

**ANALISIS HITUNG PERATAAN METODE PARAMETER DENGAN
PENGABUNGAN DATA GPS DAN FOTO UDARA UNTUK
MENGHITUNG KOORDINAT OBYEK 3D
(Studi Kasus : Jembatan Tunggulmas, Kelurahan Tlogomas dan Kelurahan
Tunggulwulung, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang)**

SKRIPSI



**Disusun Oleh :
Bernika Natasya Ifada
NIM. 1825083**

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

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS HITUNG PERATAAN METODE PARAMETER DENGAN
PENGGABUNGAN DATA GPS DAN FOTO UDARA UNTUK MENGHITUNG
KOORDINAT OBYEK 3D

(Studi Kasus : Jembatan Tunggulmas, Kelurahan Tlogomas dan
Kelurahan Tunggulwulung, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang)

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana
Teknik (S.T) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi
Institut Teknologi Nasional Malang

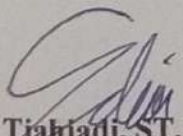
Disusun Oleh :

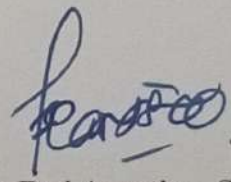
Bernika Natasya Ifada
1825083

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., PhD.
NIP.Y. 1039800320


Fransisca Dwi Agustina, ST., M.Eng
NIP.P. 1032000582

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Geodesi


Dedy Kurnia Sunarvo, ST., MT.
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 : BERNIKA NATASYA IFADA
NIM : 1825083
JURUSAN : TEKNIK GEODESI
**JUDUL : ANALISIS HITUNG PERATAAN METODE PARAMETER
DENGAN PENGGABUNGAN DATA GPS DAN FOTO
UDARA UNTUK MENGHITUNG KOORDINAT OBYEK 3D
(Studi Kasus : Jembatan Tunggulmas, Kelurahan Tlogomas dan
Kelurahan Tunggulwulung, Kecamatan Lowokwaru, Kota
Malang)**

Telah Dipertahankan Di Hadapan Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Rabu
Tanggal : 23 Agustus 2023
Dengan Nilai : _____ (Angka)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT.
NIP.Y. 1039500280

Penguji I

Hery Purwanto, ST., MSc.
NIP.Y.1030000345

Dosen Pendamping

M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., PhD.
NIP.Y.1039800320

Penguji II

Feny Arafah, ST., MT.
NIP.P.1031500516

**ANALISIS HITUNG PERATAAN METODE PARAMETER DENGAN
PENGGABUNGAN DATA GPS DAN FOTO UDARA UNTUK
MENGHITUNG KOORDINAT OBYEK 3D
(Studi Kasus: Jembatan Tunggulmas, Kelurahan Tlogomas dan Kelurahan
Tunggulwulung, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang)**

Bernika Natasya Ifada 1825083

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

Dosen Pembimbing II : Fransisca Dwi Agustina, ST., M.Eng

Abstraksi

Hitung perataan jarak *baseline* dapat ditentukan dari data vektor jarak 3 dimensi secara simultan. Tujuan dari hitung perataan adalah untuk menemukan nilai yang paling layak dari serangkaian pengukuran acak, yaitu pengukuran yang terbebas dari kesalahan besar dan kesalahan sistematik. Penelitian ini menggunakan multi-sensor dari data GPS dengan metode pengamatan statik radial dan data *Drone* dengan metode fotogrametri jarak dekat yang berfokus pada 10 titik uji.

Integrasi multi-sensor ini dapat dilakukan dengan metode penggabungan matriks normal dalam hitung perataan jarak dan dengan melakukan transformasi datum pengukuran sensor *Drone* dari datum lokal ke datum WGS84 untuk menyelaraskan dengan datum sensor GPS. Melalui artikel ini, didapatkan sebuah metode yang efektif dan efisien dalam menghitung koordinat obyek 3D pada daerah yang luas serta dapat meningkatkan akurasi koordinat dari *Drone*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis serta meningkatkan akurasi koordinat *Drone* dengan menyisipkan data jarak *baseline* sampel GPS. Dari hasil penelitian diperoleh akurasi koordinat hasil intergasi multi-sensor dengan penyisipan data jarak *baseline* meningkat dari 4m menjadi 7cm. Artikel ini akan menguraikan perhitungan perataan metode parameter dengan integrasi multi-sensor secara rinci untuk menghasilkan koordinat obyek 3D serta meningkatkan akurasi koordinat.

Kata Kunci : Koordinat Obyek, Hitung Perataan Parameter, Integrasi Multi-sensor

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bernika Natasya Ifada
NIM : 1825083
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya berjudul :

**“ANALISIS HITUNG PERATAAN METODE PARAMETER DENGAN
PENGABUNGAN DATA GPS DAN FOTO UDARA UNTUK
MENGHITUNG KOORDINAT OBYEK 3D”**

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

Malan, Agustus 2023
Pernyataan

Bernika Natasya Ifada
NIM : 1825083

LEMBAR PERSEMBAHAN

Yang utama dari segalanya...

