

## INTISARI

Pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 117 Tahun 2015 menugaskan PT Hutama Karya (Persero) dalam rangka percepatan pelaksanaan pembangunan Jalan Tol Trans-Sumatera (JTTS). Pembangunan JTTS masih terus dijalankan hingga saat ini, dimana salah satu ruas tol yang telah beroperasi yaitu Tol Terbanggi Besar – Pematang Panggang – Kayu Agung (TBPPKA) dengan total panjang 189 km. Ruas jalan tol yang telah beroperasi perlu dilakukan pemantauan dan pemeliharaan, salah satunya yaitu pemeliharaan berkala dengan melakukan pemantauan deformasi vertikal di sepanjang permukaan jalan tol guna memastikan seluruh aset yang ada pada ruas tol selalu dalam kondisi baik dan berfungsi secara optimal. Dalam pemantauan deformasi vertikal dilakukan menggunakan teknologi *Mobile Laser Scanner* (MLS) dengan melakukan pengukuran dua periode. Penelitian ini bertujuan membandingkan beberapa algoritma pengolahan deformasi untuk mengetahui perubahan elevasi permukaan jalan tol pada ruas tol TBPPKA.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data hasil pengukuran MLS *multi-epoch* pada tahun 2021 dan 2022. Data *point cloud* hasil pemindaian MLS dua periode tersebut perlu dilakukan registrasi untuk memastikan kedua *point cloud dataset* terletak pada sistem koordinat yang sama. Registrasi dilakukan menggunakan metode *Iterative Closest Point* (ICP). Selanjutnya dilakukan uji signifikansi untuk mendeteksi apakah terjadi perubahan elevasi secara signifikan atau tidak. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan dari beberapa algoritma *distance computation* dalam deteksi deformasi antara lain algoritma *DEM of Difference* (DoD), *Cloud to Cloud* (C2C), *Cloud to Mesh* (C2M), dan *Multiscale Model to Model Cloud Comparison* (M3C2). Berdasarkan hasil *distance computation* tersebut, selanjutnya dilakukan analisis deformasi dan analisis perbandingan algoritma. Analisis perbandingan algoritma ditinjau berdasarkan hasil analisis pengolahan baik secara visual dan perhitungan statistika, maupun selama pemrosesan yang telah dilakukan baik dari segi waktu, *input* data, dan pengaturan parameter.

Hasil penelitian ini mendapatkan nilai akurasi RMS pada proses registrasi sebesar 1,469 cm dari total *point sampling*. Berdasarkan uji signifikansi menggunakan metode Student's t-test dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai t-hitung sebesar 2,8509, lebih besar dari nilai t-tabel yaitu 2,0167. Hal tersebut mengindikasikan terjadi perubahan elevasi secara signifikan pada kedua *epoch* data MLS. Pengolahan *distance computation* menggunakan algoritma C2C, C2M, M3C2, dan DoD menghasilkan nilai perubahan elevasi dari kedua *epoch* data MLS. Didapatkan persentase terbesar terjadinya perubahan elevasi yaitu didominasi pada interval 1 s.d -1 cm. Namun, secara rinci deformasi yang terjadi pada permukaan jalan tol dapat mencapai interval 2 s.d -2 cm dengan jumlah persentase lebih banyak 3% s.d 4% dari nilai interval 1 s.d -1 cm. Algoritma M3C2 merupakan algoritma *distance computation* paling representatif dalam pendeteksian deformasi jalan tol. Hal tersebut ditinjau berdasarkan hasil analisis pengolahan maupun selama pemrosesan yang telah dilakukan.

Kata Kunci: jalan tol, deformasi, *Mobile Laser Scanner*, *point cloud*, algoritma *distance computation*

## ABSTRACT

The government through Presidential Regulation No. 117 of 2015 assigned PT Hutama Karya (Persero) to accelerate the implementation of the construction of the Trans-Sumatra Toll Road (JTTS). The construction of JTTS is still ongoing until now, where one of the toll roads that has been operating is the Terbanggi Besar - Pematang Panggang - Kayu Agung (TBPPKA) Toll Road with a total length of 189 km. Toll road sections that have been operating need monitoring and maintenance, one of which is periodic maintenance by monitoring vertical deformation along the surface of the toll road to ensure that all assets in the toll road section are always in good condition and function optimally. Vertical deformation monitoring uses Mobile Laser Scanner (MLS) technology by measuring two periods. This research aims to compare several deformation processing algorithms to determine changes in toll road surface elevation on the TBPPKA toll road section.

The research data used is secondary data in the form of data from multi-epoch MLS measurements in 2021 and 2022. The point cloud data from the MLS scans of the two periods needs to be registered to ensure that the two point cloud datasets are located in the same coordinate system. Registration is carried out using the Iterative Closest Point (ICP) method. Furthermore, a significance test is carried out to detect whether there is a significant change in elevation or not. In this research, a comparison of several distance computation algorithms in deformation detection is conducted, including the DEM of Difference (DoD), Cloud to Cloud (C2C), Cloud to Mesh (C2M), and Multiscale Model to Model Cloud Comparison (M3C2) algorithms. Based on the distance computation results, deformation analysis and algorithm comparison analysis were then conducted. Algorithm comparison analysis is reviewed based on the results of processing analysis both visually and statistical calculations, as well as during processing that has been carried out both in terms of time, data input, and parameter settings.

The results of this study obtained an RMS accuracy value in the registration process of 1.469 cm from the total point sampling. Based on the significance test using the Student's t-test method with a confidence level of 95%, the t-count value is 2.8509, greater than the t-table value of 2.0167. This indicates that there is a significant change in elevation in both epochs of MLS data. Processing distance computation using C2C, C2M, M3C2, and DoD algorithms produces elevation change values from both MLS data epochs. The largest percentage of elevation change is dominated in the interval of 1 to -1 cm. However, in detail the deformation that occurs on the surface of the highway can reach intervals of 2 to -2 cm with a total percentage of 3% to 4% more than the interval value of 1 to -1 cm. M3C2 algorithm is the most representative distance computation algorithm in detecting highway deformation. This is based on the results of processing analysis and during the processing that has been done.

**Keywords:** toll road, deformation, Mobile Laser Scanner, point cloud, distance computing algorithm