

**ANALISA KEMAMPUAN *DJI PHANTOM 4 PRO* UNTUK STUDI
DEFORMASI JEMBATAN**

(Studi Kasus : Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang)

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Muhammad Zhorif Nasri

NIM. 1725038

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

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA KEMAMPUAN *DJI PHANTOM 4 PRO* UNTUK STUDI
DEFORMASI JEMBATAN**

(Studi Kasus : Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh:

MUHAMMAD ZHORIF NASRI

1725038

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping



M. Edwin Fahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D.
NIP. Y. 1039800320



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1



Silvester Sari Sai, ST., MT.
NIP. P. 1030600413



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 : MUHAMMAD ZHORIF NASRI
NIM : 1725038
PRODI : TEKNIK GEODESI S-1
**JUDUL : ANALISA KEMAMPUAN *DJI PHANTOM 4 PRO* UNTUK STUDI
DEFORMASI JEMBATAN**
(Studi Kasus: Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang)

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

Pada Hari : Jumat
Tanggal : 11 Februari 2022
Dengan Nilai :

**Panitia Ujian Skripsi
Ketua**

Silvester Sari Sai, ST., MT.
NIP. P. 1030600413

Penguji I

Dosen Pendamping

Penguji II

Alifah Noraini, ST., MT.
NIP. P. 1031500478

M. Edwin Tjanjadi, ST., M.G geom.Sc., Ph.D.
NIP. Y. 1039800320

Adkha Yulianandha M., ST., MT.
NIP. P. 1031700526

ANALISA KEMAMPUAN *DJI PHANTOM 4 PRO* UNTUK STUDI DEFORMASI JEMBATAN

(Studi Kasus: Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang)

Muhammad Zhorif Nasri 1725038

Dosen Pembimbing 1: M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing 2: Feny Arafah, ST., MT.

Abstraksi

Jembatan merupakan komponen jalan yang kesehatan strukturnya harus selalu dipantau secara periodik, salah satunya melalui monitoring deformasi. Pada banyak kasus, monitoring deformasi dilakukan dengan menggunakan alat survei terestris seperti GPS, *total station*, dan *waterpass* yang pada dasarnya memiliki kelemahan tersendiri dari segi biaya, waktu monitoring, dan jumlah pekerja. Saat ini muncul teknologi lain “*drone DJI Phantom 4 Pro*” yang dapat mengatasi tiga kelemahan tersebut.

Melalui artikel ini, analisa kemampuan *drone DJI Phantom 4 Pro* untuk pemantauan deformasi dibahas secara saksama, dengan studi kasus analisa deformasi berupa uji lendut jembatan dalam kondisi terbebani.

Melalui pemanfaatan teknik pemotretan konvergen pada akuisisi foto tanpa beban dan dengan beban, serta penggunaan proses *bundle adjustment* multi foto dalam pengolahan data, sehingga diperoleh hasil bahwa *DJI Phantom 4 Pro* dapat mendeteksi lendutan dan pergeseran ke arah z positif yang relatif kecil (tidak terjadi kerusakan struktur) pada Jembatan Sambong dengan kisaran antara $\pm 0,005$ mm-1,751 mm serta ketelitian antara $\pm 0,087$ mm-0,984 mm. Berdasarkan tingkat ketelitian pergeseran tersebut, *DJI Phantom 4 Pro* mampu mendeteksi lendutan pada struktur jembatan hingga di bawah 1 mm.