Allah SWT Pencipta semesta alam berkat rahmat dan karunia-Nya hingga akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada mereka yang selalu ada dalam perjalanan penulisan karya ini...

Papa dan Mama

sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tidak terhingga atas kasih sayang, dukungan, dan cinta yang tidak mungkin dapat penulis balas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan.

Saudaraku

Kakak Fivin, Aril, dan Wida yang selalu memberi nasihat, dukungan, dan dorongan untuk menyelesaikan studi penulis serta perhatiannya.

Dosen Pembimbingku

Bapak Martinus Edwin Tjahjadi S.T, M.Geom.Sc., Ph.D. dan Ibu Fransisca Dwi Agustina, S.T., M.Eng yang telah meluangkan waktu dalam membimbing dari awal penelitian, penulisan jurnal, hingga penyelesaian skripsi ini serta memberikan pengalaman- pengalaman hidup selama ini.

Segenap Dosen dan Staff Prodi Teknik Geodesi

Progam Studi Teknik Geodesi ITN Malang yang telah memberikan pelajaran selama perkuliahan dan telah membantu segala kelancaran dalam perkuliahan sampai tersusunnya skripsi ini

Tim Penelitian Jembatan Tunggulmas

Terimakasih kepada rekan-rekan tim penelitian Jembatan Tunggulmas yang telah bekerja sama dari awal penelitian hingga

terselesainya skripsi ini, terutama kepada strong women nindita dan rena yang sangat kuat selama menjalani penelitian ini.

The Fams

Terimakasih kepada teman-teman the fams yang merupakan keluarga kedua di perkuliahan. Meskipun waktu kelulusan berbeda-beda, tapi tetap ada dan selalu memberi semangat. See u on the top guys.

UKM Taekwondo

Terimakasih kepada teman-teman UKM Taekwondo, UKM yang selalu menjadi tempat berproses dan berprestasi. Terimakasih atas segala persahabatan hangat yang kita miliki. UKM Taekwondo adalah tempat penulis bisa menemukan tempat yang sangat nyaman.

JKT48

JKT48 adalah salah satu penyemangat, support system, penghibur selama pengerjaan skripsi ini. Terimakasih karena selalu ada buat fans, specially for my oshi Jinan, Ashel, Chika, Gita, Ella, Indira. JKT48 bukan hanya idol grup tapi lebih dari sahabat untuk penulis.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Analisis Hitung Perataan Metode Parameter Dengan Penggabungan Data GPS dan Foto Udara Untuk Menghitung Koordinat Obyek 3D (Studi Kasus: Jembatan Tunggulmas, Kelurahan Tlogomas dan Kelurahan Tunggulwulung, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang)” yang merupakan syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyelesaiannya, penulis banyak mendapat pelajaran, dukungan motivasi, dan bantuan berupa bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak mulai dari pelaksanaan hingga penyusunan laporan skripsi ini.

Ucapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Martinus Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geo.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan, saran serta masukan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Fransisca Dwi Agustina, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan, saran serta masukan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Dosen dan staff Program Studi Teknik Geodesi yang telah membantu segala hal selama penulisan skripsi ini.
5. Tim penelitian Jembatan Tunggulmas atas kerjasama selama penelitian ini sehingga berjalan lancar walaupun banyak sekali rintangan.
6. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, saran serta masukan.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal itu disadari karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga tujuan dari pembuatan skripsi ini dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan.

Malang, Agustus 2023

Penulis

Bernika Natasya Ifada

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA.....	ii
ABSTRAKSI.....	iii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Koordinat Obyek 3D	5
2.1.1 Koordinat Obyek 3D (GPS)	5
2.1.2 Koordinat Obyek 3D (Fotogrametri).....	5
2.2 Perataan Metode Parameter.....	15
2.3 <i>Drone</i>	26
2.4 GPS Geodetik.....	28
2.5 Metode Fotogrametri Jarak Dekat.....	31
2.6 Metode <i>Static Positioning</i>	33
2.7 Konfigurasi Kamera	36
2.8 Uji Global.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Lokasi Penelitian	39
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	40
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	41
3.4 Pelaksanaan Penelitian	47

