

UNIVERSITAS DIPONEGORO



**ANALISIS PERBANDINGAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF
MODEL 3D PADA KAMERA NON METRIK**

TUGAS AKHIR

ABDULLAH SYARIFF

21110116140067

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
AGUSTUS 2022**

UNIVERSITAS DIPONEGORO



**ANALISIS PERBANDINGAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF
MODEL 3D PADA KAMERA NON METRIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
(Strata – 1)**

ABDULLAH SYARIFF

21110116140067

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
AGUSTUS 2022**

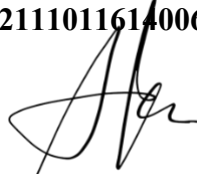
HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya tulis saya sendiri dengan sumber-sumber yang saya kutip dan rujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : ABDULLAH SYARIFF

NIM : 21110116140067

Tanda Tangan :



Tanggal : Agustus 2022





HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :
NAMA : ABDULLAH SYARIFF
NIM : 21110116140067
JURUSAN/DEPARTEMEN : TEKNIK GEODESI
JUDUL SKRIPSI :

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF MODEL 3D PADA KAMERA NON METRIK

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Hana Sugiastu Firdaus, S.T., M.T. ()
Pembimbing 2 : Lino Garda Denaro, S.T., M.Sc., Ph.D. ()
Penguji 1 : Bandi Sasmito, S.T., M.T. ()
Penguji 2 : Abdi Sukmono, S.T., M.T. ()

Semarang, Agustus 2022

Ketua Departemen Teknik Geodesi



Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.
NIP. 197904232006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang memberikan banyak nikmat kehidupan dan berbagai pertolongan selama hidup ini.
2. Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam sebagai panutan penulis dalam memberikan keteladanan perilaku, adab, dan keimanan.
3. Abdullah Syariff, penulis, sebagai sosok yang terus berusaha dan selalu melangkah kedepan dalam mengerjakan skripsi di tengah berbagai kesibukan.
4. Ibu penulis, Indah Wahyu Sulistyowati dan adik penulis, Ayesha Selena Shabina serta insyallah calon pasangan penulis, Fairiz Ayesha Achmad yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi beserta doa-doa yang dipanjatkan untuk penulis.
5. Keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu karena terlalu banyak.
6. Keluarga Teknik Geodesi 2016 yang telah menemani perjuangan penulis selama perkuliahan dengan berbagai kenangan, motivasi, dan pembelajaran yang penulis dapatkan dari mereka.
7. Rekan-rekan dekat penulis sejak SMA yang sudah lulus jauh-jauh hari yang selalu menemani penulis saat lagi hilang motivasi menulis terkhusus Reza, Afi, Aldi, Zezo, Mbul, dan teman dekat lain yang tidak banyak tapi lupa namanya saat penulis mengetik ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini penulis ajukan sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana/S – 1 yang dapat terlaksana atas bantuan banyak pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Ibu Hana Sugiastu Firdaus, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dari awal hingga akhir.
3. Bapak Lino Garda Denaro, S.T., M.Sc., Ph.D., sebagai dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T., sebagai dosen wali yang telah memberikan arahan, pendampingan dan motivasi kepada penulis.
5. Semua pihak yang telah memberikan bantuan material, data, dan dukungan dalam kelancaran penulisan tugas akhir ini.

Penulis berharap penelitian ini mampu memberikan sumbangasih dan bermanfaat bagi dunia keilmuan di Indonesia, tekhusus disiplin ilmu yang penulis alami dalam perkuliahan.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : ABDULLAH SYARIFF

NIM : 21110116140067

JURUSAN/DEPARTEMEN : TEKNIK GEODESI

FAKULTAS : TEKNIK

JENIS KARYA : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, penulis menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak bebas Royalti Noneksklusif** atas karya ilmiah yang berjudul:

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF MODEL 3D PADA KAMERA NON METRIK

Beserta perangkat yang ada, dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak untuk menyimpan, mengalihmedia, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap menyantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 18 Agustus 2022

Yang Menyatakan



(Abdullah Syariff)

