SKRIPSI

ANALISIS KOMPARASI KETELITIAN GEOMETRIS ORTOFOTO MENGGUNAKAN METODE *DIRECT GEOREFERENCING* (RTK DAN PPK) DAN *INDIRECT GEOREFERENCING* (GCP) PADA *LONG BASELINE*

(Studi Kasus : *Sunflower Cafe and Scenery*, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang)

Disusun Oleh :

Ahmad Muthoriq Aziz

22.25.006

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KOMPARASI KETELITIAN GEOMETRIS ORTOFOTO MENGGUNAKAN METODE *DIRECT GEOREFERENCING* (RTK DAN PPK) DAN *INDIRECT GEOREFERENCING* (GCP) PADA KONDISI *LONG BASELINE*

(Studi Kasus: *Sunflower Cafe and Scenery*, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh:
Ahmad Muthoriq Aziz
2225006

Menyetujui,	Menyetujui,
Dosen Pembimbing Utama I	Dosen Pembimbing Pendamping II
M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.	**Adkha Yulianandha M., S.T., M.T.**
NIP.Y. 1039800320	**NIP.P. 1031700526**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1

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

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
PT. 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	:	AHMAD MUTHORIQ AZIZ
NIM	:	2225006
JURUSAN	:	TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL	:	ANALISIS KOMPARASI KETELITIAN GEOMETRIS ORTOFOTO MENGGUNAKAN METODE *DIRECT GEOREFERENCING* (RTK DAN PPK) DAN *INDIRECT GEOREFERENCING* (GCP) PADA KONDISI *LONG BASELINE* (Studi Kasus: *Sunflower Cafe and Scenery*, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang)

Telah **Dipertahankan** di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dan **Diterima** untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Bidang Teknik Geodesi.

Pada Hari Tanggal : Rabu, 5 Agustus 2026
Dengan Nilai : _____(angka)

Panitia Ujian Skripsi
Ketua Penguji

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

Penguji I	**Penguji II**
Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T.	**M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.**
NIP.P. 1031700526	**NIP.Y. 1039800320**

ANALISIS KOMPARASI KETELITIAN GEOMETRIS ORTOFOTO MENGGUNAKAN METODE *DIRECT GEOREFERENCING* (RTK DAN PPK) DAN *INDIRECT GEOREFERENCING* (GCP) PADA KONDISI *LONG BASELINE* (Studi Kasus: Sunflower Cafe and Scenery, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang)

Ahmad Muthoriq Aziz (2225006)
Dosen Pembimbing I : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Adkha Yulianandha M., S.T., M.T.

ABSTRAK

Perkembangan modul *Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic* pada wahana *Unmanned Aerial Vehicle* memungkinkan penerapan *Direct Georeferencing* tanpa *Ground Control Point*. Namun demikian, keandalan metode ini pada kondisi *long baseline* (jarak ke stasiun CORS >20 km) masih menjadi perdebatan, karena residu kesalahan atmosfer berpotensi menurunkan status solusi posisi dari *Fixed* menjadi *Float* atau *Single*. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan ketelitian geometris ortofoto yang dihasilkan dari tiga skenario georeferensi, yaitu DG-RTK, DG-PPK, dan IG-GCP, pada kondisi *long baseline* dengan jarak CORS terdekat 24 km dan 42 km. Penelitian dilaksanakan di *Sunflower Cafe and Scenery*, Desa Panglungan, Kabupaten Jombang, menggunakan wahana DJI Mavic 3 Enterprise dan divalidasi terhadap 16 titik *Independent Check Point* hasil pengukuran GNSS RTK. Ketelitian dievaluasi menggunakan nilai CE90 dan LE90 mengacu pada Peraturan BIG Nomor 6 Tahun 2018. Hasil penelitian menunjukkan metode DG-RTK menghasilkan CE90 sebesar 1,742 m dan LE90 sebesar 4,444 m, DG-PPK menghasilkan CE90 sebesar 0,426 m dan LE90 sebesar 0,365 m, sedangkan IG-GCP menghasilkan CE90 sebesar 0,105 m dan LE90 sebesar 0,073m. Hanya metode IG-GCP yang memenuhi standar Peta Dasar Kelas 1 skala 1:1.000 (CE90≤ 0,30 m; LE90 ≤ 0,20 m). Disimpulkan bahwa pada kondisi *long baseline*, penggunaan GCP masih mutlak diperlukan untuk menjamin ketelitian geometris ortofoto sesuai standar pemetaan kadaster nasional.

