

PENGUJIAN AKURASI DAN KETELITIAN PLANIMETRIK PADA PEMETAAN BIDANG TANAH SKALA BESAR MENGUNAKAN WAHANA UDARA DJI PHANTOM 4

Panji Prabowo¹, Fauzan Murdapa², Eko Rahmadi³

*Universitas Lampung, Jl Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT-UNILA
panji.prabowo77@gmail.com*

(Diterima 12 Maret 2020 , Disetujui 01 Mei 2021)

ABSTRAK

Kebutuhan pengukuran dan pemetaan bidang tanah di Indonesia masih sangat tinggi, dimana masih banyak bidang-bidang tanah yang belum terpetakan. Untuk itu dibutuhkan metode pengukuran dan pemetaan bidang tanah yang efektif dan efisien untuk menunjang terlaksananya pemetaan bidang tanah tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan selain terestris adalah metode fotogrametri menggunakan wahana pesawat tanpa awak atau biasa disebut UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Pengujian ketelitian geometri dilakukan dengan berpedoman pada Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014. Sedangkan pengujian ketelitian planimetrik dilakukan dengan membandingkan luas dan jarak dari sampel bidang-bidang tanah antara hasil pengukuran menggunakan UAV (metode fotogrametri) dengan hasil pengukuran terestris yang berpedoman pada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997. .

Pengujian akurasi yang dilakukan, seluruh orthofoto yang dihasilkan memenuhi standar ketelitian geometri peta RBI serta ketelitian peta dasar pendaftaran dengan nilai RMSE Horizontal sebesar 0,152 meter dan RMSE Vertikal 0,296 meter. Selain itu, seluruh sampel memiliki topografi relatif terjal maupun landai yang di *overlay* kan dengan peta orthofoto, selisih luasan terkecil 0,0215 m² dengan toleransi kesalahan 12,734 m², dan selisih luasan terbesar 12,2016 m² dengan toleransi kesalahan 32,703 m².

Kata Kunci: Bidang Tanah, Ketelitian Geometri, Ketelitian Planimetrik, UAV

ABSTRACT

Necessity measurement and mapping of areas of land in Indonesia is still very high , which is still a lot of areas of land that have not been mapped . For the required method of measuring and mapping of areas of land that is effective and efficient to support the implementation of mapping areas of land such.

One of the methods that can be used in addition to terrestrial is the method of photogrammetry using the vehicle plane without crew or plain called UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Testing the accuracy of the geometry is done by referring to the Perka BIG No. 15 Year 2014. While testing the accuracy of planimetric performed premises n comparing spacious and distance from sample areas of land between the results of measurements using a UAV (method photogrammetry) with the results of measurements of terrestrial are guided by the Regulation of the Minister of State Agrarian / Head of National Land Agency Number 3 of 1997.

From the testing that is done , the entire orthofoto which produced meets the standards of accuracy geometry map RBI as well as the accuracy of the maps basic registration with the value of RMSE Horizontal amounted to 0,152 meters and RMSE Vertical 0,296 meters. Besides that , the entire sample has topografi relatively steep and ramps that overlay right with map orthofoto , the difference in the extent of the smallest 0.0215 m²

with tolerance errors 12.734 m², and the difference in area of greatest 12.2016 m² with tolerance errors 32.703 m².

Keyword : Accuracy Geometry, accuracy planimetric, Field Land, UAV

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fotogrametri adalah suatu metode pemetaan objek-objek dipermukaan bumi yang menggunakan foto udara sebagai media, dimana dilakukan penafsiran objek dan pengukuran geometri untuk selanjutnya dihasilkan peta garis, peta digital maupun peta foto. Teknologi yang canggih seperti kamera dan pesawat membuat pekerjaan foto udara dapat dilakukan dengan waktu yang relatif lebih cepat dan akurasi yang cukup tinggi. Pengukuran pemetaan bidang tanah dengan akurasi tinggi di Indonesia sangat di butuhkan dimana masih banyak bidang-bidang tanah yang belum terpetakan dan masih banyak pekerjaan perencanaan yang membutuhkan jasa pemetaan, untuk itu dibutuhkan metode pengukuran dan pemetaan bidang tanah yang tidak membutuhkan banyak Sumber Daya Manusia (SDM), tidak membutuhkan banyak waktu yang cukup lama, dan memiliki akurasi dan ketelitian tinggi dan untuk menunjang terlaksananya pemetaan bidang tanah seperti di Instansi Badan Pertanahan Nasional (BPN).

