

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian di Perumahan Puri Wana Lestari, Pandanlandung, Kota Malang, Jawa Timur, dengan sebaran 6 titik *Ground Control Point* (GCP) dan 14 titik *Independent Check Point* (ICP) sebagai titik kontrol geometrik penelitian.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini terdapat beberapa peralatan dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian, baik alat ukur, perangkat lunak (*software*), dan perangkat keras (*hardware*). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti.

Tabel 3. 1 Perangkat Lunak Dan Keras

Hardware	Spesifikasi	Keterangan
GPS Geodetik	GPS Stonex S900 dengan waktu kerja hingga 12 jam dan Tingkat akurasi sebesar 5 Hz	GPS digunakan dalam pengamatan GNSS yang akan menghasilkan korrdinat GCP dan ICP
Laptop	Memiliki OS Windows 11 dengan processor Intel ke 12	Laptop digunakan untuk pengolahan GNSS dan pengolahan Fotonya
UAV	UAV dilengkapi system auto pilot yang memudahkan pada saat pemetaan	UAV digunakan sebagai media dalam pemotretan Foto Udara
Kamera	Sony a6000 dengan tipe fix-lens dan Zoom-lens	Kamera digunakan sebagai media dalam pemotretan Foto Udara

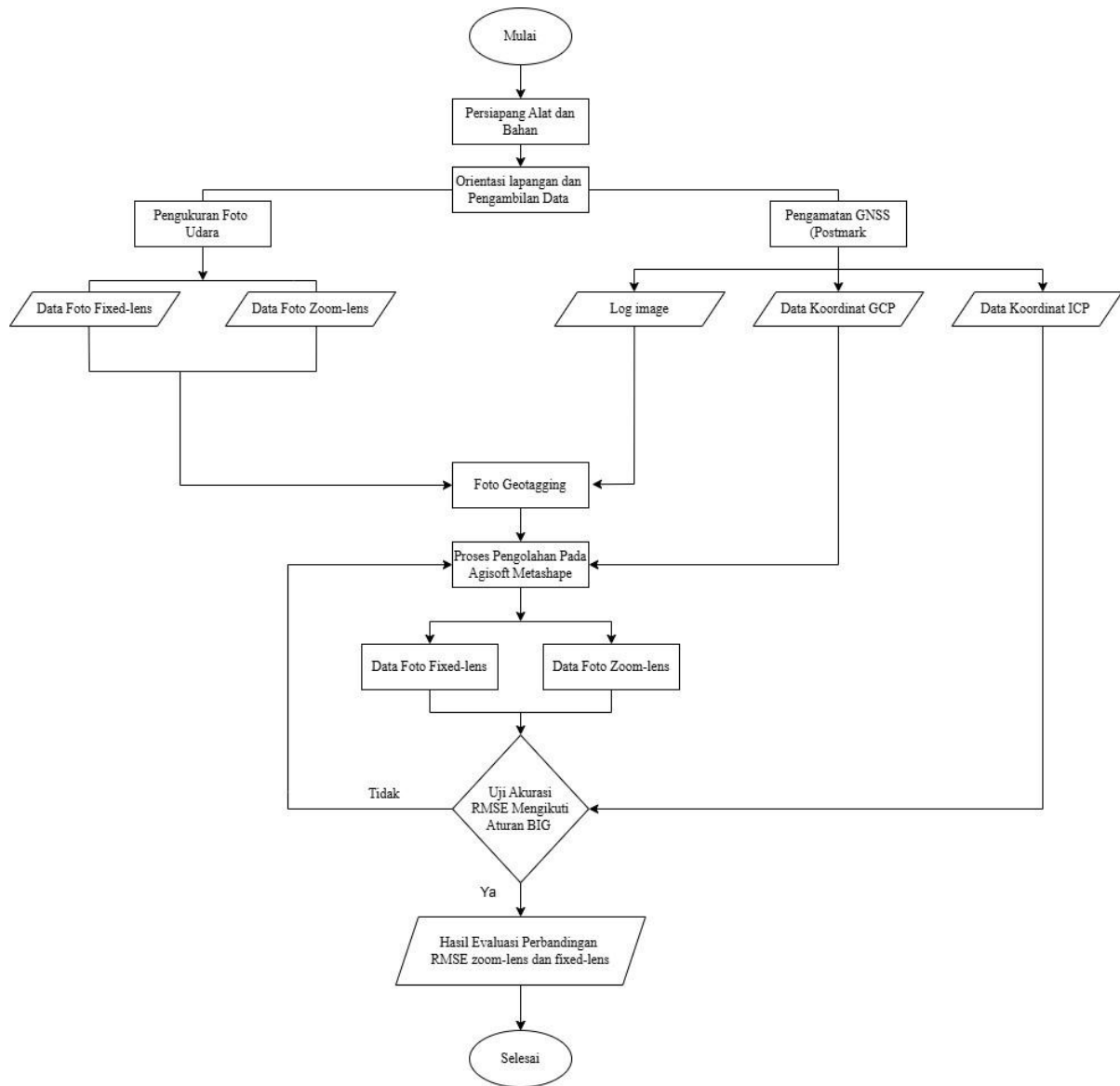
Tabel 3. 2 Nama Perangkat

Nama Software	Keterangan
Trimble Bussines Center	TBC digunakan untuk pengolahan GNSS
Agisoft Metashape	Agisoft digunakan untuk pengolahan hasil pemotretan
Emlid Studio	Emlid Studio digunakan untuk proses geotagging

Tabel 3. 3 Bahan

Bahan	Koordinat Orthophoto
Koordinat Orthophoto 20 MM	Pada panjang fokus 20 mm digunakan 564 foto serta 20 titik kontrol yaitu 6 GCP dan 14 ICP untuk pengikatan model dan pengujian ketelitian
Koordinat Orthophoto 25 MM	Pada panjang fokus 25 mm digunakan 849 foto dengan 20 titik kontrol, yaitu 6 GCP dan 14 ICP untuk pengikatan model dan pengujian ketelitian.
Koordinat Orthophoto 35 MM	Pada panjang fokus 35 mm digunakan 1.662 foto serta 20 titik kontrol yang terdiri dari 6 GCP dan 14 ICP untuk georeferensi dan evaluasi ketelitian.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3. 2 Diagram Penelitian

Penjelasan Diagram Alir

1. Mulai

