

**ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK PERMODELAN 3D
ANTARA KAMERA DSLR DAN *SCANNING MINI* LIDAR IPAD *PRO M1*.
(Studi Kasus: Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran, Bali)**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Esterdiana Tafuli

18.25.035

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

2022

**ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK PERMODELAN 3D
ANTARA KAMERA DSLR DAN SCANNING MINI LIDAR IPAD PRO M1.
(Studi Kasus: Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran, Bali)**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Esterdiana Tafuli

18.25.035

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

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK PERMODELAN 3D
ANTARA KAMERA DSLR DAN SCANNING MINI LIDAR IPAD PRO M1
(Studi Kasus: Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran, Bali)**

SKRIPSI

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


Oleh :

Esterdiana Tafuli


1825035

Menyetujui

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


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

Ketua Program Studi

Silvester 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

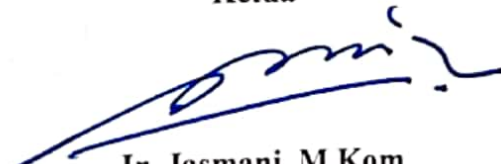
**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**NAMA : ESTERDIANA TAFULI
NIM : 1825035
PRODI : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK
PERMODELAN 3D ANTARA KAMERA DSLR DAN
SCANNING MINI LIDAR IPAD PRO M1 (Studi Kasus:
Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran, Bali)**


Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1(S1)

Pada Hari : Kamis
Tanggal : 7 September 2022
Dengan Nilai : _____ (angka)

**Panitia Ujian Skripsi
Ketua**


Ir. Jasmani, M.Kom
NIP.Y. 1039500284


Penguji I


Alifah Noraini, ST., MT
NIP.P 1031500478

Dosen Pendamping


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

Penguji II


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

ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK PERMODELAN 3D ANTARA KAMERA DSLR DAN *SCANNING MINI LIDAR IPAD PRO M1*.

(Studi Kasus: Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran, Bali)

Esterdiana Tafuli (1825035)

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

Dosen Pembimbing II : Ir. Ketut Tomy Suhari, ST., MT

Abstraksi

Pembuatan model 3D dengan biaya yang murah dengan ketelitian yang sesuai pekerjaan tentunya sangat dibutuhkan untuk keperluan efisiensi anggaran. Alternatif pembuatan model tiga dimensi dengan biaya yang murah bisa diakuisisi dengan kamera DSLR dan juga Ipad *scanning mini* LiDAR. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketelitian geometri antara kedua sensor dan juga menganalisis hasil visual model 3D yang dihasilkan dari kedua sensor tersebut. Pengambilan gambar menggunakan DSLR dilakukan dengan konfigurasi normal dengan posisi kamera landscape, potrait dan 90° potrait. Pada proses *scanning* dilakukan dengan metode *structure from motion* untuk mengelilingi objek yang akan diteliti.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kamera DSLR sangat sesuai apabila diterapkan dalam metode pembuatan model 3D dibandingkan *mini* LiDAR karena dari segi geometri didapatkan selisih hasil RMSE *point cloud* DSLR dan *mini* LiDAR sebesar 3mm. adapun selisih antara model *mesh* antara DSLR *mini* LiDAR sebesar 7mm. Dilihat dari tampilan visual, model 3D yang dihasilkan DSLR memiliki kedetailan yang tampak lebih jelas dan menyerupai bentuk sebenarnya dibanding hasil *scanning* Ipad Pro dimana jumlah *point cloud* yang dihasilkan kamera DSLR 15x lebih banyak dari *mini* LiDAR, adapun jumlah *face* yang membentuk objek yang dihasilkan kamera DSLR 4x lebih banyak dari *mini* LiDAR. Dan juga jumlah *vertice TIN Smoothing* dari *texture* model DSLR hasilnya 3x lebih besar dari model *mini* LiDAR.

Kata Kunci : DSLR, *Scanning Mini* LiDAR, RMSE, 3 Dimensi

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Esterdiana Tafuli
NIM : 1825035
Prodi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK PERMODELAN 3D
ANTARA KAMERA DSLR DAN SCANNING MINI LIDAR IPAD PRO M1”**

(Studi Kasus: Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran, Bali)

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

Malang, September 2022

Yang membuat pernyataan



Esterdiana Tafuli
NIM 1825035

LEMBAR PERSEMBAHAN

**Diberkatilah orang yang mengandalkan Tuhan, yang menaruh
harapannya Pada Tuhan
(Yeremia 17:7)**

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

*Bapa Yang Mahakuasa Pencipta Khalik dan Bumi, Anaknya yang
Tunggal dan Roh Kudus atas penyertaan dan perlindungan-Nya selama
saya berada di bangku perguruan tinggi hingga menyelesaikan semua
proses pembelajaran hingga selesai.*