Wahana pesawat tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dapat digunakan dengan ketelitian dan akurasi tinggi dengan harga terjangkau, mudah didapatkan, tidak membutuhkan banyak SDM, serta memiliki ketelitian dan akurasi seperti pesawat berawak. Hal tersebut dilakukan untuk menghasilkan orthofoto yang dibentuk dari segi resolusi spasial serta ketelitian geometri yang dihasilkan.

Pemetaan bidang tanah metode fotogrametri menggunakan wahana pesawat tanpa awak untuk mengetahui apakah memenuhi standar ketelitian peta dasar berdasarkan Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 serta Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997, maka diperlukan pengujian terhadap akurasi dan ketelitian planimetrik dari orthofoto atau peta foto yang dihasilkan.

Terdapat parameter dalam pengujian ketelitian, yaitu ketelitian geometri, planimetrik luas.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis ketelitian planimetrik luas dan jarak daerah terjal dan daerah landai menggunakan wahana UAV untuk peta pendaftaran tanah berdasarkan Peraturan Menteri Negara Agraria No. 3 tahun 1997?
2. Bagaimana tingkat ketelitian dihasilkan koreksi geometrik dan planimetrik berdasarkan kualitas data GCP dan ICP apakah bisa di jadikan sebagai Peta Pendaftaran Tanah ?
3. Bagaimana tingkat ketelitian geometri dan planimetrik pada pemetaan bidang tanah pemukiman skala besar menggunakan UAV Dji Phantom 4 berdasarkan Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014 serta Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan dengan menggunakan Wahana Udara Dji Phantom 4 ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui akurasi ketelitian geometrik pada citra peta foto berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15 tahun 2014.
2. Melakukan pemotretan area penelitian menggunakan UAV Dji Phantom 4.
3. Mengetahui selisih perbedaan luas dan jarak antara bidang tanah dari citra foto udara dan luas dan jarak bidang tanah RTK di lapangan berdasarkan petunjuk teknis pelaksanaan pengukuran dan

pemetaan yang berlaku di Kementerian ATR/BPN.

1.4 Maksud Penelitian

Maksud Penelitian ini untuk mengetahui ketelitian peta citra foto menggunakan UAV Dji Phantom 4 untuk daerah terjal dan landai dalam mempercepat pendaftaran tanah dan pengukuran lainnya.

1.5 Maksud Penelitian

Manfaat Penelitian ini untuk memberikan saran apakah wahana UAV menggunakan metode fotogrametri salah satu alternatif untuk percepatan pendaftaran tanah bagi Instansi BPN yang tidak membutuhkan waktu yang cukup lama, tidak membutuhkan banyak SDM, dan memenuhi akurasi dan ketelitian untuk daerah terjal dan landai menurut peraturan yang berlaku.

1.6 Batasan Masalah

Dalam menjelaskan permasalahan yang akan dibahas di dalam penelitian ini dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah yang dipaparkan, maka Batasan Masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Lokasi penelitian dilakukan di Universitas Lampung tepatnya di sekitaran Labotarium pertanian dan Perumahan Dosen Universitas Lampung.
2. Metode yang di gunakan dalam pengukuran GCP dan ICP menggunakan GPS Geodetic adalah metode Statik model radial dengan titik *Benchmark* (BM) di Universitas Lampung sebagai *base*.
3. Metode yang di gunakan untuk pengambilan sampel penelitian menggunakan metode RTK (*Real Time Kinematic*) yang di ambil langsung di lapangan.
4. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah hasil foto udara menjadi orthofoto adalah Agisoft PhotoScan.
5. Terdapat parameter dalam pengujian ketelitian, yaitu ketelitian geometri, ketelitian planimetrik luas, dan planimetrik jarak.