Tahap ini merupakan awal pelaksanaan penelitian yang menandai dimulainya seluruh rangkaian kegiatan penelitian.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap persiapan bertujuan untuk menyiapkan seluruh alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian. Peralatan yang dipersiapkan meliputi wahana UAV/drone, kamera dengan lensa *fixed-lens* dan *zoom-lens*, perangkat GNSS, target GCP dan ICP, serta perangkat lunak pengolahan data.

3. Orientasi Lapangan dan Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan survei awal lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi lapangan, menentukan titik pengukuran, serta merencanakan jalur terbang drone dan penempatan GCP dan ICP sebelum pengambilan data dilakukan.

4. Pengukuran Foto Udara

Tahap ini merupakan proses pengambilan foto udara menggunakan UAV Pengambilan data dilakukan dengan dua jenis kamera, yaitu kamera dengan *fixed-lens* dan kamera dengan *zoom-lens*, guna memperoleh data foto udara sebagai bahan analisis perbandingan akurasi.

5. Data Foto *Fixed-Lens*

Data yang dihasilkan dari pemotretan foto udara menggunakan kamera *fixed-lens* dikumpulkan dan disiapkan untuk proses pengolahan selanjutnya.

6. Data Foto *Zoom-Lens*

Data yang dihasilkan dari pemotretan foto udara menggunakan kamera *zoom-lens* dikumpulkan dan dipisahkan dari data *fixed-lens* untuk keperluan analisis dan perbandingan.

7. Pengamatan GNSS (*Postmark*)

Pada tahap ini dilakukan pengukuran GNSS menggunakan metode *postmark*. Pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data koordinat yang akurat sebagai referensi geospasial dalam pengolahan data fotogrametri.

8. Log Image

Log image merupakan citra hasil transformasi logaritmik yang digunakan sebagai data pendukung dalam proses foto geotagging dan pengolahan fotogrametri.

9. Data Koordinat GCP

Data koordinat *Ground Control Point* (GCP) diperoleh dari hasil pengukuran GNSS dan digunakan sebagai titik kontrol untuk mengikat model fotogrametri agar sesuai dengan kondisi lapangan.

10. Data Koordinat ICP

Data koordinat *Independent Check Point* (ICP) diperoleh dari hasil pengukuran GNSS dan digunakan sebagai titik uji independen dalam pengujian akurasi hasil pemetaan.

