

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dampak signifikan kendaraan *Over Dimension and Over Load* (ODOL) terhadap percepatan kerusakan dan penurunan umur layanan perkerasan Jalan Tol Semarang ABC KM 438+200 Jalur B berbasis analisis *Vehicle Damage Factor* (VDF) menggunakan data Weigh-in-Motion periode 2024-2025. Hasil analisis menunjukkan prevalensi kendaraan ODOL mencapai 11,30% pada tahun 2024 dan meningkat menjadi 13,81% pada tahun 2025, dengan kontributor utama adalah Golongan III (truk 3 sumbu) yang mencatat 68.445 kendaraan ODOL pada tahun 2024 dan 75.943 kendaraan pada tahun 2025, termasuk 10.021 kendaraan dengan overload ekstrem di atas 100% yang berkontribusi signifikan terhadap percepatan kerusakan perkerasan akibat efek pangkat empat dalam perhitungan VDF. Perbandingan nilai VDF aktual dengan VDF standar Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 mengungkapkan deviasi signifikan, di mana VDF faktual Golongan III mencapai 11,2 dibandingkan VDF standar 3,9, menunjukkan bahwa kondisi overload menyebabkan kerusakan 2,87 kali lipat lebih tinggi dibanding asumsi desain, dengan faktor percepatan kerusakan sebesar 1,85 kali yang mengakibatkan umur efektif perkerasan hanya 21,6 tahun dari masa konsesi 40 tahun, mengalami penurunan 47,5% atau kehilangan 18,4 tahun masa pelayanan dengan konsumsi umur sebesar 4,63% per tahun yang 1,85 kali lebih cepat dibandingkan kondisi desain normal (2,5% per tahun), mencapai failure point pada tahun ke-21 dengan Remaining Life (RL) sebesar 2,77% dan kondisi over capacity pada tahun ke-22 dengan RL -1,86%, mengakibatkan dampak ekonomi berupa biaya pemeliharaan tambahan ~47%, potensi kerugian pendapatan Rp 570 miliar akibat kehilangan 19 tahun masa konsesi, dan biaya rehabilitasi prematur Rp 200-250 miliar untuk overlay struktural 10-15 cm jauh lebih cepat dari jadwal pemeliharaan mayor yang direncanakan.

V.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan strategi komprehensif yang mengintegrasikan aspek teknis dan non-teknis untuk mempertahankan umur rencana perkerasan, meliputi penerapan over-design perkerasan minimum 5-10% dari kapasitas ESAL desain dengan peningkatan tebal lapis perkerasan atau penggunaan material modulus elastisitas lebih tinggi seperti *Polymer Modified Asphalt (PMA)* dan *Cement Treated Base (CTB)* yang meskipun meningkatkan initial cost 15-20% namun dapat memperpanjang umur efektif dari 21,6 tahun menjadi 30-35 tahun, implementasi sistem monitoring struktural perkerasan berbasis *sensor (Fiber Optic Sensor/Strain Gauge)* untuk deteksi dini kerusakan, serta program pemeliharaan preventif berkelanjutan dengan inspeksi setiap 3-6 bulan menggunakan parameter IRI, PCI, dan *rutting depth* yang didukung *Pavement Management System (PMS)* terintegrasi data WIM *real-time* untuk mengurangi total *life cycle cost* hingga 25-30%. Dari aspek non-teknis, diperlukan perketat *enforcement* sistem WIM dengan *automated ticketing system* yang menerapkan denda progresif mulai dari Rp 500.000 untuk overload 5-20% hingga Rp 5.000.000 untuk overload ekstrem >100% ditambah sanksi operasional berupa pencabutan izin untuk pelanggaran berulang, yang berdasarkan studi kasus di Eropa terbukti mengurangi prevalensi kendaraan overload hingga 60-70% dalam 2-3 tahun pertama implementasi, serta kampanye masif mengenai dampak ODOL yang menargetkan operator logistik, asosiasi pengusaha angkutan barang (ALFI dan APTRINDO), dan supir truk melalui berbagai media yang menekankan bahwa kendaraan overload tidak hanya merusak jalan dengan biaya triliunan rupiah tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan fatal hingga 3-4 kali lipat, dilengkapi pemberian insentif ekonomi berupa diskon tarif tol 10-15% untuk kendaraan dengan rekam jejak nol pelanggaran ODOL selama 12 bulan berturut-turut dan prioritas akses ke *dedicated truck lane* sebagai *positive reinforcement* yang efektif melengkapi pendekatan enforcement berbasis sanksi, sehingga menciptakan ekosistem logistik yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan dalam menjaga infrastruktur jalan tol dapat beroperasi optimal sesuai umur rencana