6. Jumlah sampel bidang untuk pengujian ketelitian planimetrik luas adalah 10 bidang tanah, dan 18 sampel jarak yang di ambil dari sampel bidang.
7. Pedoman yang digunakan dalam pengujian ketelitian geometri adalah Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Pedoman yang digunakan dalam pengujian ketelitian planimetrik jarak dan luas adalah Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran.

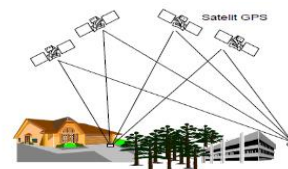
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fotogrametri

Fotogrametri berasal dari kata Yunani yakni dari kata *photos* yang berarti sinar, *gramma* yang berarti sesuatu yang tergambar atau ditulis dan *metron* yang berarti mengukur. Oleh karena itu, Fotogrametri berarti pengukuran secara grafik dengan menggunakan sinar (Thompson, 1980). Fotogrametri adalah seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik, dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam. (Wolf, 1993).

2.2 Perencanaan Aspek Geometri

Dalam perencanaan pengukuran parameter-parameter perencanaan suatu survey GPS yang terkait dengan geometri pengamat adalah : Lokasi Titik, Jumlah titik, Konfigurasi Jaringan, Karakteristik Baseline. Tidak seperti halnya survei terestris, Survei GPS tidak memerlukan saling keterlihatan (*intervisibility*) antara titik-titik pengamat, yang diperlukan adalah bahwa dapat melihat jumlah satelit yang terdeteksi oleh alat GPS geodetik



Gambar 1. Pengukuran GPS Geodetik
(Sumber : Dokumen.tips, 2019)

2.3 Ground Control Point (GCP)

Ground Control Point (GCP) merupakan objek dipermukaan bumi yang dapat diidentifikasi dan memiliki informasi spasial sesuai dengan sistem referensi pemetaan. Informasi spasial dalam bentuk koordinat X,Y,Z atau Lintang Bujur dan ketinggian dari GCP diukur dengan menggunakan GPS Geodetik ketelitian sub-meter. Keperluan GCP yang paling utama adalah proses georeferensi hasil pengolahan foto sehingga memiliki sistem referensi sesuai dengan yang dibutuhkan pada hasil pemetaan. GCP ini juga digunakan pada saat *data processing* untuk membantu proses koreksi data geometri pada *mosaic orthophoto*, sehingga akurasi dari peta yang dihasilkan akan memiliki ketelitian yang tinggi.

2.4 Orthofoto

Ortofoto merupakan suatu reproduksi foto yang telah dikoreksi beberapa penyimpangannya, seperti kemiringan (tilt), pergeseran topografi, dan terkadang sampai pada distorsi lensanya (Paine, 1993). Dengan kata lain Ortografis adalah foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi yang benar. Oleh karena itu ortografis secara geometrik ekuivalen dengan peta garis konvensional dan peta simbol planimetrik yang tentu saja menyajikan objek ortografis. Beda utama antara ortografis dengan peta adalah bahwa ortografis dibentuk oleh gambar kenampakan, sedangkan peta dibentuk dengan menggunakan garis dan simbol yang digambarkan sesuai dengan skala untuk merefleksikan kenampakan. Ortografis dibuat dari pasangan-pasangan foto perspektif (biasanya foto udara) stereoskopis atau triplikat foto udara dengan suatu proses yang disebut rektifikasi diferensial sedemikian rupa sehingga gambar fotografis yang terjadi berada pada kedudukan ortografis yang benar. Ortografis juga berbeda dengan suatu foto yang dibetulkan secara baku yakni dengan membetulkan foto udara dari kemiringan,

sementara pada ortografis yang dibetulkan tidak hanya kemiringan tetapi juga pergeseran topografinya.

2.5 Pemetaan Situasi Bidang Tanah

Pemetaan situasi bidang tanah adalah pemetaan suatu daerah atau wilayah ukur yang mencakup penyajian dalam dimensi horisontal dan vertikal secara bersama-sama dalam suatu gambar peta.

