifikasi jalan sebelum dilakukannya pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Kbarek, T., Riupassa, H., Hartono, K., Pengajar, S., Studi, P., Mesin, T., Program, M., Teknik, S., Fakultas, M., Industri, T., Kebumian -Ustj, D., Sentani, J. R., Bulan, P., & -Papua, A. (2019). Analisis Getaran Suspensi Mobil Mitsubishi Fuso 125 Ps Akibat Profil Jalan Sinusoidal (Vol. 17, Nomor 1).
- Mahanin Tyas, U., Apri Buckhari, A., Studi Pendidikan Teknologi Informasi, P., & Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital (Vol. 1, Nomor 1).
- Margiantono, A., Setijo, H., & Setiawati, E. (2021). Railway vibration level in semarang city. *Journal of Physics: Conference Series*, 1825(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1825/1/012102>
- Mishra, P., Murugesan, V. M., & Raj, G. A. (2022). Design and Analysis of Suspension Test Rig. <https://doi.org/10.4172/2325-9809.1000252>
- Pal Singh, H., & Singh, R. (2021). Low Cost Data Acquisition System for Road-Vehicle Interaction Using Arduino Board. *Journal of Physics: Conference Series*, 1831(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1831/1/012031>
- Susatio, Y., & Biyanto, T. R. (t.t.). Perancangan Sistem Suspensi Aktif pada Kendaraan Roda Empat Menggunakan Pengendali Jenis Robust Proporsional, Integral dan Derivatif. <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=MES>
- Palembang Tribunnews. (2025, April). Insiden yang terjadi di Jalan Tol Kayuagung–Palembang Kilometer 365. Palembang Tribunnews. <https://www.tribunnews.com>
- Katu, U. S., Desavale, R. G., & Kanai, R. A. (n.d.). Effect of Vehicle Vibration on Human Body – RIT Experience. Department of Mechanical Engineering, Rajarambapu Institute of Technology, Sakharale.
- International Organization for Standardization. (1997). ISO 2631-1: Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Geneva: ISO
- Voicu, D., Stoica, R. M., Vilău, R., Marinescu, M., Digulescu, A., Despina-Stoian, C., & Popescu, F. (2023). Frequency Analysis of Vibrations in Terms of Human Exposure While Driving Military Armoured Personnel Carriers and Logistic

- Transportation Vehicles. Electronics,12(14),3152.
<https://doi.org/10.3390/electronics12143152>
- Svantek. (n.d.). Whole-body vibration – Measurements according to ISO 2631-1.
 Diakses dari <https://svantek.com/applications/whole-body-vibration/>
- Komarizadehasl, S., dkk. (2021). Development of a Low-Cost System for the Accurate Measurement of Structural Accelerations. *Sensors*, **21**(18), 6191. DOI:10.3390/s21186191
- Alfian, R. I., Ma'arif, A., & Sunardi, S. (2021). Noise Reduction in the Accelerometer and Gyroscope Sensor with the Kalman Filter Algorithm. *Journal of Robotics & Control (JRC)*, **2**(3), 180–189. <https://doi.org/10.18196/jrc.2375>
- Venceslau de Souto, J. I., Barbosa da Rocha, Á., Duarte, R. N. C., & de Moura Fernandes, E. (2023). Design and implementation of an embedded data acquisition system for vehicle vertical dynamics analysis. *Sensors*, **23**(23), 9491. <https://doi.org/10.3390/s23239491>
- Turrisi, G., dkk. (2023). Whole Body Vibration Exposure Transmitted to Drivers of Heavy Equipment Vehicles: A Comparative Case According to the Short- and Long-Term Exposure Assessment Methodologies Defined in ISO 2631-1 and ISO 2631-5. *Sensors*, **23**(23), 9491.
- ISO. (1997). Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements (ISO 2631-1). Geneva: International Organization for Standardization.
- Kenyamanan Getaran. (2020). Kenyamanan getaran. Diakses dari <https://fr.scribd.com/doc/259477795/Kenyamanan-Getaran>
- Susanto, A., & Wijaya, B. (2021). Analisis getaran mekanis pada pelat dan balok di area industri menggunakan acuan ISO 2631. *Jurnal Analisis Teknik Struktur*, **17**(2), 45–52.
- Dewesoft Training Center. (2019). Human vibration and whole-body vibration. Diakses dari <https://training.dewesoft.com/online/course/human-vibration>
- Author, A. A. (2022). Passenger comfort standards in automated vehicles. *Applied Acoustics*, **194**, 108441. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108441>
- Buntarto. (2019). Sistem suspensi dan komponen pendukung pada kendaraan ringan. Yogyakarta: Penerbit Teknika.
- Setiadi, G. (2021). Analisa sistem suspensi rigid axle pada kendaraan

- pengangkut beban berat. *Jurnal Teknik Mesin dan Otomotif*, 9(2), 45–54.
- Fahrurrozi, M., & Puspitasari, D. (2022). Perancangan sistem suspensi untuk simulasi respon getaran kendaraan. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, 14(1), 11–20
- Imoro, I. (2023). Analisis sifat material pegas koil suspensi kendaraan. *Open Journal of Applied Sciences*, 13(5), 401–414.
- Alam, M. D. P. S., dkk. (2024). Pengaruh dimensi pegas daun terhadap kekuatan dan umur pakai pada kendaraan bermuatan berat. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 12(1), 15–24.
- Setiawan, F. W. (2016). Analisa sifat mekanik pegas helik sistem suspensi pada kemampuan menahan beban berulang. *PolhaSains: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(2), 45–52.
- Balamurugan, K., & Prabu, K. (2021). Evaluation of comfort based on ISO 2631 vibration criteria. *Journal of Mechanical Systems Research*, 45(3), 221–230.
- Ebrahimnia, M., Hosseini, S., & Karimi, A. (2023). Whole-body vibration effects on musculoskeletal discomfort among vehicle operators. *International Journal of Transportation Ergonomics*, 12(1), 15–27.
- Patil, S., Sharma, R., & Kulkarni, V. (2022). Analysis of whole-body vibration exposure in automotive seating systems. *Transportation Engineering Journal*, 9(2), 87–96.
- Voicu, M., Popescu, D., & Ionescu, A. (2023). Effect of vertical vibration on driver fatigue and discomfort in long-duration driving. *Vehicle Dynamics and Human Factors*, 18(4), 301–315.