

**KOMPARASI 3D *MODELING* JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN
KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4**

PRO METODE *CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY*

**(Studi Kasus : Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang,
Kabupaten Malang, Jawa Timur)**

SKRIPSI



Disusun oleh :

Nicolas Alnando

NIM : 1725049

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

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

**KOMPARASI 3D MODELING JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN
KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4 PRO
METODE CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY**

(Studi Kasus: Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang,

Jawa Timur)

SKRIPSI

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


Oleh:

NICOLAS ALNANDO


1725049

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama


M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geo.Sc., Ph.D.
NIP. Y. 1039800320

Dosen Pembimbing Pendamping


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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1


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



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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 : NICOLAS ALNANDO
NIM : 1725049
PRODI : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : KOMPARASI 3D MODELING JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4 PRO METODE CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY

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

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

M. Edwin Cahyadi, ST., M.GeoM.Sc., Ph.D.
NIP. Y. 1039800320

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

KOMPARASI 3D MODELING JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4 PRO METODE CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY

(Studi Kasus: Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur)

Nicolas Alnando 1725049

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

Dosen Pembimbing 2 : Ketut Tomy Suhari, ST., MT.

Abstraksi

CRP (*Close Range Photogrammetry*) adalah teknik pengukuran yang dapat digunakan untuk mengekstraksi poin 3D dari gambar. Dalam teknik CRP pemotretan dilakukan menggunakan Drone DJI Phantom 4 Pro dengan teknik pemotretan konvergen dan normal serta kombinasi dari kedua pemotretan. Pemotretan secara konvergen dilakukan dengan cara memposisikan Drone yang berpusat pada satu titik dengan membentuk kerucut terhadap objek jembatan dengan sudut berkisar 40-90 derajat. Sedangkan pemotretan secara normal dilakukan dengan cara memposisikan Drone dengan menghadap satu garis lurus terhadap objek.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah visualisasi objek 3D *Modeling* yang memiliki tekstur secara utuh dan menyerupai keadaan aslinya dilapangan, dibuktikan dengan nilai Total RMSE ICP dari 3D *Modeling* konvergen adalah 0.093975040 m. Sedangkan total RMSE dari 3D *Modeling* normal adalah 0.08818463 m, dan total RMSE ICP dari 3D *Modeling* kombinasi adalah 0.09074756 m. Dan untuk nilai jarak retro dengan Total RMSE dari 3D *Modeling* konvergen adalah 0.02107605 m, sedangkan total RMSE dari 3D *Modeling* normal adalah 0.01859032 m dan total RMSE dari 3D *Modeling* kombinasi adalah 0.02066882 m. Dari ketiga total RMSE ICP dan jarak retro tersebut dapat dikatakan bahwa total RSME 3D Modeling normal lebih baik karena memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan total RMSE ICP Dan jarak retro dari 3D Modeling konvergen dan kombinasi.

Kata Kunci : 3D Modeling, Konvergen dan Normal, CRP

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nicolas Alnando
Nim : 1725049
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“KOMPARASI 3D *MODELING* JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN
KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4
PRO METODE *CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY*”**

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

Malang, 22 Februari

Yang membuat pernyataan



Nicolas Alnando

NIM 1725049

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kelancaran, kemudahan dan hikmah dalam hidup sehingga penyusunan laporan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Laporan skripsi ini disusun dengan kerja keras penulis dan pihak-pihak yang turut berperan didalamnya. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan penyusunan laporan skripsi ini :

Terima kasih untuk mama, kaka dan paman yang selalu memberikan dukungan sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan ini sampai dengan sarjana teknik.

Terima kasih untuk bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D. dan Ketut Tomy Suhari, ST., MT. yang telah membimbing dalam proses pengerjaan laporan skripsi sampai dengan gelar sarjana teknik, walaupun penulis masih terdapat kekurangan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih untuk teman – teman TIM UAV dalam pengambilan data skripsi di desa selorejo. Banyak suka dan duka yang kita rasakan dalam berproses sebagai TIM untuk mencapai titik sarjana, semoga ilmu yang kita dapatkan bisa berguna untuk kedepannya nanti.