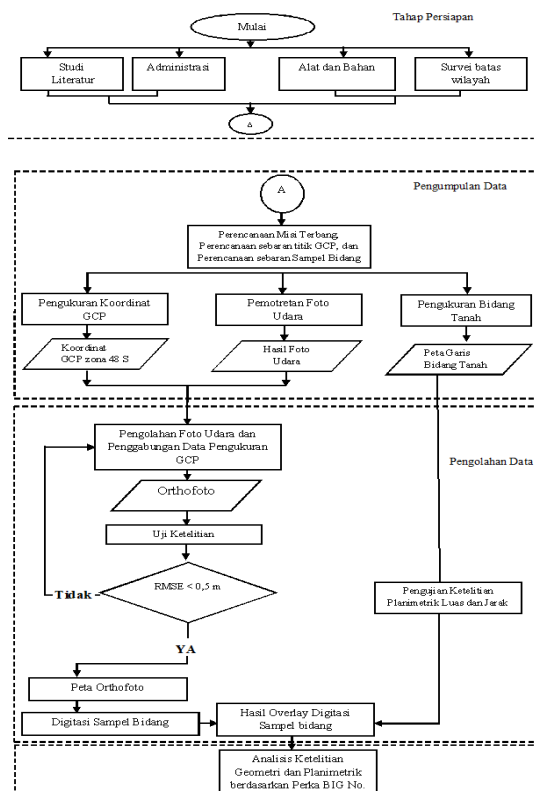
2.6 Model Penentuan Posisi RTK

Putra dan Khomsim (2013) menerangkan bahwa salah satu teknologi pemetaan yang mulai dikembangkan di Indonesia yaitu GNSS (Global Navigation Satellite System) jenis Real Time Kinematik. Single base RTK merupakan pengamatan secara differensial dengan menggunakan minimal dua receiver GNSS yang bekerja secara simultan dengan menggunakan data phase. Koreksi data dikirimkan secara satu arah dari base station kepada rover melalui transmisi radio.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini akuisisi data lapangan berupa data foto udara dan data sampel bidang yang diambil langsung di lapangan menggunakan GPS Geodetic dengan metode *Real Time Kinematic* (RTK). Proses pengolahan data foto udara menggunakan *software Agisoft PhotoScan* sedangkan pengolahan titik GCP menggunakan *software topcon tools*. Jumlah titik sebanyak 8 titik, 4 titik GCP digunakan dalam pengolahan dan 4 titik ICP sebagai titik cek. Pengolahan data foto udara akan menghasilkan pembentukan data Orthofoto dan DEM (*Digital Elevation Model*). Hasil Orthofoto dilakukan proses digitasi pada 10 sampel bidang yang diambil menggunakan GPS Geodetic, agar memberikan informasi spasial. Selanjutnya dilakukan *overlay* data foto udara UAV dengan data digitasi sampel agar mengetahui selisih hasil foto udara UAV dengan sampel bidang yang diambil langsung di lapangan.

3.1 Diagram Alir



3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada dilingkungan kampus Universitas Lampung tepatnya di Labotarium Pertanian dan Perumahan Dosen Universitas Lampung dengan total luasan area yaitu $\pm 9,47$ hektar, Koordinat geodetis area Labotarium Pertanian dan Perumahan dosen universitas lampung ini adalah $5^{\circ}22'00.00''\text{LS}$; $105^{\circ}14'44.26''\text{BT}$ – $5^{\circ}21'40.32''\text{LS}$; $105^{\circ}14'29.45''\text{BT}$.

3.3 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam proses pemotretan data foto udara, akuisisi data *Ground Control Point* (GCP), dan pengambilan data sampel bidang sebagai berikut :

1. Wahana udara UAV (*Umaned Aerial Vihcle*) DJI Phantom 4
2. GPS Geodetik Hi-Target V30.

Bahan yang digunakan dalam proses pemotretan data foto udara dan akuisisi data *Ground Control Point* (GCP) sebagai berikut :

1. Citra *google earth* universitas lampung
2. Terpal Biru dan Putih
3. Paku dan patok.

Citra *google earth* Labotarium Pertanian dan Perumahan Dosen Universitas Lampung digunakan sebagai orientasi lapangan, perencanaan jalur terbang wahana UAV DJI phantom 4, perencanaan sebaran titik-titik *ground control point* (GCP), dan perencanaan sebaran sampel bidang.