ABSTRAK

Kebutuhan akan teknologi pemodelan 3 dimensi untuk segala sektor industri terus meningkat seiring berkembangnya zaman. Hal ini menjadikan teknologi pemodelan 3 dimensi harus semakin lebih mudah diakses dan lebih terjangkau untuk dimanfaatkan. Salah satu cara melakukan pemodelan 3 dimensi adalah dengan menggunakan *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) namun penggunaan alat ini memiliki nilai investasi yang cukup tinggi bagi kalangan *end user*. Alternatif lain yang lebih terjangkau dalam menerapkan ilmu Fotogrametri Rentang Dekat adalah menggunakan kamera non-metrik yang sudah dikalibrasi. Penelitian ini difokuskan untuk membandingkan kualitas model 3 dimensi yang dibentuk dari beberapa kamera non-metrik seperti GoPro Hero 8, Sony A6500, dan kamera dari Smartphone Samsung Galaxy Note 9. Metode perbandingan yang penulis lakukan adalah dengan pengukuran jarak antar titik pada model 3 dimensi yang dibentuk dengan jarak antar titik pada objek aslinya. Selain perbandingan jarak antar titik, penulis membuat kuisisioner singkat yang berisikan tampilan dari hasil model 3 dimensi yang dibentuk dari masing-masing kamera dengan berbagai sudut pandang dan meminta responden untuk memilih manakah model 3 dimensi yang memiliki kualitas visual terbaik. Hasil akhir dari penelitian ini dapat diketahui bahwa Sony A6500 memiliki nilai jarak antar titik terbaik dengan kesalahan total sebesar 16,717mm lalu pada urutan kedua GoPro Hero 8 dengan nilai kesalahan 17,705mm dan terakhir adalah Samsung Galaxy Note 9 dengan nilai kesalahan 29,084mm. Sedangkan untuk hasil kuisisioner mengenai kualitas visual model 3 dimensi yang sudah disebarluaskan terdapat 39,77% responden memilih Sony A6500 lalu 32,58% responden memilih GoPro Hero 8 dan terakhir 27,65% responden memilih Samsung Galaxy Note 9.

Kata kunci: Pemodelan 3D, Fotogrametri Jarak Dekat, Kamera Non-Metrik, Perbandingan Kualitas

ABSTRACT

The need for 3D modeling technology for all industrial sectors continues to increase over time. This makes 3D modeling technology increasingly more inclusive and more affordable to use. One way to do 3D modeling is using a Terrestrial Laser Scanner (TLS), but this tool has a high investment value for end users. Another, more affordable alternative to applying the science of Close Range Photogrammetry is to use a calibrated non-metric camera. This research is focused on comparing the quality of 3D models formed from several non-metric cameras such as the GoPro Hero 8, Sony A6500, and cameras from the Samsung Galaxy Note 9. The comparison method that the author uses is by measuring the distance between points on a 3D model that is formed by the distance between points on the original object. In addition to the comparison of distances between points, the authors made a short questionnaire containing the appearance of the results of the 3D model formed from each camera with various angles of view and asked respondents to choose which 3D model has the best visual quality. The final result of this research can be seen that the Sony A6500 has the best distance between points with a total error of 16.717mm in second place is the GoPro Hero 8 with an error value of 17.705mm and the last is the Samsung Galaxy Note 9 with an error value of 29.084mm. As for the results of the questionnaire regarding the visual quality of the 3-dimensional model that has been distributed, 39.77% of respondents chose Sony A6500, 32.58% of respondents chose GoPro Hero 8, and finally, 27.65% of respondents chose Samsung Galaxy Note 9.

Keywords: *3D Modeling, Close Range Photogrammetry, Non-Metric Cameras, Quality Comparison*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	2
HALAMAN PERNYATAAN	3
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	5
KATA PENGANTAR	6
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	7
ABSTRAK.....	8
<i>ABSTRACT</i>	9
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR GAMBAR.....	13
DAFTAR TABEL.....	16
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Manfaat Penelitian.....	2
I.5 Batasan Penelitian	3
I.6 Kerangka Pikir Penelitian.....	3
I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Penelitian Terdahulu.....	5
II.2 Objek Penelitian	7
II.3 Fotogrametri	9
II.3.1 Manfaat Fotogrametri.....	10
II.3.2 Fotogrametri Rentang Dekat	10
II.4 Model 3 Dimensi	11
II.4.1 Konsep Dasar Pemodelan 3 Dimensi	12
II.4.2 Metode Pemodelan 3 Dimensi.....	12
II.5 Konfigurasi Kamera	16