dan memberikan nilai ekonomi maksimal bagi operator maupun pengguna jalan sepanjang masa konsesi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., Tamin, O. Z., & Najid. (2021). Vehicle Influence Simulation Over Dimension Overload on Road Conditions. *Review of International Geographical Education Online*, 11(2), 68–79. <https://doi.org/10.33403/rigeo.800440>
- Association), P. (World R. (2023). *New or Innovative Pavement Materials and Technologies BT - Proceedings of the XXVII World Road Congress*.
- International, T. (2025). *Asphalt Pavement Design: Overview and Technical Guidance for Modern Highway Construction*. <https://www.tensarinternational.com>
- Jihanny, J. (2021). THE OVERLOAD IMPACT ON DESIGN LIFE OF FLEXIBLE PAVEMENT. *International Journal of GEOMATE*, 20(78). <https://doi.org/10.21660/2021.78.j2020>
- Jihanny, S. A., Rahmawati, D., & Prasetyanto, D. (2021). Analysis of Vehicle Damage Factor Based on Weigh-in-Motion Data on National Road in Sumatera. *GEOMATE Journal*, 21(83), 1–8. <https://doi.org/10.21660/2021.83.j2128>
- Kumar, A, & Suman, S. (2025). *Effects of Overloaded Commercial Traffic on Pavement Surface Layer: A Comprehensive Analysis*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/iti/liaf005>
- Kumar, Aditya, & Suman, S. K. (2025). Effects of overloaded commercial traffic on pavement surface layer. *Intelligent Transportation Infrastructure*, 4. <https://doi.org/10.1093/iti/liaf005>
- Liu, Y., Zhao, Y., Zhang, J., Li, H., & Wang, L. (2025). Multi-Scale Modeling and Damage Mechanisms of Asphalt Pavement Under Salt-Thermal-Mechanical Effects. *Materials*, 18(10), 2279. <https://doi.org/10.3390/ma18102279>
- Marga, D. J. B. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Marga, D. J. B. (2025). *Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Lapis Fondasi Daur Ulang Perkerasan dengan Semen dan Aspal Emulsi Secara Langsung di Tempat*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Miftahulhair, M., Arifin, M. Z., & Sutikno, F. R. (2024). Revealing the impact of losses on flexible pavement due to vehicle overloading. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(1 (128)), 55–63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.299653>
- Munggarani, N. A., & Wibowo, A. (2017). *Kajian faktor-faktor penyebab kerusakan dini perkerasan jalan lentur dan pengaruhnya terhadap biaya penanganan*.
- Nurhidayat, A., & Kamarudin, K. H. Bin. (2024). A Systematic Review of the Impact Overload on Road Pavement Batu City, Indonesia. *International Journal of Transport Development and Integration*, 8(1), 49–60. <https://doi.org/10.18280/ijtdi.080105>
- Officials, A. A. of S. H. and T. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Pardede, J. P., Putranto, L. S., & Sulistio, H. (2025). ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN JALAN TOL DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PADA RUAS TOL JAKARTA-MERAK. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*. <https://doi.org/10.24912/jmts.v8i2.30491>
- Pardomuan Pardede, J., Suryo Putranto, L., & Sulistio, D. H. (2022). Pengaruh Kendaraan Overload Terhadap Umur Rencana Pada Struktur Flexible Pavement Jalan Toll Jorr E Jakarta. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(3), 819–830.
- Safitra P A, Sendow T K, & Pandey S V. (2019). Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado-Bitung). *Jurnal Sipil Statik*, 7 (3)(3), 319–328.
- Sukirman, S. (2010). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova.

- Tosulpa, M. E. (2025). Analisis penanganan pengaruh kerusakan jalan nasional akibat muatan berlebih di Provinsi Lampung. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia*, 6(2), 238–248. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v6i2.348>
- Tosulpa, M. E., Putranto, L. S., & Sulistyorini, R. (2025). ANALISIS PENANGANAN PENGARUH KERUSAKAN JALAN NASIONAL AKIBAT MUATAN BERLEBIH DI PROVINSI LAMPUNG. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 6(2), 1272–1289. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v6i2.348>
- Wibowo, A., Wicaksono, A., & Nugraha, P. (2025). Bibliometric Analysis of Research Trends in Rigid Pavement: A Decade Review (2013-2023). *Sinergi*, 29(2), 317–330. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2025.2.012>
- Widyanti, A., Gananda, J. M., Yudhistira, T., Weningtyas, W., Bowo, L. P., & Nugoroho, S. (2025). Over-Dimension and Over-Load (ODOL) truck in highways: Prevalence and modeling intention to operate ODOL truck, lesson learned from Indonesia. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 29, 101320. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101320>