

INTISARI

Penggunaan teknologi fotogrametri berbasis UAV semakin banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan informasi spasial sebagai peta dasar. Salah satunya adalah program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) dimana membutuhkan ortofoto yang digunakan sebagai data dasar pembuatan Peta Dasar Pertanahan (PDP). Ortofoto sebagai data dasar PDP harus memenuhi syarat dan spesifikasi Petunjuk Teknis (juknis) PTSL 2024 yaitu ketelitian horizontal $CE90 \leq 0,4$ m dan $GSD \leq 0,12$ m. Salah satu strategi untuk meningkatkan efektivitas akuisisi data yaitu menerapkan metode GNSS *assisted Aerial Triangulation* (AT) untuk memperoleh nilai posisi (X, Y, dan Z) secara akurat dengan pengolahan *Post-Processed Kinematic* (PPK). Metode GNSS *assisted AT* memungkinkan proses AT dapat dilakukan tanpa melibatkan *Ground Control Point* (GCP). Akurasi PPK dipengaruhi oleh beberapa komponen, salah satunya yaitu jarak pengamatan *base station* UAV PPK. Faktor pada jarak pengamatan *base station* seperti *multipath*, interferensi sinyal, dan kondisi atmosfer dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Oleh karena itu, perencanaan akuisisi data harus dipersiapkan dengan baik untuk memenuhi syarat dan spesifikasi juknis PTSL 2024 serta mengefektifkan waktu dan biaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai variasi jarak pengamatan *base station* UAV PPK terhadap ketelitian ortofoto untuk mendukung kegiatan PTSL tanpa melibatkan GCP.

Penelitian dilakukan di kawasan Kelurahan Trimulyo, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta seluas 250 ha. *Drone* DJI Mavic 3 Enterprise digunakan sebagai wahana terbang dan GPS Sokkia GRX 3 sebagai *base station* PPK. Akuisisi data foto udara dilakukan dalam satu waktu dengan variasi jarak pengamatan *base station* terhadap *rover* yaitu 0 km, 3 km, 5 km, dan 10 km. Variasi jarak ini ditentukan dengan mempertimbangkan jangkauan telemetri UAV yang umumnya berada pada *range* variasi tersebut. Variasi jarak didapatkan dengan membuat empat titik *base station* di lokasi yang berbeda. Pengamatan GPS sebagai *base station* dilakukan dengan konfigurasi *sampling rate* sebesar 2 Hz. Pengolahan PPK untuk keperluan *geotagging* foto udara dilakukan dengan perangkat lunak REDtoolbox. Proses AT dan pembentukan ortofoto dilakukan dengan teknik *Structure from Motion* (SfM) – *Multi View Stereo* (MVS) pada perangkat lunak Agisoft Metashape Pro. Uji akurasi dilakukan dengan mengevaluasi ketelitian AT terhadap 12 titik uji atau *Independent Check Point* (ICP). Selain itu, analisis akurasi *camera location* hasil dari *geotagging* koordinat pengolahan PPK dilakukan terhadap nilai EOP hasil AT.

Hasil uji akurasi didapatkan bahwa jarak *baseline* mempengaruhi akurasi koordinat *geotagging* foto pada *camera space*. Hal tersebut mempengaruhi akurasi posisi koordinat pada *ground space*. *Base station* dengan jarak 0 km dan 3 km dari *Area of Interest* (AOI) mampu memenuhi syarat dan spesifikasi juknis PTSL 2024 tanpa GCP dengan nilai ketelitian horizontal ($CE90$) $\leq 0,4$ m, yaitu sebesar 0,13 m dan 0,28 m. Nilai ketelitian horizontal ($CE90$) pada *base station* dengan jarak 5 km dan 10 km, yaitu sebesar 0,59 m dan 0,76 m sehingga tidak memenuhi syarat dan spesifikasi juknis PTSL 2024. Hasil uji akurasi menggunakan 12 ICP diperoleh bahwa jarak optimal *base station* terhadap AOI maksimal sebesar 3 km untuk bisa memenuhi syarat dan spesifikasi juknis PTSL 2024 tanpa melibatkan GCP. Hasil akurasi ini dapat berbeda jika menggunakan spesifikasi modul PPK yang lain.

Kata Kunci : Ortofoto, UAV, *Post-Processed Kinematic* (PPK), Jarak *Base station*, Akurasi Horizontal

ABSTRACT

UAV-based photogrammetry technology is increasingly adopted to meet spatial information needs as a fundamental mapping resource. One such application is the Complete Systematic Land Registration Program (PTSL), which requires orthoimages as baseline data for developing Land Base Maps (PDP). The orthoimages used for PDP must comply with the requirements and specifications outlined in the Technical Guidelines for PTSL 2024, specifically a horizontal accuracy of $CE90 \leq 0.4$ m and $GSD \leq 0.12$ m. One strategy to enhance data acquisition effectiveness involves employing GNSS-assisted Aerial Triangulation (AT) to achieve accurate positioning values (X, Y, and Z) through Post-Processed Kinematic (PPK) processing. The GNSS-assisted AT method allows for triangulation without needing Ground Control Points (GCP). Several components, including the observation distance from the UAV PPK base station influence PPK accuracy. Multipath, signal interference, and atmospheric conditions can affect measurement outcomes. Therefore, careful data acquisition planning is essential to meet the requirements and specifications of PTSL 2024 while optimizing time and cost. This study aims to analyze the impact of varying observation distances from the UAV PPK base station on orthoimage accuracy to support PTSL activities without involving GCP.

The research was conducted in the Trimulyo Village area, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta, covering 250 hectares. The DJI Mavic 3 Enterprise drone was the aerial platform, and the Sokkia GRX 3 GPS was the PPK base station. Aerial photography data acquisition was performed simultaneously at varying distances from the base station to the rover, specifically 0 km, 3 km, 5 km, and 10 km. These distance variations were determined based on the UAV telemetry range, which typically falls within these ranges. Four base station points were established at different locations to achieve these distances. GPS observations as a base station were conducted with a sampling rate configuration of 2 Hz. PPK processing for geotagging aerial images was carried out using REDtoolbox software. The AT process and orthoimage generation were performed using Structure from Motion (SfM) – Multi-View Stereo (MVS) techniques in Agisoft Metashape Pro software. Accuracy testing was conducted by evaluating the precision of the AT against 12 test points or Independent Check Points (ICP). Additionally, an analysis of camera location accuracy derived from the geotagged coordinates processed through PPK was performed against the EOP values obtained from the AT.

The accuracy test results indicated that baseline distance affects the accuracy of the geotagged photo coordinates in camera space, which in turn impacts the positional accuracy in ground space. Base stations located 0 km and 3 km from the Area of Interest (AOI) met the requirements and specifications of the PTSL 2024 guidelines without GCP, achieving horizontal accuracies (CE90) of 0.13 m and 0.28 m, respectively. However, the horizontal accuracy (CE90) at base stations 5 km and 10 km away was 0.59 m and 0.76 m, respectively, failing to meet the PTSL 2024 requirements. The accuracy evaluation using 12 ICP revealed that the optimal distance of the base station from the AOI should be at most 3 km to comply with the PTSL 2024 guidelines without GCP. These accuracy results may vary if different PPK module specifications are utilized.

Keywords: Orthophoto, UAV, Post-Processed Kinematic (PPK), Base Station Distance, Horizontal Accuracy