

## INTISARI

Metode pemodelan objek secara 3D berkembang cukup pesat, baik dalam hal jenis sensor yang digunakan untuk akuisisi data maupun teknik pemrosesannya. Saat ini, secara umum terdapat dua metode yang biasa dilakukan dalam pembuatan model tiga dimensi yaitu fotogrametri dan *Laser Scanning*. Kedua metode survei ini mampu menghasilkan model 3D yang akurat dan realistis. Pemodelan tiga dimensi dengan alat *Laser Scanner* memberikan hasil ketelitian yang baik, detail, dan efisien dari segi waktu akuisisi datanya. Hanya saja, teknologi ini memerlukan biaya yang relatif mahal. Pilihan metode lain yang lebih efisien dari segi biaya adalah metode fotogrametri jarak dekat (FJD) *Structure From Motion* (SFM), akan tetapi metode ini memiliki kekurangan yaitu ketidakmampuan dalam merekonstruksi objek 3D pada objek *textureless* atau homogen sehingga model 3D yang dihasilkan tidak sempurna. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan penggunaan alat mini-LiDAR sebagai alternatif untuk pembuatan model 3D. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja sensor mini-LiDAR yang terpasang pada tablet iPad Pro M1 untuk merekonstruksi objek 3D pada area *texturless*.

Penelitian ini dilakukan pada sebuah ruangan *indoor* di mana dinding ruangan tidak memiliki tekstur. Akuisisi data dilakukan dengan sensor LiDAR pada iPad Pro M1 dan pengukuran dimensi menggunakan pita ukur. Hasil akuisisi adalah 3D *point clouds* yang dihasilkan dari pemindaian menggunakan iPad Pro M1 dan ukuran jarak dari pengukuran menggunakan pita ukur. Dari hasil ekstraksi *point clouds* yang didapat kemudian dilakukan analisis menggunakan *software* CloudCompare yang terdiri dari analisis *point clouds completeness* untuk mengevaluasi hasil *point clouds* yang dihasilkan oleh iPad Pro M1 dan analisis ukuran/dimensi menggunakan pengujian RMSE antara pengukuran *point clouds* dengan ukuran aslinya. Selanjutnya dilakukan analisis *point density* dan *point clouds thickness* untuk mengetahui kerapatan serta ketebalan *point clouds* yang dihasilkan. Dari model 3D yang dibuat, kemudian dilakukan analisis hasil *mesh* model secara visual untuk mengetahui hasil model yang dibuat dari LiDAR iPad Pro M1.

Hasil dari pengukuran LiDAR iPad Pro M1 dengan metode SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) adalah *point clouds* yang teregistrasi secara otomatis. Hasil uji akurasi dimensi *point clouds* yang dikomparasi dengan ukuran pita ukur menghasilkan nilai RMSE sebesar 2 cm. Analisis *point thickness* dan *density* hasil pemindaian LiDAR iPad Pro M1 didapat bahwa *point clouds* iPad memiliki karakteristik ketebalan sebesar 1% dari jarak pemindaian. Diketahui pula bahwa jarak maksimal pemindaian LiDAR iPad adalah <5 meter. Dalam pemodelan ruangan *indoor* berukuran 6 x 6 meter, *point clouds density* yang dihasilkan sebesar 14.570,6 titik/m<sup>2</sup>. Hasil penyiaman dan ekstraksi model *mesh* 3D didapatkan bahwa LiDAR iPad mampu menghasilkan *point clouds* dan *mesh* model dengan lengkap dan sempurna terhadap objek bersifat *textureless* dan homogen berwarna putih. Terlepas dari kelebihanannya, model *mesh* yang dihasilkan memiliki kekurangan yaitu tekstur model yang dihasilkan cukup kasar yang disebabkan oleh *point thickness* yang tebal. Secara umum, LiDAR iPad mampu memberikan solusi untuk pembuatan model 3D khususnya untuk objek *textureless* dan homogen.

Kata Kunci: LiDAR, iPad Pro M1, Pemodelan 3D

## ABSTRACT

3D object modeling methods are developing quite rapidly, both in terms of the types of sensors used for data acquisition and processing techniques. In general, there are two methods commonly used in making three-dimensional models, namely photogrammetry and laser scanning. Both survey methods are capable of producing accurate and realistic 3D models. Three-dimensional modeling using a Laser Scanner provides good accuracy, detail, and efficiency in terms of data acquisition time. However, this technology is relatively expensive. Another method that is more efficient in terms of cost is the short-range photogrammetry (CRP) Structure from Motion method, however, this method has shortcomings, namely the inability to reconstruct 3D objects on textureless or homogeneous objects so that the resulting 3D model is not perfect. Current technological developments allow the use of mini-LiDAR tools as an alternative for creating 3D models. This research aims to test the performance of the mini-LiDAR sensor installed on the iPad Pro M1 tablet to reconstruct 3D objects in textureless areas.

This research was conducted in an indoor room where the walls of the room had no texture. Data acquisition was carried out using the LiDAR sensor on the iPad Pro M1 and dimension measurements using a measuring tape. The acquisition results are 3D point clouds resulting from scanning using an iPad Pro M1 and distance measurements from measurements using a measuring tape. From the point cloud extraction results obtained, analysis was then carried out using CloudCompare software which consists of point cloud completeness analysis to evaluate the point cloud results produced by the iPad Pro M1 and size/dimensional analysis using RMSE testing between point cloud measurements and their original size. Next, point density and point cloud thickness analysis were carried out to determine the density and thickness of the resulting point clouds. From the 3D model created, then a visual analysis of the mesh model results was carried out to determine the results of the model created from the iPad Pro M1 LiDAR.

The results of LiDAR measurements on the iPad Pro M1 using the SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) method are point clouds that are registered automatically. The accuracy of the resulting data was tested by comparing the dimensions of the point clouds with the size of a measuring tape with an RMSE value of 2 cm. Analysis of the point thickness and density of the LiDAR scan results of the iPad Pro M1 shows that the iPad point clouds have a characteristic thickness of 1% of the scanning distance. It is also known that the maximum iPad LiDAR scanning distance is <5 meters. In modeling an indoor room measuring 6 x 6 meters, the resulting point cloud density was 14,570.6 points/m<sup>2</sup>. The results of the 3D mesh model setup and extraction showed that the iPad LiDAR was able to produce complete and perfect point clouds and mesh models for textureless and homogeneous white objects. Apart from its advantages, the resulting mesh model has a disadvantage, namely that the texture of the resulting model is quite rough due to the thick point thickness. In general, the LiDAR iPad can provide solutions for creating 3D models, especially for textureless and homogeneous objects.

**Keywords:** LiDAR, iPad Pro M1, 3D Modeling