Kata Kunci: *Jembatan, Deformasi, DJI Phantom 4 Pro, Self Calibration*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zhorif Nasri
NIM : 1725038
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul:

**“Analisa Kemampuan *DJI Phantom 4 Pro* untuk Studi Deformasi Jembatan
(Studi Kasus: Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang)”**

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

Malang, Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Muhammad Zhorif Nasri

NIM. 1725038

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya milik Allah ﷻ yang telah memberikan begitu banyak rezeki dan nikmat, baik nikmat kesempatan maupun kesehatan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Selawat serta salam tak lupa tucurahkan kepada baginda Nabiullah Muhammad ﷺ sebagai panutan terbaik.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada orang tua, saudara, keluarga, sahabat, dan teman-teman terdekat

Imam syafi'i pernah berkata :

“Barang siapa yang menginginkan kebahagiaan di dunia haruslah dengan ilmu dan barang siapa yang menginginkan kebahagiaan akhirat juga harus dengan ilmu”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian yang berjudul “Analisa Kemampuan DJI Phantom 4 Pro untuk Studi Deformasi Jembatan (Studi Kasus Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang)” dapat terselesaikan.

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada:

1. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Martinus Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Satu penulis yang telah memberikan saran, masukan, dan *support* mulai dari sebelum penelitian dilakukan sampai terselesaikannya penelitian ini.
3. Ibu Feny Arafah, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Dua penulis yang telah memberikan saran dan masukan demi terselesainya penelitian ini.
4. Ibu Fransisca Dwi Agustina, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping penulis yang telah memberikan begitu banyak saran, masukan, dan *support* dalam proses penyelesaian laporan skripsi penelitian ini.
5. Bapak dan Ibu staf pengajar beserta karyawan di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang atas segala bimbingan dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
6. Bapak Nasri, S.E. dan Ibu Sumiati selaku ayah dan ibu penulis, yang telah memberikan begitu banyak saran, masukan, dan dukungan mulai dari penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Geodesi hingga penelitian ini selesai dilakukan.
7. Saudara/i dan keluarga dekat yang selalu menjadi *support system* terbaik bagi penulis.

8. Teman-teman dari tim UAV 2021 yang telah bersama-sama berjuang dengan penulis dari proses perencanaan penelitian hingga penelitian ini selesai dilakukan.
9. Teman-teman Teknik Geodesi angkatan 2017 yang selalu bersama-sama penulis pada saat mengenyam pendidikan di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.
10. Seluruh pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, saran, dan masukan, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis khususnya.

Malang, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA	ii
ABSTRAKSI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	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.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Deformasi Jembatan	4
2.2. <i>DJI Phantom 4 Pro</i>	5
2.3. Akuisisi Foto dengan Teknik Konfigurasi Konvergen.....	6
2.4. Pengolahan Data Foto	7
2.5. Analisa Deformasi	11
2.5.1. Vektor Pergeseran	11
2.5.2. Uji Statistik Pergeseran	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Lokasi Penelitian	15
3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian	16
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	17
3.4. Pelaksanaan Penelitian	21