Kata Kunci: Ortofoto, *Direct Georeferencing*, *Indirect Georeferencing*, *Long Baseline*, Ketelitian Geometris.

COMPARISON ANALYSIS OF ORTHOPHOTO GEOMETRIC ACCURACY USING DIRECT GEOREFERENCING (RTK AND PPK) AND INDIRECT GEOREFERENCING (GCP) METHODS UNDER LONG BASELINE CONDITIONS (Case Study: Sunflower Cafe and Scenery, Panglungan Village, Wonosalam Subdistrict, Jombang Regency)

Ahmad Muthoriq Aziz (2225006)
Supervisor I : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.
Supervisor II : Adkha Yulianandha M., S.T., M.T.

ABSTRACT

The development of Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic modules on Unmanned Aerial Vehicle platforms enables the application of Direct Georeferencing without Ground Control Points. However, the reliability of this method under long baseline conditions (distance to CORS >20 km) remains debatable, as atmospheric error residuals can potentially degrade position solutions from Fixed to Float or Single. This study aims to analyze the geometric accuracy of orthophotos derived from three georeferencing scenarios: DG-RTK, DG-PPK, and IG-GCP, under long baseline conditions with nearest CORS distances of 24 km and 42 km. Conducted in Panglungan Village, Jombang Regency, using a DJI Mavic 3 Enterprise UAV, the results were validated against 16 Independent Check Points measured via GNSS RTK. Accuracy was evaluated using CE90 and LE9) parameters, referring to the Head of BIG Regulation No. 6 of 2018. The results show that DG-RTK yielded a CE90 of 1.742 m and an LE90 of 4.444 m, DG-PPK yielded a CE90 of 0.426 m and an LE90 of 0.365 m, while IG-GCP yielded a CE90 of 0.105 m and an LE90 of 0.073 m. Only the IG-GCP method met the Class 1 Basic Map standard for a 1:1,000 scale (CE90 ≤ 0.30 m; LE90 ≤ 0.20 m). It is concluded that under long baseline conditions, the use of GCPs is still strictly necessary to ensure orthophoto geometric accuracy meets national cadastral mapping standards.

Keywords: Orthophoto, Direct Georeferencing, Indirect Georeferencing, Long Baseline, Geometric Accuracy.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Name	: Ahmad Muthoriq Aziz
NIM	: 2225006
Program Studi	: Teknik Geodesi S-1
Fakultas	: Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

"ANALISIS KOMPARASI KETELITIAN GEOMETRIS ORTOFOTO MENGGUNAKAN METODE *DIRECT GEOREFERENCING* (RTK DAN PPK) DAN *INDIRECT GEOREFERENCING* (GCP) PADA KONDISI *LONG BASELINE* (Studi Kasus: *Sunflower Cafe and Scenery*, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang)"

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

Malang, 5 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Ahmad Muthoriq Aziz

NIM 2225006

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan nikmat yang sangat luar biasa, memberikan penulis kekuatan, membekali penulis dengan ilmu pengetahuan, serta memperkenankan penulis menyelesaikan salah satu babak penting dalam hidup ini. Atas karunia, rahmat, serta kemudahan yang Engkau curahkan, akhirnya tugas akhir skripsi yang sederhana ini dan jauh dari kata sempurna dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Perjalanan menyusun skripsi ini bukanlah sebuah proses yang instan atau mudah bagi penulis. Begitu banyak dinamika, suka dan duka, tantangan teknis di lapangan, hingga kejenuhan akademik yang harus dihadapi dan dilalui—mulai dari persiapan alat, kompleksitas pengambilan data, pengolahan yang memakan waktu, hingga penyusunan laporan akhir. Namun, berkat kebesaran Allah SWT., serta doa, dukungan, dan uluran tangan dari berbagai pihak yang luar biasa, segala hambatan tersebut berhasil ditaklukkan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya sederhana ini kepada orang-orang yang paling berarti dalam hidup:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, sang penguasa semesta, atas limpahan rahmat, hidayah, serta kekuatan fisik dan mental yang diberikan di setiap langkah, sehingga penulis mampu bertahan dan mencapai titik akhir perjuangan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Anas Habibudin dan Ibu Anis Ruroh, sumber kekuatan utama dan alasan terbesar penulis untuk melangkah. Terima kasih atas doa yang tak putus di sepertiga malam, kasih sayang tak bertepi, serta pengorbanan moril dan materiil hingga tahap akhir studi ini.
3. Bapak M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas kesabaran, bimbingan, kritik membangun, serta masukan berharga yang memperdalam wawasan keilmuan geodesi penulis.