Terima kasih untuk teman-teman seperjuangan angkatan 2017 yang telah berjuang bersama-sama dari MABA sampai dengan sarjana. Dan untuk teman-teman yang belum lulus jangan menyerah dan tetap semangat.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas ridhonya saya dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi ini dengan judul “**KOMPARASI 3D MODELING JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4 PRO METODE CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY**”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah skripsi di Institut Teknologi Nasional Malang, Jurusan Teknik Geodesi S-1. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha, kerja keras dan kesabaran dalam menyelesaikan pengerjaan laporan skripsi ini. Skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT. selaku kepala prodi Teknik Geodesi S-1.
2. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D. dan Ketut Tomy Suhari, ST., MT. selaku dosen pendamping atas bimbingan, saran, dan arahnya dalam penelitian ini.
3. Bapak ibu dosen dan staf Teknik Geodesi S-1 yang banyak memberi bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
4. Kepada keluarga saya yang tidak henti-hentinya mendoakan dan memberikan dukungan berupa kebutuhan materi tanpa pamrih.
5. Teman-teman yang telah menemani dalam pembuatan skripsi ini, Larasaty Ayu Parsamardhani, Vikanisa rahmadany, Roshina Agnesta Meo, Muhammad Zhorif Nasri, Raynier G.D Kerong dan Kevinsano Teniwut.
6. Teman-teman Teknik Geodesi angkatan 2017.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas budi baik dari semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Akhir kata, Semoga laporan ini bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya.

Malang, 22 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	18
2.1. Fotogrametri	18
2.2. Drone DJI Phantom 4 Pro	19
2.3. <i>Close Range Photogrammetry</i>	22
2.4. Konfigurasi Kamera	22
2.5. <i>Digital Surface Model</i>	23
2.6. Pemodelan Tiga Dimensi	24
2.7. <i>Root Mean Square Error</i>	25
BAB III METODE PELAKSANAAN	18
3.1. Lokasi Penelitian	18
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	19
3.3. Diagram Alir.....	20
3.4. Pelaksanaan Penelitian	22
BAB VI	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Hasil 3D <i>Modeling</i> Jembatan	37
4.2. Analisa Visualisasi 3D <i>Modeling</i>	38
4.3. Analisa Ketelitian RMSE ICP	44
4.4. Analisa Ketelitian RMSE Jarak Retro	48
BAB V	51
KESIMPULAN DAN SARAN	51

5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pengukuran Fotogrametri (Amrizal, 2016).....	6
Gambar 2.2 Drone DJI Phantom 4 Pro (DJI, 2016).....	8
Gambar 2.3 <i>Close Range Photogrammetry</i> (Amelio, 2009).....	9
Gambar 2.4 Konfigurasi Konvergen (Wolf, 2000).....	10
Gambar 2.5 Konfigurasi Normal (Luhmann, 2011)	10
Gambar 2.6 Digital Surface Model (Butarbutar, 2019)	11
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2021).....	14
Gambar 3.2 Objek Penelitian	14
Gambar 3.3 Diagram Alir	17
Gambar 3.4 Pemasangan Retro Target.....	19
Gambar 3.5 Pengambilan Data Jarak Retro	20
Gambar 3.6 Posisi Titik Retro.....	20
Gambar 3.7 Pengamatan GCP dengan Metode <i>Statik Radial</i>	21
Gambar 3.8 Pengamatan Titik ICP dengan Metode RTK.....	21
Gambar 3.9 Pemotretan Menggunakan Drone.....	22
Gambar 3.10 Menu <i>Workflow</i>	22
Gambar 3.11 Posisi Kamera Konfigurasi Konvergen.....	23
Gambar 3.12 Posisi Kamera Konfigurasi Normal	23
Gambar 3.13 Posisi Kamera Konfigurasi Kombinasi	23
Gambar 3.14 <i>Convert Coordinate System</i>	24
Gambar 3.15 Proses <i>Align Photos</i>	24
Gambar 3.16 Hasil <i>Align Photos</i> Konfigurasi Konvergen.....	25
Gambar 3.17 Hasil <i>Align Photos</i> Konfigurasi Normal	25
Gambar 3.18 Hasil <i>Align Photos</i> Konfigurasi Kombinasi	25
Gambar 3.19 <i>Import</i> Koordinat GCP dan ICP	26
Gambar 3.20 Identifikasi Titik GCP	26
Gambar 3.21 Hasil Identifikasi Titik GCP.....	27
Gambar 3.22 Proses <i>Build Dense Cloud</i>	27
Gambar 3.23 Hasil <i>Build Dense Cloud</i> Konfigurasi Konvergen	28

