

INTISARI

Ruas Jalan Tol Terbanggi Besar - Pematang Panggang - Kayu Agung (TBPPKA) merupakan salah satu bagian dari Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS). Ruas jalan tol ini telah beroperasi sejak November 2019, sehingga mengharuskan adanya pemeliharaan rutin. Pemeliharaan jalan tersebut dilakukan terhadap semua unsur aset jalan tol salah satunya Jembatan *Underpass* Mulya Agung yang terletak di Ruas Tol TBPPKA KM 240+822. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis deformasi vertikal pada permukaan jembatan menggunakan metode *Mobile Lasers Scanner* (MLS) sebagai salah satu upaya dalam proses pemantauan dan pemeliharaan jembatan. Data yang digunakan adalah hasil *monitoring* MLS pada tahun 2021 dan tahun 2022.

Teknologi MLS ini dipilih karena kemampuannya yang dapat melakukan proses pemindaian objek dengan waktu yang singkat dengan hasil yang akurat sehingga dapat dijadikan solusi dalam proses pemeliharaan jalan tol maupun jembatan. Data *point cloud* hasil pengukuran *multi-epoch* MLS perlu dilakukan registrasi untuk memastikan semua data *point clouds* terletak pada sistem koordinat yang sama. Dalam penelitian ini, proses registrasi dilakukan dengan menggunakan metode *Iterative Closest Point* (ICP). Data yang sudah diregistrasi selanjutnya dibentuk *surface* pada tiap *epoch* guna mengetahui deformasi vertikal pada permukaan jembatan yang terjadi dengan melakukan operasi *subtract surface*.

Penelitian ini menghasilkan akurasi nilai RMS pada proses registrasi sebesar 0,021 m dari total *point sampling* yang dihitung sejumlah 596.963 *points*. Untuk mengetahui adanya deformasi vertikal atau tidak, dilakukan uji signifikan menggunakan *Student's t-test*. Berdasarkan hasil uji signifikan dengan tingkat kepercayaan 95%, diperoleh nilai t-hitungan (2,705) yang nilainya lebih besar dari t-tabel (2,010) yang mengindikasikan adanya perubahan elevasi secara signifikan. Nilai kenaikan elevasi maksimum adalah sebesar 9,1 cm yang terletak pada sisi selatan jembatan, sedangkan nilai penurunan elevasi minimum adalah sebesar -3,4 cm yang terletak pada sisi utara jembatan. Area yang mengalami deformasi vertikal terletak pada bagian-bagian ujung jembatan yang menyambungkan dengan area jalan. Pada area sambungan tersebut terdapat perbaikan yang identik dengan penambahan volume aspal yang menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya deformasi vertikal pada permukaan jembatan. Penggunaan metode MLS ini terbukti efektif untuk deteksi deformasi vertikal pada jembatan pada *level of detection* sebesar 2 cm.

Kata kunci: jalan tol, jembatan *underpass*, deformasi vertikal, *Mobile Lasser Scanner*, *Iterative Closest Point*

ABSTRACT

The Tol Terbanggi Besar - Pematang Panggang - Kayu Agung Toll Road (TBPPKA) is one of the sections of the Trans-Sumatra Toll Road (JTTS). This toll road section has been in operation since November 2019, necessitating regular maintenance. Maintenance work is being carried out on all toll road assets, including the Mulya Agung Underpass Bridge located at Toll Road Section TBPPKA KM 240+822. This research aims to conduct an analysis of vertical deformation on the bridge surface using the Mobile Laser Scanner (MLS) method as one of the efforts in the bridge monitoring and maintenance process. The data used includes MLS monitoring results from 2021 and 2022.

MLS technology was chosen for its ability to quickly scan objects with accurate results, making it a solution for toll road and bridge maintenance. The multi-epoch MLS measurement point cloud data needs to be registered to ensure that all data points are in the same coordinate system. In this study, the registration process is performed using the Iterative Closest Point (ICP) method. Once the data is registered, surfaces are created for each epoch to determine vertical surface deformations on the bridge by performing a surface subtraction operation.

This research yielded a registration accuracy of RMS value of 0.021 m from a total point sampling of 596,963 points. To determine the presence of vertical deformation or not, a significant test was conducted using the Student's t-test. Based on the results of the significant test with a confidence level of 95%, the calculated t-value (2.705) was found to be greater than the tabulated t-table (2.010), indicating a significant change in elevation. The maximum elevation increase was 9,1 cm, located on the southern side of the bridge, while the minimum elevation decrease was -3,4 cm, located on the northern side of the bridge. The areas with vertical surface deformation are located at the bridge's ends where it connects to the road. In these connection areas, there are repairs involving the addition of asphalt volume, which is one of the factors contributing to vertical surface deformation on the bridge. The use of the MLS method has been proven effective for detecting vertical deformations in bridges at a level of detection of 2 cm.

Keywords: toll roads, underpass bridges, vertical deformation, Mobile Laser Scanner, Iterative Closest Point