

## ABSTRAK

# ANALISIS KEMAMPUAN METODE *POINT-TO-PLANE* PADA ALGORITMA *ITERATIVE CLOSEST POINT* (ICP) DALAM MENINGKATKAN KETELITIAN HASIL *STRIP ADJUSTMENT POINT CLOUD* PERMUKAAN BUMI

Oleh:

Riyas Syamsul Arif

117.180.001

*Point-to-plane* dalam algoritma *Iterative Closest Point* (ICP) merupakan metode registrasi dalam *3D Machine Learning* yang terbukti andal dalam meningkatkan akurasi registrasi objek non-topografi. Perlu dilakukan penelitian mengenai keakuratan metode ini apabila diterapkan pada objek topografi yang tentunya memiliki perbedaan karakteristik dengan objek non-topografi, terutama pada variasi objeknya. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji lebih lanjut keandalan metode *point-to-plane* untuk melakukan registrasi data *point cloud* LiDAR pada objek topografi permukaan bumi (*real world*) dalam pelaksanaan *strip adjustment*.

Penelitian ini diawali dengan membangun perangkat lunak untuk melaksanakan *strip adjustment*. Dalam perangkat lunak tersebut, algoritma yang digunakan adalah *Iterative Closest Point* (ICP) dengan metode registrasi *point-to-plane*. Pembangunan perangkat lunak dilakukan pada *Phycharm* sebagai *Integrated Development Environment* (IDE) menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Selanjutnya, perangkat lunak yang telah dibangun digunakan untuk melakukan proses *strip adjustment* pada 2 *scene* data *point cloud* hasil akuisisi *Unmanned Aerial Vehicle* yang membawa sensor *Light Detection and Ranging* (LiDAR). Hasil *strip adjustment* pada perangkat lunak yang telah dibangun, dibandingkan dengan hasil *strip adjustment* dengan metode *point-to-point* pada perangkat lunak *CloudCompare*. Tujuan perbandingan ini adalah untuk mengetahui keandalan dan keakuratan hasil registrasi dengan metode *point-to-plane* melalui nilai *Root Mean Square Error* (RMSE), matrik transformasi, *fitness* dan korespondensi, serta kenampakan visual *strip adjustment*. Selain itu, perbandingan juga dilakukan pada setiap jenis tutupan lahan di permukaan bumi yang terdiri dari atap, vegetasi, jalan, dan muka tanah/*ground*. Hal ini dilakukan untuk menguji performa metode *point-to-plane* pada setiap jenis tutupan lahan pada data topografi.

Pada penelitian ini terbukti metode registrasi *point-to-plane* mempunyai ketelitian lebih baik dibandingkan *point-to-point* dalam meregistrasi data *point cloud* permukaan bumi. Nilai RMSE pada pengolahan *strip adjustment* menggunakan metode *point-to-point* adalah 8,71 sentimeter, sedangkan metode *point-to-plane* sebesar 1,53 sentimeter. Nilai RMSE dan matriks transformasi *point-*

*to-plane* lebih kecil di bandingkan *point-to-point*. Metode *point-to-plane* menghasilkan nilai fitness 0,001 meter dengan total korepondensi titiknya 1054 titik. Selain itu, untuk setiap jenis tutupan lahan di permukaan bumi, metode *point-to-plane* berhasil membuat gabungan antar data menjadi lebih fit.

**Kata Kunci:** *point-to-plane, strip adjustment, ICP, machine learning*

## ABSTRACT

### ABILITY ANALYSIS OF THE POINT-TO-PLANE METHOD ON ITERATIVE CLOSEST POINT (ICP) ALGORITHM IN INCREASING ACCURACY RESULTS OF THE EARTH'S SURFACE POINT CLOUD STRIP ADJUSTMENT

By

Riyas Syamsul Arif

117.180.001

Point-to-plane in the Iterative Closest Point (ICP) algorithm is a registration method in 3D Machine Learning that is reliable in increasing the accuracy of registration of non-topographic objects. Research is necessary when this method is applied to topographic objects which have different characteristics from non-topographic objects, especially in the variety of objects. This study was conducted to examine the reliability of the point-to-plane method for registering point cloud LiDAR on real-world topographic objects as the implementation of strip adjustment.

This research begins with building a program to perform strip adjustment. The program uses Iterative Closest Point (ICP) algorithm with a point-to-plane registration method. The program is developed on Pycharm as an Integrated Development Environment (IDE) using Python Language. Then, the program is used to perform a strip adjustment process on 2 scene point cloud data from the acquisition of an Unmanned Aerial Vehicle with a Light Detection and Ranging (LiDAR) sensor. The result of the strip adjustment on the program is compared with the strip adjustment result using the point-to-point method on CloudCompare software. The comparison is to determine the reliability and accuracy of the registration result from the point-to-plane method through the value of the Root Mean Square Error (RMSE), transformation matrices, fitness, correspondence, and visual appearance. In addition, the comparison is also done on each type of land cover on the earth's surface, like roof, vegetation, roads, and ground. This step is done to test the performance of the point-to-plane method on each type of land cover on topographic data.

In this study, it is proven that the point-to-plane registration method has better accuracy than the point-to-point in registering point cloud data on the earth's surface. The RMSE value using the point-to-point method is 8.71 centimeters, while the point-to-plane method is 1.53 centimeters. The RMSE value and transformation matrix on the point-top-plane are more minor than point-to-point. The point-to-plane method produces a fitness value of 0.001 meters with a total correspondence of 1054 points. For each type of land cover on the earth's surface, the point-to-plane method has succeeded in making fitness on the combination of data.

**Keywords:** point-to-plane, strip adjustment, ICP, machine learning