Software yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah

1. *Software topcon tools* untuk pengolahan data GPS
2. *Fix 4D* untuk mendukung pembuatan jalur terbang
3. *Software Agisoft PhotoScan* untuk mendukung pengolahan foto udara dalam penelitian ini
4. *Global Mapper*
5. *ArcGis*
6. *AutoCad 2012* untuk mendukung pengolahan sampel bidang pengukuran *Real Time Kinematic* (RTK).

3.4 Pengukuran Koordinat GCP

Akuisisi data lapangan *Ground Control Point* (GCP) membutuhkan waktu sekitar ± 1 hari, Metode pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengamatan statik singkat (*Rapid Static*) dilakukan dengan sesi pengamatan yang lebih singkat (30 menit).

Perlengkapan yang digunakan untuk akuisisi data posisi dan elevasi menggunakan dua alat GPS geodetik, Salah satu alat GPS geodetik diatur sebagai *base*, letak *base* pada titik tetap yang posisi koordinatnya sudah diketahui nilainya. Sedangkan alat berikutnya diatur sebagai *rover* yang titik tersebut akan ditentukan nilai posisi dan elevasinya. Pengamatan menggunakan alat GPS geodetik dilakukan pada sembilan titik rencana *ground control point* (GCP) dan *Independent Control Point* (ICP) yang sudah direncanakan sebelumnya. Posisi titik yang diketahui nilainya yaitu pada titik BM yang berada didepan gedung rektorat universitas lampung.

3.5 Pemotretan Foto Udara

Pemotretan data foto udara dilakukan dalam waktu $\pm$ selama 1 hari, Melihat situasi lokasi penelitian yang memiliki tumbuhan dan pepohonan yang tinggi, dapat mengakibatkan *lost* kontak antara *remote control* dengan wahana. Untuk meminimalisir terjadi *lost* kontak, maka yang dapat dilakukan yaitu memilih lokasi *take off* wahana UAV DJI phantom 4 pada area yang terbuka dari pepohonan. Lokasi bangunan yang tepat untuk melakukan *take off* wahana tersebut yaitu pada Labotarium Pertanian universitas lampung.

3.6 Pengukuran Bidang Tanah

Pengukuran bidang tanah lapangan yang di gunakan sebagai sampel membutuhkan waktu sekitar $\pm$ 1 hari, Metode pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengukuran *Real Time Kinematic* (RTK) yang diambil langsung dilapangan.

3.7 Uji Ketelitian Geometri

Uji ketelitian dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku mengacu kepada peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial nomor 15 tahun 2014 Tentang pedoman teknis ketelitian peta. Dari hasil uji tersebut kita dapat mengetahui nilai ketelitian peta dari hasil foto udara, dan spesifikasi tingkat kualitas data peta yang terbagi akan kualitas kelas dalam skala peta tertentu.

3.8 Pengujian Planimetrik Luas

Pengujian ketelitian Planimetrik Luas dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku mengacu kepada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997 Tentang Ketentuan Pelaksanaan Pendaftaran Tanah. Dari hasil uji tersebut kita dapat mengetahui nilai ketelitian pengukuran RTK terhadap Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997. Kemudian selisih luas tersebut diuji menggunakan rumus toleransi kesalahan seperti pada rumus :

$$\text{Toleransi Kesalahan Luas} = \pm 0.5 \sqrt{L}$$

Keterangan :

L = Luas yang dianggap benar (luas di lapangan)

3.9 Pengujian Planimetrik Jarak

Standar pengujian ketelitian planimetrik berpedoman pada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Langkah pertama adalah menghitung nilai RMS jarak menggunakan rumus :

$$\text{RMS jarak} = \sqrt{\frac{\sum(\Delta D - \Delta D_{\text{rata-rata}})^2}{n}}$$

Keterangan :

ΔD = selisih jarak di foto dengan lapangan

n = jumlah sampel jarak

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Akuisisi Data Ground Control Point (GCP)