II.6	Kaliberasi Kamera	16
II.7	<i>Level of Detail (LoD)</i>	18
II.8	Uji Ketelitian Pengukuran	19
II.9	Kamera Non Metrik.....	19
II.9.1	GoPro Hero 8.....	20
II.9.2	Samsung Galaxy Note9	20
II.9.3	Sony A6500.....	21
II.10	<i>Agisoft Metashape Professional</i>	22
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	23
III.1	Objek Penelitian	23
III.2	Alat dan Data.....	23
III.2.1	Alat	23
III.2.2	Data.....	26
III.3	Diagram Alir Penelitian.....	27
III.4	Persiapan	28
III.5	Akuisisi Data	28
III.5.1	Pengukuran Rol Meter.....	28
III.5.2	Pembuatan Georeferensi Koordinat Lokal	29
III.5.3	Pengambilan Gambar	31
III.5.4	Pembuatan Kuisisioner.....	33
III.6	Pengolahan Data.....	34
III.6.1	Pembentukan Model 3 Dimensi	35
III.6.2	Pengukuran Jarak Model 3 Dimensi.....	44
III.6.3	Pengolahan Data Kuisisioner	47
BAB IV	HASIL dan ANALISIS	48
IV.1	Hasil dan Analisis Kaliberasi Kamera.....	48
IV.1.1	Analisis Nilai Distorsi Kamera	48
IV.1.2	Perbandingan GCP Pada Model 3 Dimensi.....	52
IV.2	Hasil dan Analisis Model 3 Dimensi.....	54
IV.2.1	Hasil dan Analisis Model 3 Dimensi dari GoPro Hero 8	54
IV.2.2	Hasil dan Analisis Model 3 Dimensi dari Sony A6500.....	55
IV.2.3	Hasil dan Analisis Model 3 Dimensi dari Samsung Galaxy Note 9.....	56

IV.3 Hasil dan Analisis Kuantitatif dan Kualitatif Model 3 Dimensi	57
IV.3.1 Hasil dan Analisis Kuantitatif Dengan Perbandingan Jarak.....	57
IV.3.2 Hasil dan Analisis Kualitatif Dengan Survey.....	63
BAB V PENUTUP	72
V.1 Kesimpulan.....	72
V.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Kerangka Pikir Penelitian	3
Gambar II-1 Objek Penelitian Tampak Depan	8
Gambar II-2 Objek Penelitian Tampak Belakang	8
Gambar II-3 Posisi Kesegarisan.....	11
Gambar II-4 Model 3 Dimensi.....	11
Gambar II-5 Align Photos.....	13
Gambar II-6 <i>Dense Cloud</i>	14
Gambar II-7 <i>Build Mesh</i>	14
Gambar II-8 <i>Build Texture</i>	15
Gambar II-9 Pemotretan 360°	16
Gambar II-10 Pemotretan Planar	16
Gambar II-11 GCP Based Calibration 1 (Marcos Vinicius, 2019).....	17
Gambar II-12 <i>GCP Based Calibration 2</i> (Marcos Vinicius, 2019).....	17
Gambar II-13 Metode Papan Catur.....	18
Gambar II-14 GoPro Hero 8 Black.....	20
Gambar II-15 Samsung Galaxy Note9.....	21
Gambar II-16 Sony A6500 18-105	21
Gambar II-17 <i>Agisoft Metashape Professional</i>	22
Gambar III-1 Objek Penelitian	23
Gambar III-2 Macbook Pro Retina 13”	23
Gambar III-3 GoPro Hero 8.....	24
Gambar III-4 Samsung Galaxy Note 9	24
Gambar III-5 Sony A6500.....	25
Gambar III-6 Tripod	25
Gambar III-7 Rol Meter.....	26
Gambar III-8 Sticker Retro / <i>Code Target</i>	26
Gambar III-9 Diagram Alir.....	27
Gambar III-10 Rol Meter.....	29
Gambar III-11 Panjang dan Lebar Plat Nomor.....	29
Gambar III-12 <i>Code Target / Marker</i>	30