11. Foto *Geotagging*

Tahap ini merupakan proses pemasukan koordinat hasil GNSS ke dalam metadata foto udara sehingga setiap foto memiliki informasi posisi yang akurat.

12. Proses Pengolahan Data pada Agisoft Metashape

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data foto udara menggunakan perangkat lunak Agisoft Metashape. Proses meliputi alignment foto, integrasi GCP, serta pembuatan model hasil pemetaan secara terpisah untuk data fixed-lens dan zoom-lens.

13. Uji Akurasi RMSE Mengikuti Aturan BIG

Setelah pengolahan data selesai, dilakukan uji akurasi menggunakan nilai RMSE berdasarkan standar Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan memanfaatkan titik ICP. Apabila hasil uji belum memenuhi standar, maka proses pengolahan diulang atau diperbaiki.

14. Hasil Evaluasi Perbandingan RMSE *Zoom-Lens* dan *Fixed-Lens*

Pada tahap ini dilakukan analisis perbandingan nilai RMSE antara hasil pemetaan menggunakan kamera *zoom-lens* dan *fixed-lens* untuk mengetahui pengaruh jenis lensa terhadap ketelitian hasil pemetaan.

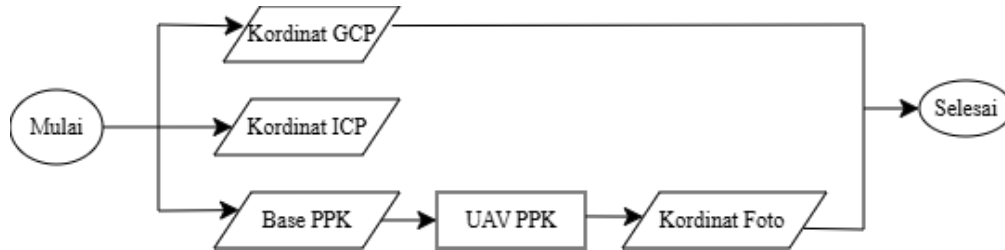
15. Selesai

Tahap akhir penelitian yang menandai berakhirnya seluruh rangkaian kegiatan penelitian setelah diperoleh hasil dan kesimpulan.

3.4 Akusisi Data

Pemetaan GNSS

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data GNSS dan data foto udara.



Gambar 3. 3 GNSS

Data GNSS pada penelitian ini diambil pada tanggal 23 Agustus 2025 dengan menggunakan pengamatan metode statik dan pengamatan dilakukan dengan rentang waktu minimal 30 menit dan akan diolah dengan format RINEX untuk memudahkan dalam pembagian data. Hasil dari pengolahan data GNSS ini akan digunakan sebagai tumpuan dalam uji akurasi dari hasil pemetaan foto udara. Data GNSS Static akan ditampilkan sebagai berikut:

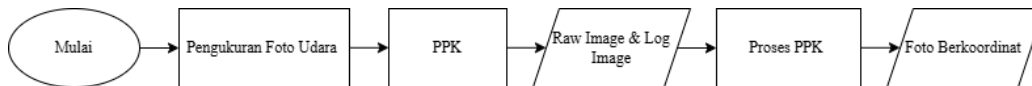


Gambar 3. 4 Proses Pengamatan GNSS

Name	Date modified	Type	Size
HistoryLog	11/13/2025 3:29 PM	File folder	
BM012350.25e	8/23/2025 12:47 PM	250 File	552,345 KB
BM012350.25p	8/23/2025 12:44 PM	25P File	445 KB
BSKL235A.25N	11/13/2025 11:52 AM	25N File	11 KB
BSKL235A.25O	11/13/2025 11:52 AM	25O File	31,801 KB
BSKL235B.25N	11/13/2025 11:52 AM	25N File	16 KB
BSKL235B.25O	11/13/2025 11:52 AM	25O File	26,693 KB
BSKL2352.25N	11/13/2025 11:50 AM	25N File	8 KB
BSKL2352.25O	11/13/2025 11:50 AM	25O File	23,181 KB
BSKL2356.25N	11/13/2025 11:50 AM	25N File	9 KB
BSKL2356.25O	11/13/2025 11:50 AM	25O File	26,645 KB
BSKL2357.25N	11/13/2025 11:51 AM	25N File	9 KB
BSKL2357.25O	11/13/2025 11:51 AM	25O File	26,799 KB
BSKL2358.25N	11/13/2025 11:51 AM	25N File	16 KB
BSKL2358.25O	11/13/2025 11:51 AM	25O File	24,922 KB
BSKL2359.25N	11/13/2025 11:51 AM	25N File	10 KB
BSKL2359.25O	11/13/2025 11:51 AM	25O File	23,746 KB
BSL12341.25N	11/13/2025 11:56 AM	25N File	23 KB
BSL12341.25O	11/13/2025 11:56 AM	25O File	98,148 KB
ITN12341.25N	11/13/2025 11:56 AM	25N File	10 KB
ITN12341.25O	11/13/2025 11:56 AM	25O File	6,340 KB
ITN12342.25N	11/13/2025 11:56 AM	25N File	11 KB
ITN12342.25O	11/13/2025 11:56 AM	25O File	12,531 KB
ITN12351.25N	11/13/2025 11:57 AM	25N File	12 KB
ITN12351.25O	11/13/2025 11:57 AM	25O File	14,025 KB
ITN12352.25N	11/13/2025 11:57 AM	25N File	12 KB
ITN12352.25O	11/13/2025 11:57 AM	25O File	14,269 KB
ITN12353.25N	11/13/2025 11:57 AM	25N File	18 KB
ITN12353.25O	11/13/2025 11:57 AM	25O File	12,166 KB

