

**EVALUASI KETELITIAN ORTOFOTO DARI HASIL
PEMOTRETAN DRONE MENGGUNAKAN MINIMUM GCP DAN
NON-GCP (MODE RTK) TERHADAP HASIL ORTOFOTO
DENGAN GCP TERSEBAR MERATA
(Studi Kasus: Desa Tadang Palie, Kecamatan Sibulue, Kabupaten
Bone , Provinsi Sulawesi Selatan)**



Disusun Oleh:
Sungsang Bagus Nugroho
22.25.013

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

EVALUASI KETELITIAN ORTOFOTO DARI HASIL PEMOTRETAN DRONE MENGGUNAKAN MINIMUM GCP DAN NON-GCP (MODE RTK) TERHADAP HASIL ORTOFOTO DENGAN GCP TERSEBAR MERATA

(Studi Kasus: Desa Tadang Palie, Kecamatan Sibulue, Kabupaten
Bone , Provinsi Sulawesi Selatan)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh:

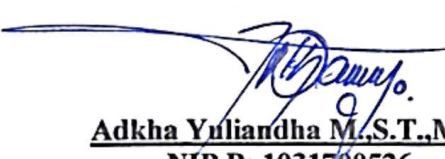
Sungsang Bagus Nugroho
2225013

Menyetujui:

Dosen Pembimbing Utama I

Dosen Pembimbing Pendamping II


M. Edwin Tjahjadi, ST., M. Geom. Sc., PhD
NIP.Y: 1039800320


Adkha Yuliandha M., S.T., M.T
NIP.P: 1031700526

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1



Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T.
NIP.Y: 103950028



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : SUNGSANG BAGUS NUGROHO
NIM : 2225013
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : EVALUASI KETELITIAN ORTOFOTO DARI HASIL PEMOTRETAN DRONE MENGGUNAKAN MINIMUM GCP DAN NON-GCP (MODE RTK) TERHADAP HASIL ORTOFOTO DENGAN GCP TERSEBAR MERATA (Studi Kasus: Desa Tadang Palie, Kecamatan Sibulue, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan)

Telah **Dipertahankan** di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dan **Diterima** untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Strata Satu (S1) Bidang Teknik Geodesi.

Pada Hari/Tanggal : Selasa, 4 Agustus 2026
Dengan Nilai : _____ (angka)

**Panitia Ujian Skripsi:
Ketua Penguji**


Martinus Edwin Tjahjadi, S.T., MGeom.Sc.Ph.D.
NIP.Y. 1039800320

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II


Dedy Kurnia Sunarvo, S.T., M.T.
NIP.Y. 1039500280


Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T.
NIP.P. 1031700526

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Ketelitian Ortofoto dari Hasil Pemotretan Drone Menggunakan Minimum GCP dan *Non-GCP* (Mode RTK) terhadap Hasil Ortofoto dengan GCP Tersebar Merata (Studi Kasus: Desa Tadang Palie, Kecamatan Sibulue, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan)” dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang. Penelitian ini membahas evaluasi ketelitian hasil ortofoto yang dihasilkan dari beberapa metode pengolahan data, yaitu metode GCP tersebar merata, RTK Minimum GCP, dan RTK *Non-GCP*. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian horizontal dan vertikal berdasarkan nilai CE90 dan LE90 serta kesesuaiannya terhadap standar ketelitian peta dasar.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian penelitian tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

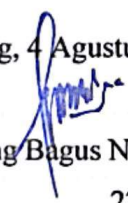
1. Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, kesabaran, kesempatan, serta kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat, serta pengorbanan yang tidak ternilai selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dedy Kurnia Sunaryo, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
4. M.Edwin Tjahjadi,ST.,MGeomSc.,PhD., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama proses penyusunan tugas akhir.

5. Adkha Yuliandha M.,S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan ilmu, bantuan, dan pelayanan selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman dan seluruh pihak yang telah membantu dalam proses pengambilan data, pengolahan data, hingga penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang fotogrametri, pemetaan menggunakan UAV, dan pemanfaatan teknologi RTK dalam pemetaan.