3.4.1	Persiapan Lapangan.....	47
3.4.2	Pemasangan Retro Reflektif Target.....	49
3.4.3	Pengamatan GPS Statik.....	50
3.4.4	Pemotretan Objek Trotoar Jembatan	51
3.5	Pengolahan Data.....	52
3.5.1	Pengolahan <i>Convert</i> Data CNM Menggunakan <i>Software Compass Receiver Utility</i>	52
3.5.2	Pengolahan Data GPS Menggunakan <i>Software Trimble Business Center</i>	52
3.5.3	Pengolahan Data Foto Menggunakan <i>Software Australis v8</i>	56
3.5.4	Pengolahan Konversi Koordinat Geografis ke Kartesian Menggunakan Web SRGI.....	63
3.5.5	Perhitungan Perataan Metode Parameter	63
3.5.6	Pengolahan Uji Global	69
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1	Koordinat Obyek 3D dan Matriks Varian-Kovarian GPS	71
4.2	Koordinat Obyek 3D, Koordinat Kamera dan Matriks Varian-Kovarian Data Foto Udara	73
4.3	Analisis Hitung Perataan Metode Parameter Dengan Penggabungan Data GPS dan Foto Udara	76
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....		79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Relatif orientasi secara analitik	6
Gambar 2. 2 Ilustrasi proses intersection	9
Gambar 2. 3 Kondisi Kolinearitas.....	11
Gambar 2. 4 Dua Kasus Geometri Suatu Vektor Baseline.....	17
Gambar 2. 5 Ilustrasi pengambilan data GPS dan <i>Drone</i>	21
Gambar 2. 6 Sistem penentuan posisi global GPS.....	29
Gambar 2. 7 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS	30
Gambar 2. 8 Kondisi kesegarisan.....	33
Gambar 2. 9 Close range photogrammetry	33
Gambar 2. 10 Penentuan posisi titik dengan metode survei GPS	35
Gambar 2. 11 Moda jaringan dan moda radial dalam survei statik GPS	36
Gambar 2. 12 Konfigurasi konvergen horizontal.....	37
Gambar 2. 13 Konfigurasi konvergen vertikal.....	37
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian Jembatan Tunggulmas	39
Gambar 3. 2 Persebaran titik uji di Jembatan Tunggulmas.....	39
Gambar 3. 3 Diagram alir penelitian.....	43
Gambar 3. 4 Pemasangan retro target trotoar.....	50
Gambar 3. 5 Pemasangan retro target pagar jembatan.....	50
Gambar 3. 6 Pengukuran tinggi alat.....	50
Gambar 3. 7 Pengamatan GPS metode statik radial	51
Gambar 3. 8 Pemotretan menggunakan Drone	51
Gambar 3. 9 Hasil convert cnb ke format rinex	52
Gambar 3. 10 Coordinate System Zone	53
Gambar 3. 11 Setting receiver raw data	53
Gambar 3. 12 Add coordinate pada base.....	54
Gambar 3. 13 Seleksi sinyal satelit	55
Gambar 3. 14 Processing results	55
Gambar 3. 15 Hasil report point list.....	56
Gambar 3. 16 Hasil Baseline processing report.....	56
Gambar 3. 17 Proses input data foto	57
Gambar 3. 18 Pengaturan units	58

Gambar 3. 19 Pengaturan spesifikasi kamera	59
Gambar 3. 20 Proses Marking Centroid Retro.....	60
Gambar 3. 21 Foto project telah tereferensi.....	60
Gambar 3. 22 Hasil <i>Bundle Adjustment</i> trotoar kanan dan kiri.....	61
Gambar 3. 23 Hasil Kalibrasi Kamera Trotoar Kiri (A-E).....	62
Gambar 3. 24 Hasil Kalibrasi Kamera Trotoar Kanan (F-J)	62
Gambar 3. 25 Transformasi koordinat	63
Gambar 3. 26 Hasil transformasi koordinat	63
Gambar 3. 27 Proses goodness of fit test	70
Gambar 3. 28 Hasil uji global	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Drone DJI Phantom 4 Pro, DJI (2016)	27
Tabel 3.1 Persiapan alat dan bahan penelitian	48
Tabel 3.2 Susunan Matriks L	64
Tabel 3.3 Susunan Matriks varian-kovarian.....	64
Tabel 3.4 Koordinat kamera	65
Tabel 3.5 Koordinat obyek.....	65
Tabel 3.6 Standar deviasi dan varian.....	65
Tabel 3.7 Jarak stasiun kamera ke obyek.....	66
Tabel 3.8 Hasil perhitungan Matriks L'	66
Tabel 3.9 Hasil perhitungan Matriks A	67
Tabel 3.10 Hasil perhitungan Matriks Q _{xx}	67
Tabel 3.11 Hasil perhitungan Matriks Σ_{xx}	68
Tabel 3.12 Hasil perhitungan Matriks Σ_{yy}	68
Tabel 3.13 Hasil perhitungan Matriks bobot.....	69
Tabel 4.1 <i>Baseline</i> data observasi	71
Tabel 4.2 Standar deviasi vektor <i>baseline</i>	72
Tabel 4.3 Hasil Koordinat Obyek 3D XYZ	73
Tabel 4.4 Hasil Koordinat kamera 3D.....	74
Tabel 4.5 Hasil Matriks varian-kovarian.....	74
Tabel 4.6 Uji <i>chi square</i>	75
Tabel 4.7 Hasil perataan integrasi parameter koordinat.....	76
Tabel 4.8 Hasil Matriks kovarian	76
Tabel 4.9 Uji <i>chi square</i>	77