Gambar III-13 Sketsa GCP	30
Gambar III-14 Penampakan Lapangan	31
Gambar III-15 Sampel Foto Sony A6500	32
Gambar III-16 Sampel Foto GoPro Hero 8	32
Gambar III-17 Sampel Foto Samsung Note 9	33
Gambar III-18 <i>Add New Chunk</i>	35
Gambar III-19 <i>Add Photos</i>	35
Gambar III-20 <i>Tampilan Workspace</i>	36
Gambar III-21 <i>Detect Markers</i>	36
Gambar III-22 Menandai <i>Code Target</i>	37
Gambar III-23 Koordinat <i>Markers</i>	37
Gambar III-24 <i>Align Photos</i>	37
Gambar III-25 <i>Align Photos</i> GoPro Hero 8	38
Gambar III-26 <i>Align Photos</i> Samsung Note9	38
Gambar III-27 <i>Align Photos</i> Sony A6500	38
Gambar III-28 Paramteter <i>Build Dense Cloud</i>	39
Gambar III-29 <i>Dense Cloud</i> Sony A6500	39
Gambar III-30 <i>Dense Cloud</i> GoPro Hero 8	40
Gambar III-31 <i>Dense Cloud</i> Samsung Note9	40
Gambar III-32 Cara <i>Build Mesh</i>	40
Gambar III-33 Parameter <i>Build Mesh</i>	41
Gambar III-34 <i>Mesh</i> Sony A6500	41
Gambar III-35 <i>Mesh</i> GoPro Hero 8	41
Gambar III-36 <i>Mesh</i> Samsung Note9	42
Gambar III-37 Proses <i>Build Texture</i>	42
Gambar III-38 Parameter <i>Build Texture</i>	43
Gambar III-39 <i>Textured</i> Sony A6500	43
Gambar III-40 <i>Textured</i> GoPro Hero 8	44
Gambar III-41 <i>Textured</i> Samsung Note9	44
Gambar III-42 <i>Tools Ruler</i>	44
Gambar III-43 Model 3D Tegak Lurus	45
Gambar III-44 Ukuran Jarak Samsung Note9	45

Gambar III-45 Ukuran Jarak GoPro Hero 8	46
Gambar III-46 Ukuran Jarak Sony A6500.....	46
Gambar III-47 Contoh Pertanyaan Poling 1	47
Gambar III-48 Contoh Pertanyaan Poling 2	47
Gambar IV-1 <i>Gaussian Radial Distortion</i> GoPro Hero 8.....	50
Gambar IV-2 <i>Gaussian Radial Distortion</i> Sony A6500.....	51
Gambar IV-3 <i>Gaussian Radial Distortion</i> Samsung Note9.....	51
Gambar IV-4 Tampak Depan 3D dari Gopro	54
Gambar IV-5 Tampak Belakang dari Gopro.....	55
Gambar IV-6 Tampak Depan dari Sony	55
Gambar IV-7 Tampak Belakang dari Sony.....	56
Gambar IV-8 Tampak Depan dari Samsung.....	56
Gambar IV-9 Tampak Belakang dari Samsung	57
Gambar IV-10 Tanda Koordinat Tampak Belakang.....	58
Gambar IV-11 Profil Responden	63
Gambar IV-12 Pilihan Tampak Atas.....	63
Gambar IV-13 Hasil Kuisisioner Tampak Atas.....	64
Gambar IV-14 Pilihan Tampak Depan	65
Gambar IV-15 Hasil Kuisisioner Tampak Depan.....	65
Gambar IV-16 Pilihan Tampak Belakang.....	66
Gambar IV-17 Hasil Kuisisioner Tampak Belakang.....	66
Gambar IV-18 Pilihan Tampak Samping Kanan	67
Gambar IV-19 Hasil Kuisisioner Tampak Samping Kanan	67
Gambar IV-20 Pilihan Samping Kiri	68
Gambar IV-21 Hasil Kuisisioner Tampak Samping Kiri	69
Gambar IV-22 Tampak Detail Plat Nomor.....	69
Gambar IV-23 Hasil Kuisisioner Tampak Detail Plat	70