Malang, 4 Agustus 2026


Sungsang Bagus Nugroho

2225013

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sungsang Bagus Nugroho
NIM : 2225013
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya berjudul:

**EVALUASI KETELITIAN ORTOFOTO DARI HASIL PEMOTRETAN
DRONE MENGGUNAKAN MINIMUM GCP DAN *NON*-GCP (MODE
RTK) TERHADAP HASIL ORTOFOTO DENGAN GCP TERSEBAR
MERATA (Studi Kasus: Desa Tadang Palie, Kecamatan Sibulue, Kabupaten
Bone , Provinsi Sulawesi Selatan)**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 4 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Sungsang Bagus Nugroho

2225013

**EVALUASI KETELITIAN ORTOFOTO DARI HASIL PEMOTRETAN
DRONE MENGGUNAKAN MINIMUM GCP DAN *NON*-GCP (MODE
RTK) TERHADAP HASIL ORTOFOTO DENGAN GCP TERSEBAR
MERATA (Studi Kasus: Desa Tadang Palie, Kecamatan Sibulue, Kabupaten
Bone , Provinsi Sulawesi Selatan)**

Sungsang Bagus Nugroho (2225013)

Dosen Pembimbing I: M.Edwin Tjahjadi,ST.,MGeomSc.,PhD

Dosen Pembimbing II: Adkha Yuliandha M.,S.T., M.T

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pemetaan, terutama yang berkaitan dengan drone atau UAV, membawa pengaruh yang signifikan terhadap teknis pengumpulan data spasial untuk beragam kebutuhan survei pemetaan. Sistem RTK memungkinkan integrasi GPS berketelitian tinggi pada UAV yang menawarkan alternatif pemetaan tanpa GCP secara masif, atau dengan jumlah GCP minimum, tanpa mengorbankan kualitas hasil pemetaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketelitian ortofoto hasil pemotretan *drone* menggunakan metode Minimum GCP dan *Non*-GCP (Mode RTK) dibandingkan dengan metode GCP tersebar merata yang dilakukan di Desa Tadang Palie. Data foto udara diperoleh menggunakan drone, sedangkan pengolahan data dilakukan menggunakan *Agisoft Metashape*. Ketelitian ortofoto diuji menggunakan titik ICP dengan parameter RMSE, CE90, dan LE90. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode GCP tersebar merata menghasilkan CE90 sebesar 0,015 m dan LE90 sebesar 0,030 m, metode RTK Minimum GCP menghasilkan CE90 sebesar 0,019 m dan LE90 sebesar 0,008 m, sedangkan metode RTK *Non*-GCP menghasilkan CE90 sebesar 0,010 m dan LE90 sebesar 0,001 m. Seluruh metode memenuhi persyaratan ketelitian Peta Dasar Skala 1:1.000 Kelas 1. Metode RTK *Non*-GCP menghasilkan ketelitian terbaik pada lokasi penelitian dan menunjukkan bahwa penggunaan RTK dapat menjadi alternatif yang efisien untuk pemetaan tanpa banyak menggunakan GCP.

Kata kunci: UAV, RTK, GCP, *Non*-GCP, ortofoto, ketelitian.

***EVALUATION OF ORTHOPHOTO ACCURACY FROM DRONE IMAGERY
USING MINIMUM GCP AND NON-GCP (RTK MODE) COMPARED WITH
ORTHOPHOTO RESULTS USING EVENLY DISTRIBUTED GCP (Case
Study: Tadang Palie Village, Sibulue District, Bone Regency, South Sulawesi
Province)***

Sungsang Bagus Nugroho (2225013)

Supervisor I: M.Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., PhD

Supervisor II: Adkha Yuliandha M., S.T., M.T

ABSTRACT

The development of mapping technology, especially that related to drones UAV, has a significant impact on the technical aspects of spatial data collection for various mapping survey needs. The system RTK enables the integration of high-precision GPS on UAVs, offering an alternative to mass-scale mapping without GCPs, or with a minimum number of GCPs, without sacrificing the quality of the resulting mapping. This study aims to evaluate the accuracy of the resulting orthophotos using the Minimum GCP method and Non-GCP (RTK Mode) compared with the uniformly distributed GCP method conducted in Tadang Palie Village. Aerial photography data was obtained using a drone, while data processing was carried out using Agisoft Metashape. The accuracy of the orthophoto is tested using points ICP with RMSE, CE90, and LE90 parameters. The results of the study show that the evenly distributed GCP method produces a CE90 of 0.015 m and a LE90 of 0.030 m, the RTK Minimum GCP method produces a CE90 of 0.019 m and a LE90 of 0.008 m, while the RTK method Non-GCP produces a CE90 of 0.010 m and an LE90 of 0.001 m. All methods meet the accuracy requirements of a 1:1,000 Class 1 Base Map. RTK Method Non-GCPs produced the best accuracy at the research location and showed that the use of RTK can be an efficient alternative for mapping without using much GCP.