Gambar 3. 5 Data GNSS Hasil Pengamatan

3.5 Pemetaan Foto udara

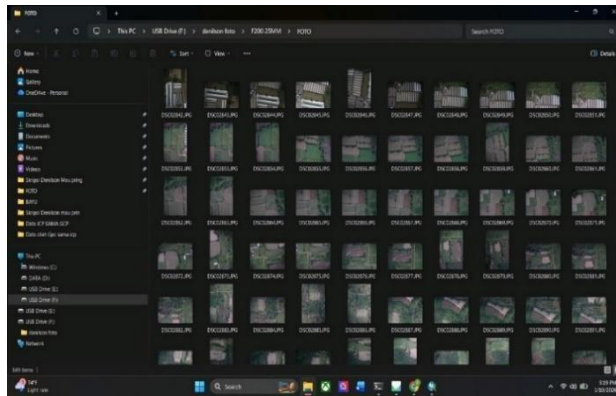


Gambar 3. 6 Pemetaan Foto Udara

Data foto udara yang dimaksud berupa foto mentah hasil dari pemotretan foto udara dengan menggunakan UAV. Data Mentah foto akan diolah hingga menjadi orthophoto yang kemudian akan diujikan terhadap data GNSS.



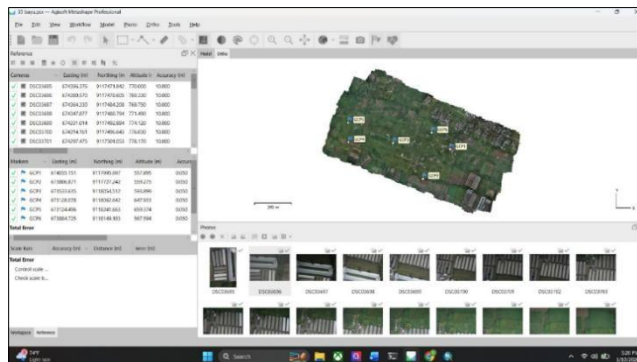
Gambar 3. 7 Alat yang digunakan dalam pemotretan foto udara



Gambar 3. 8 Data foto udara dari pemotretan menggunakan UAV

3.6 Pengolahan Foto Udara

Pada proses ini, pengolahan dilakukan menggunakan *software Agisoft Metashape* dengan menambahkan 6 GCP. Pengolahan ini meliputi *input foto*, *Alignment Photo*, input koordinat GCP, *Optimize Alignment*, *Build Point Cloud*, *Build DEM*, dan *Build Ortomosaic*. Sesuai dengan peraturan pemerintah untuk nilai GSD yang dihasilkan minimal 0,15 m



Gambar 3. 9 Pengolahan Foto Udara

3.7 Perhitungan Ketelitian

Berdasarkan Permen N0. 21 Tahun 2019 diperlukan untuk menguji akurasi horizontal(CE90) dan vertical(LE90) dari pemetaan yang sudah dilakukan, pada peraturan tersebut dijelaskan mengenai ketentuan yang berlaku untuk tingkat akurasi horizontal dan vertical. uji akurasi hasil pengolahan foto udara dengan menggunakan georetifikasi dengan GCP sebanyak 6 titik dan ICP sebanyak 14 titik sehingga hasil koordinat sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Koordinat Orthophoto 20 MM