Akuisisi data *Ground Control Point* diwilayah Labotarium Pertanian dan Perumahan Dosen Universitas Lampung yang digunakan untuk mengkoreksi data geometri dan elevasi pada fotogrametri, Sehingga dapat menghasilkan data keakuratan orthofoto yang tinggi. Karena didalam pengukuran selalu mengandung kesalahan terkait nilai RMS (*Root Mean Square*) pada nilai posisi koordinat horizontal maupun vertikal. Nilai RMS horizontal terbesar yaitu 0,003 m pada pengamatan titik GCP 3 dan GCP 4, untuk nilai RMS horizontal terkecil yaitu 0,001 m pada titik GCP 2, rata-rata nilai RMS horizontal secara keseluruhan yaitu 0,00225 m. Sedangkan nilai RMS vertikal terbesar yaitu 0,008 m pada pengamatan titik GCP 3, untuk nilai RMS terkecil vertikal yaitu 0,003 m pada titik GCP 1 dan GCP 2, rata-rata nilai RMS vertikal yaitu 0,00475 m. Dengan Nilai RMS yang kecil dapat dikatakan kualitas dari data tersebut dikategorikan baik.

Tabel 1. Hasil GCP

	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GCP 1	9406601,881	526836,674	137,889	0,002	0,003
GCP 2	9406349,508	526945,846	137,708	0,001	0,003
GCP 3	9406349,505	526945,849	137,588	0,003	0,008
GCP 4	9406558,754	527078,678	132,593	0,003	0,005

4.2 Uji Ketelitian Geometri

Ketelitian peta berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG), setiap peta yang dihasilkan menggunakan data foto udara memiliki nilai ketelitian kelas peta. Ketelitian kelas peta dapat diketahui dengan menghitung nilai *Circular Error* 90% (CE90) dan *Linear Error* 90% (LE90), nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertical. Nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar US NMA (United States National Map Accuracy Standards) sebagai berikut :

$$CE\ 90 = 1,5175 \times RMSE_x$$

$$LE\ 90 = 1,6499 \times RMSE_z$$

Ketelitian CE90 Horizontal

Ketelitian LE90 Vertikal

Tabel 2. Nilai CE 90 Horizontal

Nama Titik	ICP
	4 ICP
A1	0.01
A2	0.01
A3	0.01
A4	0.01
Jumlah	0.04
Rata-rata	0.010
RMSE	0.100
CE90	0.152

Tabel 3. Nilai LE 90 Vertikal

Nama Titik	ICP
	4 ICP
A1	0.029
A2	0.061
A3	0.030
A4	0.009
Jumlah	0.129
Rata-rata	0.032
RMSE	0.179
LE90	0.296

4.3 Uji Ketelitian Planimetrik Luas

Uji ketelitian planimetrik luas dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku mengacu kepada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997 Tentang Ketentuan Pelaksanaan Pendaftaran Tanah. Pengujian Planimetrik Luas dengan memasukan jumlah sampel 10 bidang dengan luasan yang berbeda dan situasi kondisi di lapangan yang berbeda. Langkah pertama dalam pengujian ketelitian

luas ini adalah menghitung selisih luas antara luas pada orthofoto dengan luas sebenarnya di lapangan. Luas tersebut merupakan luas dari sampel bidang yang sudah ditentukan. Kemudian selisih luas tersebut diuji menggunakan rumus toleransi kesalahan seperti pada rumus :

$$\text{Toleransi Kesalahan Luas} = \pm 0.5 \sqrt{L}$$

Keterangan : L = Luas yang dianggap benar (luas di lapangan)

Tabel 4. Uji Ketelitian Planimetrik Luas

BIDANG SAMPEL	LUAS PENGUKURAN (m ²)	LUAS DI PETA (m ²)	SELISIH (m ²)	TOLERANSI KESALAHAN (m ²)	KETERANGAN	KONDISI	SELISIH (%)	TOLERANSI KESALAHAN (%)
A	201,3021	202,1401	0,8380	7,094048562	MEMENUHI	TERJAL	0,4163 %	3,524081%
B	129,0751	127,9819	1,0932	5,680561152	MEMENUHI	TERJAL	0,846949%	4,400974%
C	129,0456	128,5181	0,5275	5,679911971	MEMENUHI	TERJAL	0,408770%	4,401477%
D	586,3599	590,4595	4,0996	12,1074347	MEMENUHI	TERJAL	0,699161%	2,064847%
E	648,6569	648,6784	0,0215	12,73437179	MEMENUHI	TERJAL	0,003315%	1,963191%
F	1926,6417	1930,1468	3,5051	21,94676343	MEMENUHI	LANDAI	0,181928%	1,139120%
G	4373,4249	4376,3375	2,9126	33,06593753	MEMENUHI	LANDAI	0,066598%	0,756065%
H	4278,1461	4290,3477	12,2016	32,70376928	MEMENUHI	LANDAI	0,285208%	0,764438%
I	2127,2020	2129,9194	2,7174	23,06080007	MEMENUHI	LANDAI	0,127745%	1,084091%
J	288,9144	285,9339	2,9805	8,498741083	MEMENUHI	LANDAI	1,03162 %	2,941612%