Keywords: UAV, RTK, GCP, Non-GCP, orthophoto, precision.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Fotogrametri Udara	5
2.2 DJI Matrice 4 Enterprise	6
2.3 Jalur Terbang	8
2.4 Metode Penentuan Posisi Menggunakan GNSS	9
2.4.1. Metode Pengukuran Statik Jaring	9
2.4.2. Metode Pengukuran <i>Rapid Static</i> (Radial).....	9

2.5	Jaring Kontrol Horizontal Nasional.....	10
2.6	<i>Bundle Block Adjustment</i>	11
2.7	Kalibrasi Foto	12
2.8	<i>Point Cloud</i>	13
2.9	Model Elevasi Digital.....	14
2.9.1.	<i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	15
2.9.2.	<i>Digital Terrain Model (DTM)</i>	15
2.9.3.	<i>Digital Surface Model (DSM)</i>	16
2.10	Ortofoto	17
2.11	<i>Ground Control Point & Independent Control Point</i>	17
2.12	Persebaran Titik Kontrol Tanah	19
2.13	<i>Strength Of Figure</i>	19
2.14	Parameter <i>Exterior Orientation</i> (EO).....	20
2.14.1	Nilai Parameter EO	21
2.14.2	Peran EO dalam fotogrametri.....	21
2.15	Uji Akurasi dengan RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Lokasi	24
3.2	Alat dan Bahan	24
3.3	Diagram Alir.....	26
3.4	Pengambilan Data.....	28
3.4.1	Pengamatan Statik GCP & ICP	28
3.4.2	Akuisisi Data Fotoudara.....	30
3.5	Pengolahan Data.....	33
3.5.1.	<i>Alignment Photos</i>	33
3.5.2.	<i>Input GCP dan ICP</i>	34

3.5.3. <i>Optimize Camera Alignment</i>	34
3.5.4. <i>Dense Cloud</i>	35
3.5.5. Penyusunan DSM dan Ortomosaik.....	36
3.6 Uji Ketelitian	36
3.6.1. Perhitungan <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	36
3.6.2. Perhitungan Ketelitian Horizontal (CE90)	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Hasil Pengolahan <i>Rapid Static</i> GCP & ICP	39
4.2 Hasil Ortofoto Mode <i>Non-RTK</i>	40
4.2.1. Hasil Akuisisi Data	40
4.2.2. Hasil Akurasi <i>Ground Control Point</i> (GCP).....	40
4.2.3. Hasil Akurasi <i>Independent Check Point</i> (ICP)	41
4.3 Hasil Pengolahan Ortofoto Mode RTK <i>Non-GCP</i>	42
4.3.1. Hasil Akuisisi data	42
4.3.2. Hasil Akurasi <i>Independent Check Point</i> (ICP)	43
4.4 Hasil Pengolahan Ortofoto Mode RTK Minimum GCP	43
4.4.1. Hasil Akuisisi Data	44
4.4.2. Hasil Akurasi <i>Ground Control Point</i> (GCP)	44
4.4.3. Hasil Akurasi <i>Independent Check Point</i> (ICP)	45
4.5 Hasil Uji Akurasi CE90 dan LE90	46
4.5.1. Marking Premark	46
4.5.2. Uji Akurasi Mode RTK Minimum GCP	47
4.5.2. Uji Akurasi Mode RTK <i>Non-GCP</i>	49
4.5.3. Uji Akurasi Mode <i>Non-RTK</i> GCP Merata	50
4.6 Statistik Uji Akurasi CE90 dan LE90	51
4.7 Klasifikasi Ketelitian Peta	53