DAFTAR TABEL

Tabel II-I Penelitian Terdahulu	5
Tabel II-II <i>Level of Detail</i>	18
Tabel IV-I Nilai Kaliberasi GoPro Hero 8.....	48
Tabel IV-II Nilai Kaliberasi Sony A6500	49
Tabel IV-III Nilai Kaliberasi Samsung Note9	49
Tabel IV-IV Nilai <i>Control Check Points</i> Gopro	52
Tabel IV -V Nilai <i>Control Check Points</i> Sony	53
Tabel IV -VI Nilai <i>Control Check Points</i> Samsung	53
Tabel IV -VII Urutan Nilai <i>RMSE Check Points</i> Terbaik	54
Tabel IV -VIII Ukuran Jarak di Lapangan	58
Tabel IV -IX Titik Koordinat GoPro	59
Tabel IV -X Titik Koordinat Sony	59
Tabel IV -XI Titik Koordinat Samsung	59
Tabel IV -XII Perbandingan Jarak Sebenarnya Gopro	60
Tabel IV -XIII Perbandingan Jarak Sebenarnya Sony	60
Tabel IV -XIV Perbandingan Jarak Sebenarnya Samsung	61
Tabel IV -XV Urutan Jarak 3 Dimensi Terbaik	62
Tabel IV-XVI Nilai Selisih Antar Kamera Tiap Titik.....	62
Tabel IV-XVII Urutan Kualitas Visual Terbaik	70

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan teknologi pemodelan 3 dimensi untuk industri pemetaan maupun rekonstruksi bernilai hingga 3,64 Milyar dolar Amerika pada tahun 2020 dan diprediksi akan terus berkembang hingga 13,5 Milyar dolar Amerika pada tahun 2028 mendatang (VerifiedMarketResearch, 2021). Nilai yang diprediksi tinggi ini berdasarkan kebutuhan yang terus meningkat dari berbagai sektor industri seperti transportasi, kesehatan, pemetaan, dan juga industri otomotif yang semakin berkembang di Indonesia.

Industri otomotif di Indonesia terutama usaha rintisan baru pada masa kini sangat memerlukan teknologi 3 dimensi untuk riset, analisis, dan pembuatan produk yang akan dipasarkan. Kebutuhan lain yang menggunakan teknologi pemodelan 3 dimensi dalam dunia otomotif adalah pembuatan suku cadang dan aksesoris pihak ketiga yang dicetak juga menggunakan mesin pencetak 3 dimensi.

Teknologi pembuatan rekonstruksi 3 dimensi saat ini yang ideal digunakan dan sudah teruji yaitu *laser scanner*, namun penggunaan *laser scanner* relatif mahal, salah satunya *laser scanner* tipe Trimble X7 memiliki harga sekitar \$35.000 (Trimble, 2022). Kalangan instansi seperti pemerintahan dan industri yang sudah besar nilai investasi tersebut memang sudah selayaknya dengan hasil yang akan didapatkan, namun untuk *end user* dan bisnis rintisan yang ingin membuat model 3 dimensi objek membutuhkan pilihan yang lebih murah, efisien dan berkualitas.

Alternatif lain yang lebih terjangkau untuk pembuatan rekonstruksi 3 dimensi adalah kamera non metrik dengan proses kalibrasi untuk menghilangkan kesalahan sistematik dan mendapatkan hasil yang baik untuk terapan fotogrametri (Wolf et al., 2014). Penulis memilih kamera non metrik seperti GoPro Hero 8 lalu kamera pada telefon genggam Samsung Galaxy Note 9 dan Sony A6500 yang apabila ditotalkan harganya jauh lebih murah dari harga *laser scanner* Trimble X7.

Tujuan mengkaji lebih kamera non metrik dalam prekonstruksian model 3 dimensi dikarenakan penulis ingin menganalisa perbandingan kualitas hasil rekonstruksi 3 dimensi yang dibentuk dari ketiga kamera tersebut.

Objek yang dipilih penulis pada penelitian ini juga terkait dengan dunia otomotif dan merupakan objek sehari-hari yang mudah ditemukan yaitu motor yang dapat bermanfaat bagi *end*

user dalam pembuatan model 3d keperluan industri otomotif seperti pembuatan *diecast* maupun aksesoris lainnya.