Koordinat Horizontal 20 MM						
Koordinat ICP Lapangan		Koordinat ICP Orthofoto		Perhitungan RMSE Horizontal		
X GPS	Y GPS	X ORTO	Y ORTHO	X GPS-X ORTHO	Y GPS-Y ORTHO	X ² +Y ²
673570.8	9118161.421	673570.9	9118161.339	-0.057175	0.08162001	0.009930807
673512.4	9117936.845	673512.6	9117936.798	-0.23319	0.04659	0.056548204
673411.8	9118065.91	673411.9	9118065.984	-0.158314999	-0.07420999	0.030570762
673221.2	9118021.037	673221.4	9118021.091	-0.173722	-0.05449	0.033148493
673295.5	9118154.307	673295.4	9118154.168	0.101277	0.13894001	0.029561357
674057.9	9117800.825	674057.9	9117800.574	-0.019946999	0.251330009	0.063564656
673869.8	9117845.409	673869.9	9117845.486	-0.109856	-0.07692999	0.017986564
673652.5	9117801.902	673652.6	9117801.828	-0.102801999	0.073730011	0.016004365
673840.3	9117975.243	673840.3	9117975.336	0.059559	-0.093359999	0.012263364
673540.4	9118253.179	673540.4	9118253.094	0.030643	0.085129999	0.00818611
674090.2	9118093.324	674090.4	9118093.308	-0.102518999	0.016029999	0.010767106
673747.4	9118173.995	673747.3	9118174.002	0.184248	-0.006919991	0.033995212
673730	9118091.35	673730.1	9118091.389	-0.055769	-0.038849991	0.004619503
673124.5	9118241.663	673124.2	9118241.449	0.286874	0.213550011	0.127900299

Sedangkan data yang digunakan pada penelitian ini berupa titik kontrol independen (*Independent Check Point/ICP*) yang berfungsi sebagai data pembanding antara koordinat hasil orthophoto dan koordinat hasil pengukuran titik ICP tersebut digunakan untuk memastikan kesesuaian posisi koordinat horizontal antara data orthophoto dan data referensi lapangan.

Data ICP yang digunakan berjumlah 14 titik, yang diberi label ICP1 sampai dengan ICP14. Setiap titik ICP memiliki dua pasang koordinat, yaitu koordinat hasil pengukuran pada orthophoto dengan resolusi 20 mm dan koordinat hasil pengukuran GPS. Koordinat yang digunakan merupakan koordinat horizontal yang terdiri dari nilai X dan Y.

Koordinat orthophoto diperoleh melalui proses penentuan posisi titik ICP pada orthophoto dengan mempertimbangkan kenampakan objek yang jelas dan mudah dikenali. Sementara itu, koordinat GPS diperoleh dari hasil pengukuran lapangan yang digunakan sebagai data referensi. Penyajian data koordinat orthophoto dan koordinat GPS dilakukan dalam bentuk tabel untuk memudahkan proses pengolahan data pada tahapan selanjutnya.

Titik-titik ICP yang digunakan pada penelitian ini bersifat independen, yaitu tidak digunakan pada tahap pembentukan orthophoto, melainkan khusus digunakan untuk keperluan evaluasi ketelitian posisi pada tahap pengujian. Dengan demikian, data ICP yang disajikan pada tabel tersebut menjadi dasar dalam proses pengolahan dan evaluasi ketelitian horizontal orthophoto.

Tabel 3. 5 Koordinat Orthophoto 25 MM

Koordinat ICP Lapangan		Koordinat ICP Orthofoto		Perhitungan RMSE Horizontal		
X GPS	Y GPS	X ORTO	Y ORTHO	X GPS-X ORTHO	Y GPS-Y ORTHO	X ² +Y ²
673570.8	9118161.421	673570.9	9118161.117	-0.069104999	0.30442	0.097447037
673512.4	9117936.845	673512.6	9117937.055	-0.227995999	-0.20967	0.095943684
673411.8	9118065.91	673412.2	9118066.074	-0.413603	-0.16368	0.197858584
673221.2	9118021.037	673221.8	9118020.744	-0.603263999	0.293030011	0.44979404
673295.5	9118154.307	673295.8	9118154.288	-0.350702	0.01920001	0.123360533
674057.9	9117800.825	674058.4	9117800.532	-0.502546999	0.292579999	0.338156542
673869.8	9117845.409	673870.1	9117845.619	-0.311432999	-0.209960001	0.141073715
673652.5	9117801.902	673652.6	9117802.008	-0.039886	-0.10616	0.012860839
673840.3	9117975.243	673840.6	9117975.238	-0.300031	0.00504001	0.090044003
673540.4	9118253.179	673540.7	9118252.947	-0.322914999	0.232489999	0.158325696
674090.2	9118093.324	674090.5	9118093.541	-0.275448999	-0.217020001	0.122969832
673747.4	9118173.995	673747.4	9118173.865	0.016216	0.130229998	0.017222811
673730	9118091.35	673730.1	9118091.215	-0.104350999	0.13477001	0.029052086
673124.5	9118241.663	673124.5	9118241.701	-0.015850999	-0.03803999	0.001698295