Keluarga

*Kepada Bapak Ruben Tafuli dan Ibu Margaretha Kolo sebagai orang tua
yang telah memberikan kasih sayang, motivasi, dorongan bantuan baik
moril dan materil kepada saya sehingga saya juga dapat menyelesaikan
pendidikan ini. Saudara-saudara terkasih, ipar-ipar serta ponakan saya :
kk Engki, kk Mel, kk Vian, kk Fance, kk Jemi, kk Ima, kk Frida, kk Ivon,
Fanya, Mei, Ivi, Junior yang telah membantu penulis baik secara moril
maupun materil selama menempuh bangku pendidikan hingga selesai.
Terimakasih karena selalu mengalah dengan bungsu kalian ini.*

TAKAR 18 x GUD PIPEL x KEFA MALANG PP

*Terimakasih untuk keluarga kecil saya selama di Malang Fany, Ch, Kele,
Lya, Dj, Tania, Grace, Tony M, Tony Q, Ido, K Ronal, Babas, Edwin,
Arga, Mixed, Alfan, Mas Renn, Cha, Amaun Jacky, Wens, Gatot, Aldy, Om
Pong, Dape, Sandro, yang menemani saat susah maupun senang dari
masih maba hingga saat ini, menemani ketacuan selama ini wkwkw.
Maaf kalau sy sering merepotkan dan juga terimakasih karena sering
membantu akomodasi kami selama mengerjakan TA wkwkw. Semoga kita*

tetap menjaga hubungan baik kita dan semoga kalian juga diperlancar untuk urusan-urusan study kedepannya.

Masyarakat Geodesi

Untuk para senior yang tidak dapat sy sebutkan satu persatu namun sangan membantu sy selama melakukan proses perkuliahan, Teman-teman Geodesi 18 yang banyak membantu sy dalam berproses bersama, terimakasih untuk waktu dan pengalaman yang kita lewati. Untuk adik-adik tingkat tetap semangat berproses kedepan.

Sahabat Semasa Putih Abu-Abu

Untuk sahabat-sahabat semasa putih abu-abu Sonia, Yuni, Dewi yang menemani saya dalam menyelesaikan pendidikan ini. Terimakasih sudah menjadi tempat berkeluh kesah dan juga tempat bergibah walaupun secara digital wkkwkw. Semoga kalian diperlancar untuk urusan kedepannya.

For MYSELF

Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being my self at all the times.

KATA PENGANTAR

Segala syukur dan puji hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia-Nya yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul: “ANALISIS KETELITIAN MULTISENSOR UNTUK PERMODELAN 3D ANTARA KAMERA DSLR DAN SCANNING MINI LIDAR IPAD PRO M1. (Studi Kasus: Patung Dwarapalla, Desa Adat Penglipuran Bali)”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk mempraktekkan teori-teori yang telah diperoleh di bangku kuliah, serta untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S1) Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis sadar dalam penulisan skripsi ini mengalami beberapa hambatan maupun kesulitan. Skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, doa, restu dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ijin penulis untuk mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ruben Tafuli dan Ibu Margaretha Kolo, selaku orangtua yang selalu memanjatkan doa terhadap penulis sehingga proses penulisan ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Silvester Sari Sai, ST.,MT selaku ketua jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Martinus Edwin Tjahjadi, ST.,M.Geom.Sc.,Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan masukan dalam setiap proses menyelesaikan teknis data skripsi hingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Ketut Tomy Suhari, ST.,MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, semangat dan masukan dalam teknis data maupun penulisan skripsi ini hingga dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
5. Tim peneliti yang bersama penulis mengerjakan serta membantu menyelesaikan penelitian ini, serta dukungan dari PT Amerta Geospasial

Indonesia yang telah membantu peneliti dalam penyediaan dan penggunaan alat survey serta sensor DSLR dan Mini LiDAR.

6. Teman-teman angkatan 2018 Teknik Geodesi S1, dan teman-teman seperjuangan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan masukan dan segala bantuan dalam menyelesaikan hambatan dalam penelitian ini hingga dapat terselesainya penulisan skripsi ini.
7. Seluruh staf dan karyawan jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, dan semua pihak yang membantu dan memberikan waktunya dalam melayani setiap kebutuhan dalam berlangsungnya penelitian hingga penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis dengan senang menerima saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Malang, 14 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA	ii
Abstraksi	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II	4
2.1. Sensor	4
2.1.1. Kamera DSLR.....	4
2.1.2. Ipad Pro M1 Sensor Mini LiDAR.....	5
2.2. <i>Close Range Photogrametry (CRP)</i>	7
2.3. <i>Structure from Motion (SfM)</i>	8
2.4. Konfigurasi Kamera	9
2.5. RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)	10
2.6. Permodelan 3 Dimensi	10
BAB III	13
3.1. Lokasi dan Objek Penelitian.....	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.	14
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	15