4. Segenap Bapak/Ibu Dosen, Staf, dan Pengelola Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang, atas ilmu yang diberikan serta kemudahan pelayanan administrasi dan birokrasi akademik selama masa studi penulis.
5. Teman-teman mahasiswa Eki, Danang, Faris, Sungsang, Indra, Aspradita, Risky, Agusto, Ano, Biyu, Dera, Maysadora, Dita, Agung, Adit, dan Teman-teman Teknik Geodesi Angkatan 2022 yang tidak bisa saya sebutkan satu persaru, keluarga kedua selama kuliah. Terima kasih atas kekompakan, solidaritas, dan semangat bersama dalam menghadapi berbagai tugas hingga garis akhir masa sarjana.
6. Rekan-rekan seperjuangan Tim MBKM Jombang, partner lapangan yang tangguh dan solid. Terima kasih atas kerja sama, keringat dan tawa di bawah terik matahari, serta perjuangan bersama hingga penelitian ini terlaksana lancar.
7. Band Bad Omens, yang karya-karya musiknya selalu setia menemani malam-malam panjang pengerjaan skripsi, menjadi sumber energi, sekaligus pelepas penat di kala jenuh menghadapi kerumitan data.

"Bagaimana pun lebatnya badai dan beratnya beban yang harus ditopang, Yggdrasil tidak pernah runtuh karena akarnya menghujam jauh ke bumi dan dahannya terus menggapai bintang. Begitu pula perjalanan ini, berakar pada doa dan restu orang tua, berdiri kokoh berkat keteguhan tekad, serta ditopang oleh ilmu dan orang-orang hebat di sekeliling penulis. Perjuangan akademik ini hanyalah akar pertama dari pohon kehidupan yang lebih besar.

Perjalanan baru saja dimulai."

“Yggdrasil”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. karena atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul "Analisis Komparasi Ketelitian Geometris Ortofoto Menggunakan Metode *Direct Georeferencing* (RTK Dan PPK) Dan *Indirect Georeferencing* (GCP) Pada Kondisi Long Baseline (Studi Kasus: *Sunflower Cafe and Scenery*, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang)" tepat pada waktunya.

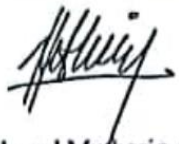
Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya bantuan, bimbingan, dorongan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT., yang senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan bagi penulis dalam setiap langkah kehidupan.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Anas Habibudin dan Ibu Anis Ruroh, atas segala doa yang tak pernah putus, limpahan kasih sayang, serta pengorbanan moril dan materiil yang luar biasa.
3. Bapak M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu dengan penuh kesabaran dalam memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat berharga.
4. Segenap Bapak/Ibu Dosen serta staf administrasi Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang atas ilmu, fasilitas, dan pelayanan akademis yang diberikan selama masa perkuliahan.
5. Rekan-rekan Tim MBKM Jombang serta teman-teman mahasiswa Teknik Geodesi Angkatan 2022 atas kerja sama, solidaritas, dan dukungan moral yang telah diberikan selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna akibat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat, wawasan tambahan, serta kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pemetaan dan rekayasa geodesi.