3.4.1.	Persiapan dan Orientasi Lapangan	21
3.4.2.	Pemotretan.....	22
3.4.3.	Pengolahan Data di <i>Software Australis</i>	24
3.4.4.	Analisa Pergeseran di <i>Software Microsoft Excel</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1.	Parameter Kalibrasi	35
4.1.1.	Parameter <i>Interior Orientation</i>	35
4.1.2.	Parameter <i>Exterior Orientation</i>	38
4.2.	Koordinat Objek Titik Pantau	39
4.3.	Analisa Pergeseran	41
BAB V PENUTUP		46
5.1.	Kesimpulan.....	46
5.2.	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Drone DJI Phantom 4 Pro</i>	6
Tabel 4.1 Parameter IO Hasil Kalibrasi Kamera <i>Drone DJI Phantom 4 Pro</i> Konfigurasi Konvergen Horizontal	35
Tabel 4.2 Parameter IO Hasil Kalibrasi Kamera <i>Drone DJI Phantom 4 Pro</i> Konfigurasi Konvergen Vertikal	36
Tabel 4.3 Parameter IO Hasil Kalibrasi Kamera <i>DJI Phantom 4 Pro</i> Konfigurasi Konvergen Kombinasi	37
Tabel 4.4 Parameter EO Hasil Kalibrasi Kamera <i>Drone DJI Phantom 4 Pro</i>	38
Tabel 4.5 Koordinat Objek Titik Pantau Deformasi Tanpa Beban	39
Tabel 4.6 Koordinat Objek Titik Pantau Deformasi dengan Pembebanan	40
Tabel 4.7 Uji <i>Chi Square</i>	41
Tabel 4.8 Besar dan Arah Pergeseran	41
Tabel 4.9 Hasil Uji Pergeseran pada Tingkat Kepercayaan 95%	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Deformasi.....	4
Gambar 2.2	Konfigurasi Konvergen	7
Gambar 2.3	Ilustrasi	8
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	15
Gambar 3.2	<i>Drone DJI Phantom 4 Pro</i>	15
Gambar 3.3	Diagram Alir	18
Gambar 3.4	Stiker <i>Retro</i> Reflektif Target.....	21
Gambar 3.5	Pemasangan <i>Retro</i>	21
Gambar 3.6	Pembagian Titik Pusat Arah Pemotretan Konvergen (<i>Region of Interest</i>) pada Bagian Baja Jembatan	22
Gambar 3.7	Penambahan Bebas Statis Berupa Pick Up Berisi Muatan Pasir	22
Gambar 3.8	Konfigurasi Pemotretan Konvergen Horizontal.....	23
Gambar 3.9	Konfigurasi Pemotretan Konvergen Vertikal.....	23
Gambar 3.10	Tampilan Awal <i>Software Australis</i>	24
Gambar 3.11	Proses <i>Import Image</i>	25
Gambar 3.12	Tampilan Pengaturan Parameter Kamera.....	25
Gambar 3.13	Tampilan <i>Project Setting</i>	26
Gambar 3.14	(Kiri) Kotak Dialog <i>Auto Reference</i> , (Kanan) Hasil <i>Auto Reference</i>	26
Gambar 3.15	Proses <i>Import</i> Foto ke Lembar Kerja	27
Gambar 3.16	Proses <i>Marking Centroid Retro</i>	27
Gambar 3.17	(a) Foto Tidak Tereferensi, (b) Foto Tereferensi, (c) Foto Tereferensi dengan Baik	28
Gambar 3.18	(Kiri) Proses <i>Bundle Adjustment</i> , (Kanan) Hasil <i>Bundle Adjustment</i>	29
Gambar 3.19	Hasil Kalibrasi Kamera	29
Gambar 3.20	Proses <i>Import Control Point</i>	30
Gambar 3.21	Proses Transformasi Koordinat	31
Gambar 3.22	Proses Penentuan Nilai <i>Chi Square-distribution</i>	31
Gambar 3.23	Tabel <i>Chi Square-distribution</i>	31

Gambar 3.24 Uji <i>Chi Square</i> Dua Arah	32
Gambar 3.25 Perhitungan Vektor Pergeseran dan Ketelitian Pergeseran di <i>Microsoft Excel</i>	32
Gambar 3.26 Perhitungan Nilai <i>T-distribution</i>	33
Gambar 3.27 Proses Penentuan Nilai <i>F-distribution</i>	33
Gambar 3.28 Tabel <i>F-distribution</i>	34
Gambar 4.1 Visualisasi Model Pergeseran Terhadap Sumbu Z pada Titik yang Berada Tepat di Bawah Beban	43
Gambar 4.2 Visualisasi Model Pergeseran Terhadap Sumbu Z untuk Titik yang Berada Tepat di Bawah Beban	43
Gambar 4.3 Visualisasi Model Pergeseran Skala 1: 1.000 mm Terhadap Sumbu Z untuk Titik yang Tidak Berada Tepat di Bawah Beban	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Koordinat Objek 3D Epok 1 (Tanpa Pembebanan).....	52
Lampiran 2. Koordinat Objek 3D Epok 2 (Dengan Pembebanan)	63
Lampiran 3. Besar dan Arah Pergeseran.....	74