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa titik kontrol independen (*Independent Check Point/ICP*) yang berfungsi sebagai data pembanding antara koordinat hasil orthophoto 25 mm dan koordinat hasil pengukuran titik ICP digunakan untuk memastikan kesesuaian posisi koordinat horizontal antara data orthophoto dan data referensi lapangan.

Jumlah ICP yang digunakan sebanyak 14 titik dengan label ICP1 sampai ICP14. Setiap titik memiliki dua pasang koordinat, yaitu koordinat orthophoto (x_{ortho}, y_{ortho}) dan koordinat GPS (x_{gps}, y_{gps}) yang merupakan koordinat horizontal. Koordinat orthophoto ditentukan berdasarkan kenampakan objek yang jelas pada orthophoto, sedangkan

koordinat GPS diperoleh dari hasil pengukuran lapangan. Seluruh data ICP disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan proses pengolahan dan evaluasi ketelitian posisi pada tahap selanjutnya.

Tabel 3. 6 Koordinat Orthophoto 35 MM

Koordinat ICP Lapangan		Koordinat ICP Orthofoto		Perhitungan RMSE Horizontal		
X GPS	Y GPS	X ORTO	Y ORTHO	X GPS-X ORTHO	Y GPS-Y ORTHO	X ² +Y ²
673571	9118161.42	673570.8	9118161.42	-0.002977	0.00371	2.26266E-05
673512	9117936.85	673512.4	9117936.95	0.013534001	-0.10124	0.010432707
673412	9118065.91	673411.8	9118065.95	-0.055320999	-0.04013999	0.004671632
673221	9118021.04	673221.3	9118021.09	-0.091487999	-0.05565	0.011466976
673295	9118154.31	673295.5	9118154.34	0.016329001	-0.03542	0.001521213
674058	9117800.83	674058	9117800.88	-0.077717	-0.05637	0.009217509
673870	9117845.41	673869.8	9117845.45	-0.012967999	-0.03834999	0.001638891
673653	9117801.9	673652.5	9117801.97	0.032835001	-0.06560999	0.005382808
673840	9117975.24	673840.3	9117975.3	0.01669	-0.06000999	0.003879755
673540	9118253.18	673540.4	9118253.17	0.010493	0.006980009	0.000158824
674090	9118093.32	674090.3	9118093.32	-0.003032999	-0.00034	9.31468E-06
673747	9118174	673747.4	9118173.99	0.007202001	0.003740009	6.58565E-05
673730	9118091.35	673730	9118091.31	-0.03365	0.040209999	0.002749167
673124	9118241.66	673124	9118241.66	0.031617001	0.00122001	0.001001123

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa titik kontrol independen (*Independent Check Point/ICP*) yang berfungsi sebagai data pembanding antara koordinat hasil orthophoto 35 mm dan koordinat hasil pengukuran GPS. Titik ICP digunakan untuk memastikan kesesuaian posisi koordinat horizontal antara data orthophoto dan data referensi lapangan. Jumlah ICP yang digunakan sebanyak 14 titik dengan label ICP1 sampai ICP14. Setiap titik memiliki dua pasang koordinat, yaitu koordinat orthophoto (x_{ortho}, y_{ortho}) dan koordinat GPS (x_{gps}, y_{gps}) yang merupakan koordinat horizontal.

Koordinat orthophoto ditentukan berdasarkan kenampakan objek yang jelas pada orthophoto, sedangkan koordinat GPS diperoleh dari hasil pengukuran lapangan. Seluruh

data ICP disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan proses pengolahan dan evaluasi ketelitian posisi pada tahap selanjutnya.