4.4 Uji Ketelitian Planimetrik Jarak

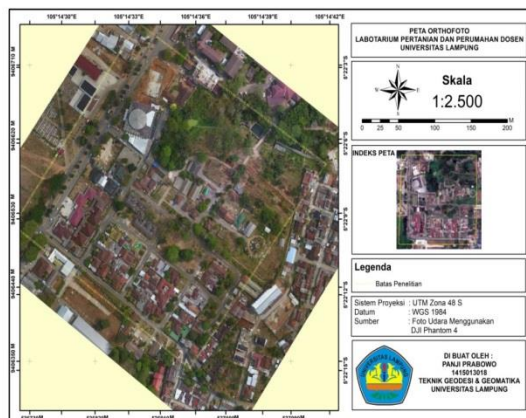
Hasil uji planimetrik jarak dari 18 sampel jarak yang diambil langsung dari sampel bidang yang sejajar jarak hasil foto udara dan jarak hasil pengukuran RTK, untuk daerah terjal memiliki selisih jarak dengan rata-rata 0,12 m, untuk RMS jaraknya dengan rata-rata 0,037581 m, dan untuk daerah landai memiliki selisih jarak dengan rata-rata 0,438889 m, untuk RMS jaraknya dengan rata-rata 0,099213 m. Hasil uji ketelitian jarak untuk daerah terjal memiliki selisih dan RMS jarak yang kecil dibandingkan daerah landai, dapat dilihat di tabel dibawah ini :

Tabel 5. Uji Ketelitian Planimetrik Luas

SAMPel	d FOTO (m)	d RTK (m)	SELISIH (m)	RMS Jarak (m)	KET < 0,75 (m)
A	16,58	16,41	0,17	0,025796303	MEMENUHI
(TERJAL)	13,51	13,41	0,1	0,042295461	MEMENUHI
	8,26	8,36	0,1	0,042295461	MEMENUHI
	2,84	2,96	0,12	0,037581416	MEMENUHI
	8,25	8,38	0,13	0,035224393	MEMENUHI
B	11,65	11,59	0,06	0,051723552	MEMENUHI
(TERJAL)	9,82	9,63	0,19	0,021082258	MEMENUHI
	11,44	11,29	0,15	0,030510348	MEMENUHI
	16,52	16,46	0,06	0,051723552	MEMENUHI
H	66,25	65,52	0,73	0,106196963	MEMENUHI
(LANDAI)	62,22	62,28	0,06	0,051723552	MEMENUHI
	70,13	68,71	1,42	0,268831523	MEMENUHI
	63,63	62,33	1,3	0,240547251	MEMENUHI
J	13,95	14,04	0,09	0,044652484	MEMENUHI
(LANDAI)	23,29	23,31	0,02	0,061151642	MEMENUHI
	13,21	13,48	0,27	0,002226077	MEMENUHI
	11,15	11,15	0	0,065865687	MEMENUHI
	14	13,94	0,06	0,051723552	MEMENUHI
JUMLAH			5,03		
RATA-RATA			0,27944444	RMS RATA-RATA	0,068397304

4.5 Peta Orthofoto

Peta orthofoto digunakan sebagai acuan awal dalam menggambarkan keadaan Labotarium Pertanian dan Perumahan Dosen Universitas Lampung secara nyata, dengan adanya peta orthofoto dapat diketahui secara jelas batas-batas serta informasi luasan sampel penelitian diwilayah Universitas Lampung.



V. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Ketelitian geometri peta *Orthofoto* Labotarium dan Perumahan Dosen Universitas Lampung menggunakan data foto udara memiliki ketelitian peta yang cukup baik, Hal tersebut dipengaruhi oleh jarak, waktu, dan pengamatan GCP yang mempengaruhi pada saat proses pengolahan data foto udara. Pada jumlah titik cek 4 ICP nilai RMSE horizontal sebesar 0,152 meter dan RMSE vertikal 0,296 meter.
2. Peta *Orthofoto* Labotarium dan Perumahan Dosen Universitas Lampung yang dihasilkan dengan

menggunakan data foto udara, dapat menghasilkan ketelitian peta maksimum pada skala 1:1000 memenuhi kriteria pada kelas 1 untuk ketelitian horizontal, dan kriteria kelas 2 untuk ketelitian vertikal.

3. Hasil uji planimetrik luas dengan pengukuran RTK yang di ambil langsung di lapangan, seluruh sampel memenuhi kriteria menurut Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997. Selisih luasan terkecil 0,0215 m² dengan toleransi kesalahan 12,734 m², dan selisih luasan terbesar 12,2016 m² dengan toleransi kesalahan 32,703 m².
4. Peta *Orthofoto* yang di hasilkan menggunakan data foto udara tidak disarankan sebagai peta pendaftaran tanah dan pengukuran luasan secara langsung pada peta hasil foto udara, dikarenakan rumus toleransi kesalahan masih memiliki hasil nilai yang cukup besar, sehingga untuk pengukuran luasan yang didaerah kota menimbulkan kerugian yang cukup besar.

5.2 Saran

Dalam hasil penelitian ini penulis menyarankan :

1. Keakurasian data peta yang dihasilkan agar memiliki nilai ketelitian peta yang lebih baik untuk penelitian berikutnya sebaiknya jumlah GCP dan titik cek diperbanyak jumlah titik GCP.
2. Pengukuran RTK agar memiliki nilai ketelitian planimetrik luas yang lebih baik untuk penelitian berikutnya sebaiknya jarak base tidak jauh dari titik pengambilan data di lapangan.
3. Hasil dari perhitungan rumus toleransi, bahwa nilai ketelitian planimetrik untuk luasan dari pengukuran RTK, hasil nilai terbesar bisa mencapai rumus toleransi $0,18654 \times \sqrt{L}$ dan memiliki rata-rata rumus toleransi $0,11275 \times \sqrt{L}$. Hasil nilai tersebut bisa menjadi saran sebagaimana rumus toleransi menurut Peraturan Menteri Negara Agraria /

Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997.

4. Hasil dari perhitungan rumus toleransi menurut Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997, masih memiliki nilai rumus toleransi yang besar bila digunakan di daerah perkotaan. Sebaiknya, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji rumus toleransi sebagai saran Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 3 Tahun 1997.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H. Z. 2007. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Cetakan Ketiga. Jakarta –PT Pradnya Paramita.

Anonim. *Ground Control Point (GCP)*. Bandung. diakses pada tanggal 2 Desember 2018.
<http://aerogeosurvey.com/2016/09/08/pa-itu-ground-control-point-gcp/>

Basuki, S. 2006. Ilmu Ukur Tanah. Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.. diakses tanggal 14 April 2019 (PDF) melalui <http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=download&sub=DownloadFile&act=view&typ=html&id=67324&ftyp=potongan&potongan=S1-2013-269463-bibliography.pdf>.

BIG. 2014. Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014. (PDF). diakses tanggal 14 melalui <http://jdih.big.go.id/hukumjdih/4477>.

BPN. 1997. Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997. Diakses tanggal 14 April 2019 (PDF) melalui <http://BPN.go.id/download/> peraturan

/permen/permenatrbpn/PermenATRBP N_3_1997.

Dipokusumo, Bobby S. 2004. Fotogrametri. Bandung DTGD Institut Teknologi Bandung

Wolf, P, R. 1983. *Elements of Photogrammetry*. 2nd edition, McGraw-Hill Book Company, New York.

Wolf, P, R. 1993. *Element of Photogrammetry*, Dengan Interpretasi Foto udara dan Penginderaan Jauh. Yogyakarta. Gajah Mada University Pres.