

Intisari

Manajemen aset jembatan secara 3D menjadi krusial seiring meningkatnya mobilitas penduduk. Salah satu metode manajemen aset yang saat ini berkembang pesat adalah *Building Information Model* (BIM), dimana BIM menawarkan solusi untuk manajemen yang lebih efisien melalui model 3D yang kaya akan informasi semantik. Namun, implementasinya dihadapkan pada dua tantangan utama: ketergantungan pada perangkat lunak komersial berlisensi mahal dan keterbatasan platform visualisasi 3D berbasis web interaktif. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini merancang dan menguji sebuah alur kerja *scan-to-BIM* serta visualiasasi 3D berbasis web sepenuhnya mengandalkan perangkat lunak *open-source*.

Pada penelitian ini, jembatan Prof. Ir. KRMT Wreksodiningrat (Jembatan Baru UGM) digunakan sebagai objek yang akan di olah menjadi BIM. Pembuatan BIM dimulai dari pengolahan data *point cloud* hasil pemindaian TLS, yang mencakup proses *filtering* dan *sub-sampling* untuk optimalisasi data. Selanjutnya dilakukan pemodelan 3D yang dibuat menggunakan perangkat *Blender* dengan *plugin BlenderBIM*. Pemodelan jembatan dibagi menjadi elemen struktural dan elemen arsitektural yang di rekontruksikan berdasarkan acuan *point cloud*. Untuk menanamkan metadata pada model, setiap elemen diklasifikasikan berdasarkan skema *Industry Foundation Classes 4* (IFC4) yang merupakan standar terbuka BIM dan mendukung aspek interoperabilitas BIM. Sebagai tahap akhir, model BIM yang telah memiliki data semantik diekspor dan diintegrasikan ke dalam *platform* visualisasi 3D interaktif berbasis web yang dibangun menggunakan *library Cesium JS*.

Berdasarkan penelitian ini, disimpulkan bahwa alur kerja *Scan-to-BIM* untuk jembatan dapat diterapkan menggunakan perangkat lunak *Blender*, namun masih memiliki sejumlah kelemahan jika dibandingkan dengan perangkat lunak komersial. Kelemahan tersebut meliputi limitasi ukuran data *point cloud* yang mampu diolah, ketiadaan referensi tinggi (*level*), keterbatasan klasifikasi IFC untuk infrastruktur jembatan karena menggunakan skema IFC4, proses pemberian data semantik yang terpisah dengan proses pemodelan, hingga fitur *georeferencing* yang belum optimal. Meskipun demikian, *Blender* menunjukkan keunggulan pada aspek fleksibilitas pemodelan geometris. Model BIM jembatan yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki akurasi yang baik, dengan *Level of Detail* (LOD) 3, nilai RMSE 1,5 cm, serta lulus uji-t yang mengindikasikan tidak adanya perbedaan dengan dimensi asli secara signifikan, dan telah memenuhi standar *Level of Accuracy* (LoA) 30. Pada tahap visualisasi, kinerja *platform* berbasis *CesiumJS* dipengaruhi oleh perangkat keras, di mana visualisasi pada perangkat *mobile* mengalami penurunan FPS yang lebih signifikan dibandingkan PC.

Kata Kunci : *BIM, Blender, BlenderBIM, Cesium JS, Pemodelan Tiga Dimensi, Point Cloud*

Abstract

With increasing population mobility, 3D bridge asset management has become increasingly crucial. Building Information Modeling (BIM) is a rapidly developing method to meet this need, offering more efficient asset management through 3D models rich with semantic information. However, its implementation faces two main challenges: the cost of proprietary commercial software and the limitations of interactive web-based 3D visualization platforms. To address these challenges, this research designs and tests a Scan-to-BIM and visualization workflow based entirely on open-source software.

In this research, the Prof. Ir. KRMT Wreksodiningrat Bridge (UGM New Bridge) is used as the case study object to be processed into a BIM. The BIM creation process begins with point cloud data obtained from TLS scanning, including filtering and sub-sampling for data optimization. The 3D modeling is then performed using Blender software with the BlenderBIM plugin. The bridge model is divided into structural and architectural elements reconstructed based on point cloud references. To embed metadata into the model, each element is classified according to the Industry Foundation Classes 4 (IFC4) scheme, an open BIM standard that supports interoperability. In the final stage, the BIM model enriched with semantic data is exported and integrated into an interactive web-based 3D visualization platform built using the CesiumJS library.

This research concludes that a Scan-to-BIM workflow for bridge infrastructure can be implemented using the open-source software *Blender*, but it presents a clear trade-off compared to commercial software. Limitations were identified in large-scale *point cloud* processing, the absence of a height reference feature (*level*), an IFC4 classification schema oriented towards buildings, a decoupled semantic data process, and suboptimal *georeferencing* features. Conversely, *Blender* offers superior flexibility in geometric modeling. Despite these workflow challenges, the resulting bridge BIM model achieved a high degree of accuracy, meeting *Level of Detail* (LOD) 3 and *Level of Accuracy* (LoA) 30 standards, with an RMSE of 1.5 cm and no significant bias indicated by a t-test. Furthermore, in the visualization stage, the performance of the *CesiumJS*-based platform was found to be hardware-dependent, with mobile devices showing more significant FPS drops than PCs.

Kata Kunci : BIM, Blender, BlenderBIM, Cesium JS, 3 Dimension Modelling, Point cloud