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan Penelitian.....	54
5.2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Akuisisi Foto Udara	5
Gambar 2.2. Drone mode RTK	6
Gambar 2.3. DJI <i>Matrice 4 Enterprise</i>	7
Gambar 2.4. Pembuatan jalur terbang	8
Gambar 2.5. Pola metode statik jaring	9
Gambar 2.6. Pola metode <i>rapid static</i>	10
Gambar 2.7. Proses <i>Bundle Block Adjustment</i>	11
Gambar 2.8. <i>Point Cloud</i> di <i>Agisoft</i>	13
Gambar 2.9. Model Elevasi Digital	14
Gambar 2.10. DEM	15
Gambar 2.11. DTM	16
Gambar 2.12. DSM	16
Gambar 2.13. Ortofoto	17
Gambar 3.1. Lokasi penelitian	24
Gambar 3.2. Diagram Alir	26
Gambar 3.3. Pengamatan statik menggunakan GNSS Comnav	28
Gambar 3.4. Persebaran ICP & GCP tersebar merata	29
Gambar 3.5. Persebaran ICP dan GCP minimum	29
Gambar 3.6. Persebaran ICP mode RTK	30
Gambar 3.7. Jalur terbang	30
Gambar 3.8. Tampilan RTK <i>disable</i>	31
Gambar 3.9. Tampilan RTK <i>Connected</i>	32
Gambar 3.10. Tampilan <i>Positioning fix</i>	32
Gambar 3.11. Tampilan setting kontroler GNSS	33
Gambar 3.12. Tampilan hasil <i>Alignment Photos</i>	33
Gambar 3.13. Tampilan marking GCP & ICP	34
Gambar 3.14. Tampilan optimasi kamera	34
Gambar 3.15. Tampilan <i>Dense Cloud</i>	35
Gambar 3.16. <i>Digital Surface Model</i>	36
Gambar 3.17. Visualisasi Pergeseran Posisi Horizontal.	37
Gambar 4.1. Hasil ortofoto GCP merata Non-RTK	40

Gambar 4.2. Hasil ortofoto metode RTK Non-GCP.....	42
Gambar 4.3. Hasil ortofoto metode RTK minimum GCP	44
Gambar 4.4. Posisi patok di atas <i>premark</i>	46
Gambar 4.5. Titik ICP dari lapangan dan marker ArcGIS.....	47
Gambar 4.6. Diagram batang hasil uji akurasi.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi <i>DJI Matrice 4 Enterprise</i>	7
Tabel 2.2. Kerangka referensi koordinat.....	11
Tabel 2.3. Standar BIG jumlah persebaran ICP	18
Tabel 2.4. Kriteria <i>Strength of Figure</i>	20
Tabel 2.5. Peraturan Ketelitian Peta Dasar BIG	23
Tabel 2.6. Perhitungan ketelitian berdasarkan kelas.....	23
Tabel 3.1. Alat yang digunakan	24
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan	25
Tabel 3.3. Koordinat hasil statik dan pengolahan foto.....	37
Tabel 3.4. Hasil perhitungan RMSE setiap metode	38
Tabel 3.5. Hasil Perhitungan CE90 & LE90 setiap metode.....	38
Tabel 4.1. Hasil Koordinat Statik GCP & ICP	39
Tabel 4.2. Hasil RMSE Agisoft titik GCP metode GCP merata <i>Non</i> RTK.....	41
Tabel 4.3. Hasil RMSE Agisoft titik ICP metode GCP merata <i>Non</i> -RTK	41
Tabel 4.4. Hasil RMSE Agisoft titik ICP metode RTK <i>Non</i> -GCP	43
Tabel 4.5. Hasil RMSE Agisoft titik GCP metode RTK minimum GCP	45
Tabel 4.6. Hasil RMSE Agisoft titik ICP metode RTK minimum GCP	45
Tabel 4.7. Hasil perhitungan uji akurasi CE90 metode RTK minimum GCP	47
Tabel 4.8. Hasil perhitungan uji akurasi LE90 metode RTK minimum GCP	48
Tabel 4.9. Hasil perhitungan uji akurasi CE90 metode RTK <i>Non</i> -GCP.....	49
Tabel 4.10. Hasil perhitungan uji akurasi LE90 metode RTK <i>Non</i> -GCP.....	50
Tabel 4.11. Hasil perhitungan uji akurasi CE90 metode <i>Non</i> RTK GCP merata .	50
Tabel 4.12. Hasil perhitungan uji akurasi LE90 metode <i>Non</i> -RTK GCP merata .	51
Tabel 4.13. Hasil CE90 & LE90 ketiga metode	52
Tabel 4.14. Klasifikasi Kelas Skala Peta	53