Malang, 5 Agustus 2026



Ahmad Muthoriq Aziz

NIM 2225006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL……i
LEMBAR PERSETUJUAN.....**Error! Bookmark not defined.**
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI ..... **Error! Bookmark not defined.**
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ...**Error! Bookmark not defined.**
LEMBAR PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR..... ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL..... xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian..... 3
1.4 Batasan Masalah..... 3
1.5 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 DASAR TEORI 6
2.1 Fotogrametri UAV dan *Structure from Motion* (SfM)..... 6
2.2 Wahana *DJI Mavic 3 Enterprise* (M3E) 8
2.3 Metode Penentuan Posisi GNSS UAV 9
2.3.1. *Real-Time Kinematic* (RTK) 9
2.3.2. *Post-Processing Kinematic* (PPK) 11
2.3.3. Klasifikasi Kualitas Solusi Posisi 12
2.3.4. Klasifikasi Panjang Baseline dalam Survei GNSS 13
2.4 Konsep Georeferensi dalam Fotogrametri 14
2.4.1. *Direct Georeferencing* (DG) 14
2.4.2. *Indirect Georeferencing* 16
2.5 *Ground Control Point* (GCP) 18
2.6 *Independent Check Point* 19

2.7 Pengukuran *Independent Check Point* dengan GNSS RTK 20
2.7.1. Uji Presisi Pengamatan Berulang pada *Independent Check Point* 20
2.8 Ketelitian Peta 21
2.9 Ortofoto 23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 25
3.1 Lokasi Penelitian 25
3.2 Alat dan Bahan 25
3.3 Diagram Alir Pelaksanaan 26
3.4 Pengumpulan Data 30
3.5 Pemotretan Foto Udara 30
3.6 Pengukuran GCP dan ICP 31
3.7 Pengolahan GCP 34
3.8 Pengolahan Foto PPK 37
3.9 Pengolahan data foto di *Agisoft Metashape* 38
3.10 Perhitungan Nilai Rata-rata dan Standar Devisasi ICP 39
3.11 Perhitungan Nilai CE90 dan LE90 41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Hasil Pengolahan *Agisoft Metashape* 45
4.2 Hasil Perhitungan CE90 dan LE90 46
4.3 Uji Kesesuaian terhadap Standar Peta Dasar Perka BIG Nomor 6 Tahun 2018 50
BAB 5 PENUTUP 51
5.1 Kesimpulan 51
5.2 Saran 51
DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses *Structure From Motion* 6
Gambar 2.2 Mode Penerbangan *Terrain Following*..... 7
Gambar 2.3 *DJI Mavic 3 Enterprise* (M3E) 8
Gambar 2.4 *Real Time Kinematik* UAV 10
Gambar 2.5 *Post Processing Kinematik* UAV 11
Gambar 2.6 *Direct Georeferencing* 15
Gambar 2.7 *Indirect Georeferencing* 17
Gambar 2.8 *Ground Control Point*..... 18
Gambar 2.9 Ortofoto 24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian 25
Gambar 3.2 Diagram Alir..... 27
Gambar 3.3 Jalur Terbang 1 31
Gambar 3.4 Jalur Terbang 2 31
Gambar 3.5 Pengukuran GCP 32
Gambar 3.6 Pengukuran ICP 32
Gambar 3.7 Deskripsi CORS CMJT 35
Gambar 3.8 Deskripsi CORS CMLG..... 35
Gambar 3.9 *Point List* GCP 37
Gambar 3.10 Hasil Pengolahan PPK di *Emlid Studio* 38
Gambar 3.11 Hasil Pengolahan DEM di *Agisoft Metashape* 39
Gambar 3.12 Hasil Pengolahan Ortofoto pada *Agisoft Metashape*..... 39
Gambar 4.1 Visualisasi Ortofoto……45
Gambar 4.2 Visualisasi 3D Model Lokasi Penelitian 46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Ketelitian Peta 23
Tabel 3.1 Alat 25
Tabel 3.2 Bahan 26
Tabel 3.3 *Point List* ICP 32
Tabel 3.4 Rata-rata dan Std ICP 40
Tabel 3.5 Tabel Perhitungan CE90 dan LE90 Metode DG-RTK 42
Tabel 3.6 Tabel Perhitungan CE90 dan LE90 Metode DG-PPK 43
Tabel 3.7 Tabel Perhitungan CE90 dan LE90 Metode IG-GCP 44
Tabel 4.1 Tabel CE90 dan LE90 DG-RTK 47
Tabel 4.2 Tabel CE90 dan LE90 DG-PPK 48
Tabel 4.3 Tabel CE90 dan LE90 IG-GCP 49