Harapan dengan adanya penelitian ini adalah dapat membantu *end user* maupun usaha rintisan baru yang ingin membuat model 3 dimensi memilih teknologi kamera non metrik mana dari ketiga kamera yang penulis uji yang paling baik dari segi nilai investasi, kualitas visual, dan kuantitasnya.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dilakukannya penelitian ini, terdapat beberapa rumusan masalah yang penulis buat, yaitu:

1. Bagaimana analisis hasil kalibrasi kamera non metrik?
2. Bagaimana analisis hasil model 3 dimensi kamera non metrik?
3. Bagaimana analisis kuantitatif dan kualitatif hasil dari model 3 dimensi kamera non metrik?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui analisis hasil kalibrasi kamera non metrik.
2. Mengetahui analisis hasil model 3 dimensi kamera non metrik.
3. Mengetahui analisis kuantitatif dan kualitatif hasil dari model 3 dimensi kamera non metrik.

I.4 Manfaat Penelitian

Sementara itu, manfaat dibuatnya penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu:

1. Segi Keilmuan

Penelitian dapat memberikan kontribusi terhadap pemahaman dan prosedur dalam pembuatan model 3 dimensi menggunakan kamera non metrik.

2. Segi Kerekayasaan

Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan model 3 dimensi yang memenuhi standar *Level of Detail 2* yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan.

I.5 Batasan Penelitian

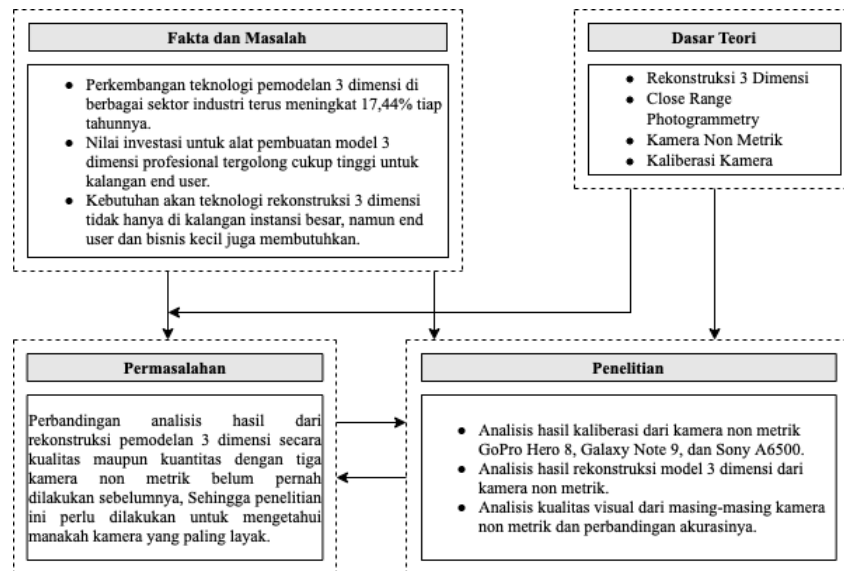
Berikut merupakan batasan pada penelitian ini:

1. Objek penelitian yang akan dibuat model 3 dimensinya merupakan kendaraan roda dua.
2. Metode pengambilan data yang digunakan adalah *Close Range Photogrammetry*.

3. Ketiga kamera akan diatur dengan resolusi yang sama pada 12 megapiksel.
4. Tingkat detail dari model 3 dimensi yang dibentuk adalah LOD 2.
5. Kaliberasi kamera dilakukan dengan *ICP Based* langsung pada perangkat lunak Agisoft Metashape saat melakukan pengolahan data.
6. Uji kuantitatif data hanya membandingkan ukuran jarak antar titik yang linier/lurus pada model 3 dimensi meliputi jarak antar roda, panjang plat nomor, lebar plat nomor, jarak antar spion, reflektor lampu belakang, dan *shock breaker* dengan ukuran aslinya melalui pengukuran roll meter dan juga menyesuaikan spesifikasi dari pabrikan.
7. Uji kualitatif data hanya membandingkan visual model 3 dimensi yang dibentuk dengan objek aslinya menggunakan metode survey.

I.6 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka berpikir dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap dan merupakan satu kesatuan yang saling terkait.