3.4.	Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.4.1.	Orientasi Lapangan.....	19
3.4.2.	Pemasangan Retro.....	19
3.4.3.	Pengambilan Titik Koodinat Retro Menggunakan <i>Total Station</i>	20
3.4.4.	Pemotretan Objek Menggunakan DSLR.....	21
3.4.5.	Melakukan Proses <i>Scanning</i> dengan Ipad Pro.....	22
3.5.	Proses Pengolahan Data.....	23
3.5.1.	Pengolahan Data Foto DSLR dan Georeferensi.....	23
3.5.2.	Pengolahan Data Mini LiDAR dan Georeferensi.....	27
3.5.3.	Filtering Data.....	28
3.5.4.	Perhitungan Nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	29
BAB IV	31
4.1.	Uji Akurasi Ketelitian Geometri <i>Point Cloud</i> DSLR dan <i>Point Cloud Scanning Mini LiDAR</i>	31
4.2.	Uji Akurasi Ketelitian Geometri Model <i>Mesh</i> DSLR dan Model <i>Mesh Scanning Mini LiDAR</i>	33
4.3.	Analisa Perbandingan Nilai Jarak Retro Target Antara Kamera DSLR dan Mini LiDAR M1 Pro.....	35
4.4.	Analisis Visual dari Sensor Kamera DSLR dan Scanning Mini LiDAR.....	37
4.4.1.	Analisis <i>Point Cloud</i> Antara DSLR dan Scanning Mini LiDAR.....	38
4.4.2.	Analisis <i>Mesh</i> dari Model DSLR dan Model <i>Scanning Mini LiDAR</i> ..	39
4.4.3.	Analisis <i>Texture</i> dari Model DSLR dan Model <i>Scanning Mini LiDAR</i>	41
BAB V	43
5.1.	Kesimpulan.....	43
5.2.	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Sensor Scanner LiDAR Pada Ipad	6
Gambar 2. 2 Metode <i>Close Range Photogrammetry</i>	7
Gambar 2. 3 Metode <i>Structure from Motion</i>	8
Gambar 2. 4 Konfigurasi Kamera <i>Convergen</i>	9
Gambar 2. 5 Konfigurasi Kamera Normal	10
Gambar 3. 1 Peta Desa Adat Penglipuran.....	13
Gambar 3. 2 Objek adat penelitian.....	14
Gambar 3. 3 Orientasi lapangan.....	19
Gambar 3. 4 Pemasangan retro pada objek penelitian	20
Gambar 3. 5 Pengambilan titik kontrol pada retro menggunakan TS.....	21
Gambar 3. 6 Pengambilan foto DSLR	22
Gambar 3. 7 Hasil pemotretan DSLR	22
Gambar 3. 8 Proses <i>scanning mini</i> LiDAR menggunakan Ipad Pro.....	23
Gambar 3. 9 Hasil <i>scanning mini</i> LiDAR.....	23
Gambar 3. 10 Tampilan <i>Add Photo</i>	24
Gambar 3. 11 Proses <i>Align Photo</i>	24
Gambar 3. 12 Hasil <i>Align Photo</i>	25
Gambar 3. 13 Proses Georeferensi data DSLR.....	25
Gambar 3. 14 Proses <i>Build Dense Cloud</i>	26
Gambar 3. 15 Hasil <i>Build Dense Cloud</i>	26
Gambar 3. 16 Hasil <i>Build Mesh</i>	27
Gambar 3. 17 Hasil <i>Build Texture</i>	27
Gambar 3. 18 Proses georeferensi data <i>mini</i> LiDAR.....	28
Gambar 3. 19a. Pengambilan koordinat dari Data DSLR & Gambar 3. 20b. Pengambilan koordinat dari data <i>mini</i> LiDAR.....	30
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan jarak asli dengan jarak model DSLR.	36
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan jarak asli dan jarak Scanning mini LiDAR	37
Gambar 4. 3 (a) <i>point cloud</i> kamera DSLR (b) <i>point cloud mini</i> LiDAR	38
Gambar 4. 4 Perbandingan jumlah <i>point cloud</i> dari kamera dan <i>mini</i> LiDAR.....	39

Gambar 4. 5 (a) 3D <i>mesh</i> kamera DSLR (b) 3D <i>mesh mini</i> LiDAR	40
Gambar 4. 6 Perbandingan jumlah <i>face</i>	41
Gambar 4. 7a. Hasil <i>texture</i> DSLR dan b. Hasil <i>texture mini</i> LiDAR.....	41
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan jumlah <i>vertice</i> DSLR dan <i>mini</i> LiDAR.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Koordinat hasil ukur dengan Total Station.....	31
Tabel 4. 2 Analisis RMSE <i>point cloud</i> dari DSLR	32
Tabel 4. 3 Analisis RMSE <i>point cloud</i> dari <i>mini</i> LiDAR	32
Tabel 4. 4 Data koordinat hasil ukur Total Station	33
Tabel 4. 5 Analisis RMSE <i>model mesh</i> DSLR	34
Tabel 4. 6 Analisis RMSE <i>model mesh mini</i> LiDAR	34
Tabel 4. 7 Perbandingan jarak asli dan jarak pada model DSLR	35
Tabel 4. 8 Perbandingan jarak asli dengan jarak model <i>scanning mini</i> LiDAR.....	36
Tabel 4. 9 jumlah <i>point cloud</i> pembentuk objek patung.....	39
Tabel 4. 10 Jumlah <i>face</i> pada patung	40
Tabel 4. 11 Perbandingan jumlah <i>vertice</i> DSLR dan <i>mini</i> LiDAR.....	42