Gambar 3.24 Hasil <i>Build Dense Cloud</i> Konfigurasi Normal.....	28
Gambar 3.25 Hasil <i>Build Dense Cloud</i> Konfigurasi Kombinasi	28
Gambar 3.26 Proses <i>Build Mesh</i>	29
Gambar 3.27 Hasil <i>Build Mesh</i> Konfigurasi Konvergen	29
Gambar 3.28 Hasil <i>Build Mesh</i> Konfigurasi Normal.....	30
Gambar 3.29 Hasil <i>Build Mesh</i> Konfigurasi Kombinasi	30
Gambar 3.30 <i>Build Texture</i>	31
Gambar 3.31 Hasil <i>Build Texture</i> Konfigurasi Konvergen.....	31
Gambar 3.32 Hasil <i>Build Texture</i> Konfigurasi Normal	32
Gambar 3.33 Hasil <i>Build Texture</i> Konfigurasi Kombinasi.....	32
Gambar 4.1 Konfigurasi Pemotretan Atas Jembatan	33
Gambar 4.2 Konfigurasi Pemotretan Sisi Kanan Jembatan	34
Gambar 4.3 Konfigurasi Pemotretan Sisi Kanan Jembatan	34
Gambar 4.4 Konfigurasi Pemotretan Bawah Jembatan	34
Gambar 4.5 Konfigurasi Pemotretan Konvergen.....	35
Gambar 4.6 Konfigurasi Pemotretan Normal	35
Gambar 4.7 Konfigurasi Pemotretan Kombinasi	35
Gambar 4.8 Konfigurasi Pemotretan Konvergen.....	36
Gambar 4.9 Konfigurasi Pemotretan Normal	36
Gambar 4.10 Konfigurasi Pemotretan Kombinasi	37
Gambar 4.11 Konfigurasi Pemotretan Konvergen.....	37
Gambar 4.12 Konfigurasi Pemotretan Normal	38
Gambar 4.13 Konfigurasi Pemotretan Kombinasi	38

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Spesifikasi Drone DJI Phantom 4 Pro.....	7
Tabel 4.1 Koordinat ICP 3D <i>Modeling</i> dan koordinat Lapangan.....	39
Tabel 4.2 Residual Error ICP 3D <i>Modeling</i> Konvergen.....	40
Tabel 4.3 Koordinat ICP 3D <i>Modeling</i> dan Koordinat Lapangan	40
Tabel 4.4 Residual Error ICP 3D <i>Modeling</i> Normal	41
Tabel 4.5 Koordinat ICP 3D <i>Modeling</i> dan Koordinat Lapangan	41
Tabel 4.6 Residual Error ICP 3D <i>Modeling</i> Kombinasi	42
Tabel 4.7 RMSE Jarak Retro 3D <i>Modeling</i> Konvergen	43
Tabel 4.8 RMSE Retro 3D <i>Modeling</i> Normal	43
Tabel 4.9 RMSE Retro 3D <i>Modeling</i> Kombinasi	44

DAFTAR SINGKATAN

ASP	<i>American Society of Photogrammetry</i>	18
CMOS	<i>Complimentary Metal oxide Semiconductor</i>	20
CRP	<i>Close Range Photogrammetry</i>	1
DSM	<i>Digital Surface Model</i>	23
FOV	<i>Field of View</i>	20
GCP	<i>Ground Control Point</i>	28
GPS	<i>Global Positioning System</i>	28
ICP	<i>Independent Check Point</i>	2
ISO	<i>International Organization of Standardization</i>	20
IMU	<i>Inertial Motion Units</i>	19
JPG	<i>Joint Photographic Group</i>	31
KM	Kilometer	28
M	Meter	25
MM	Milimeter	28
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>	2
RTK	<i>Real Time Kinematic</i>	33
SOP	<i>Standard Operating Procedure</i>	60
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>	1