

Permasalahan kerusakan jalan masih menjadi tantangan serius di Indonesia dengan tingkat kemantapan yang rendah terutama di provinsi-provinsi di pulau Papua. Retak buaya (*alligator cracking*) dan deformasi alur (*rutting*) teridentifikasi sebagai kerusakan paling dominan yang berkaitan langsung dengan mekanisme retak lelah akibat akumulasi regangan tarik horizontal di dasar lapisan HMA serta deformasi permanen akibat regangan tekan vertikal pada tanah dasar. Katalog desain Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024 mempublikasikan struktur perkerasan lentur berlapis *cement-treated base* (CTB) yang relevan bagi wilayah dengan agregat terbatas. Namun, seiring berkembangnya pendekatan mekanistik-empiris, kesesuaian katalog desain tersebut terhadap berbagai model prediksi kerusakan perlu divalidasi untuk karakteristik CTB dalam mendistribusikan tegangan dan regangan.

Penelitian ini membandingkan tiga model kinerja (*transfer function*) untuk memprediksi kerusakan (MDPJ 2024, *Asphalt Institute* (AI) 1982, dan AASHTO MEPDG) pada empat struktur perkerasan lentur berlapis CTB dari katalog MDPJ 2024 dengan variasi ketebalan CTB 150 hingga 300 mm. Respons mekanistik berupa regangan tarik horizontal dan regangan tekan vertikal disimulasikan menggunakan KENPAVE dengan pendekatan *linear elastic* untuk AI 1982 dan MDPJ 2024 serta *viscoelastic* untuk AASHTO MEPDG. Visualisasi distribusi tegangan dan regangan menunjukkan bahwa kekakuan CTB secara signifikan mereduksi magnitudo regangan horizontal di dasar lapisan aspal tetapi tetap menunjukkan regangan horizontal di permukaan lebih kecil daripada di bagian bawah lapisan aspal.

Hasil evaluasi menunjukkan ketiga metode secara konsisten memprediksi retak lelah sebagai kerusakan yang terjadi lebih dahulu dibandingkan deformasi permanen pada seluruh variasi struktur. AI 1982 memberikan prediksi akomodasi beban lalu lintas paling konservatif, MDPJ 2024 menghasilkan nilai hampir sesuai rentang katalog desain, sementara AASHTO MEPDG menunjukkan bahwa *rutting* gabungan melampaui ambang batas pada beban lalu lintas batas pada keempat struktur dengan deformasi permanen lapisan HMA dan *subgrade* sesuai rentang katalog. Pengembangan kalibrasi lokal untuk kondisi tropis Indonesia diperlukan guna meningkatkan akurasi prediksi ketiga model, khususnya model kinerja AASHTO MEPDG.

Kata kunci: perkerasan lentur, MDPJ 2024, Asphalt Institute, AASHTO MEPDG, retak lelah dan deformasi permanen, KENPAVE

ABSTRACT

Pavement deterioration remains a persistent infrastructure challenge in Indonesia, with low serviceability indices concentrated disproportionately across provinces in Papua. Alligator cracking and rutting are identified as the predominant distress modes, mechanistically governed by fatigue cracking through cyclic horizontal tensile strain accumulation at the base of hot mix asphalt (HMA) layers and permanent deformation driven by vertical compressive strain at the subgrade. The Indonesian Pavement Design Manual (MDPJ) 2024 catalog prescribes flexible pavement configurations incorporating cement-treated base (CTB) layers, a structurally feasible alternative for regions constrained by aggregate shortage. Nevertheless, as mechanistic-empirical methodologies continue to mature, the validity of catalog designs against established damage prediction models warrants rigorous examination, particularly given the distinctive stress-strain characteristics of CTB layers in distributing loads.

This research conducts a comparative evaluation of three transfer functions (MDPJ 2024, Asphalt Institute (AI) 1982, and AASHTO MEPDG) applied to four CTB-layered flexible pavement structures from the MDPJ 2024 catalog, with CTB thicknesses ranging from 150 to 300 mm. Mechanistic responses comprising horizontal tensile strain and vertical compressive strain were computed using KENPAVE, employing linear elastic theory for AI 1982 and MDPJ 2024 and viscoelastic constitutive modeling for AASHTO MEPDG. Stress-strain distribution analyses reveal that CTB stiffness substantially attenuates horizontal tensile strain at the bottom of asphalt-bound layers, while horizontal strain at the surface remains lower than at the bottom of the asphalt layer.

Findings demonstrate that all three methods consistently identify fatigue cracking as the preceding failure mode relative to permanent deformation across all structural configurations. AI 1982 produces the most conservative load repetition estimates, MDPJ 2024 yields predictions largely congruent with catalog design ranges, whereas AASHTO MEPDG indicates that cumulative rutting surpasses the permissible threshold at upper-bound design traffic for all four structures, with HMA and subgrade permanent deformation remaining within catalog ranges. Development of locally calibrated coefficients suited to tropical Indonesian conditions is necessary to advance predictive accuracy across all three models, particularly the AASHTO MEPDG performance model.

Keywords: *flexible pavement, MDPJ 2024, Asphalt Institute (AI) 1982, AASHTO MEPDG, fatigue cracking and permanent deformation, KENPAVE*