Gambar I-1 Kerangka Pikir Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran umum struktur penulisan laporan yang sesuai dengan kaidah penulisan yang baik. Sistematika penulisan laporan penelitian ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Memuat penjelasan tentang latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat diadakannya penelitian, batasan penelitian, kerangka berpikir penelitian dan sistematika penulisan laporan penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat informasi berupa penelitian terdahulu yang berkaitan sehingga dapat membantu proses penelitian dan juga mengenai teori-teori yang mendukungnya. Tinjauan Pustaka disajikan dalam bentuk sub bab yang membahas literatur tentang model 3 dimensi, fotogrametri meliputi metode fotogrametri rentang dekat, kalibrasi kamera, konfigurasi kamera, *level of detail* suatu model 3 dimensi, dan uji ketelitian model 3 dimensi.

BAB III METODOLOGI

Memuat informasi berupa objek penelitian, alat dan data apa saja yang dibutuhkan dalam penelitian, dan diagram alir penelitian. Selain itu pada bab ini terdapat informasi berupa proses yang meliputi persiapan penelitian, akuisisi data, dan pengolahan data penelitian untuk dianalisis pada bab selanjutnya.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Memuat informasi hasil dari pelaksanaan penelitian ini dengan metode yang sudah dilakukan serta analisis sesuai dengan rumusan masalah meliputi analisis hasil kalibrasi kamera non metrik, analisis model 3 dimensi yang terbentuk dan analisis kualitatif maupun kuantitatif dan dari model 3 dimensi yang dibentuk oleh kamera non metrik.

BAB V PENUTUP

Memuat kesimpulan akhir dari penelitian yang telah dilaksanakan serta memberikan saran untuk penelitian yang akan datang dengan topik yang serupa dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, K.B. 1996. *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. Whitlles Publishing. Scotland, UK.
- Biljecki, F. 2013. The Concept of Level Detail in 3D City Models. Delft. OTB Research Institute for The Built Environment.
- Export, 3D. 2018. “3D Sculpture of Kim Jong Un”, <https://id.3dexport.com/3dmodel-3d-sculpture-of-kim-jong-un-3d-print-model-3d-print-3d-print-model-204394.htm>, diakses pada 8 Agustus pukul 08.15.
- Garcia, M. V. Y., Oliveira, H. C., Fernandes, R. F., & Costa, D. C. (2020). Evaluation Of Different Methods for Non-Metric Camera Calibration. In Anuário Do Instituto De Geociências - Ufrj (Vol. 43, Issue 1, Pp. 266–272). Instituto De Geociências – Ufrj.
- Hadi, B.S. 2007. *Dasar-dasar Fotogrametri*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Indonesia, GoPro. 2020. “GoPro Hero 8”, <https://gopro.com/en/us/shop/cameras/hero8-black/CHDHX-801-master.html>, diakses pada 8 Agustus 2021 pukul 12.40.
- Indonesia, Agisoft. 2011. “Algorithm Used in Photoscan”, <https://www.agisoft.com/forum/index.php?topic=89.0>, diakses pada 8 Agustus 2022 pukul 15.10.
- Indonesia, Samsung. 2018. “Samsung Galaxy Note 9”, <https://www.samsung.com/id/smartphones/galaxy-note9>, diakses pada 11 Agustus 2021 pukul 15.10.
- Indonesia, Trimble. 2022. “Trimble X7 3D Scanning System”, <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-x7>, diakses pada 18 Juli 2022 pukul 07.10.
- Indonesia, Verified Market Research. 2021. “3D Mapping and Modeling Market Size and Forecast”, <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/3d-mapping-and-modeling-market/>, diakses pada 18 Juli 2022 pukul 07.40.
- Nalwan, A. 1998. *Pemograman Animasi dan Game Profesional*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Pragmantya, Sekunda. 2019, *Analisa Akurasi Kinect Xbox 360 untuk Pemodelan Objek 3 Dimensi*. Skripsi.
- Pranata, Y. N. dan Cahyono, A. B. 2016. *Evaluasi Metode Aerial Videogrametri untuk Rekonstruksi 3D Bangunan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Singarimbun, M dan Efendi. 1995. Metode Penelitian Survey. Jakarta: PT. Pustaka LP3ES

Wolf, P. R., Dewitt, B. A., & Wilkinson, B. E. 2014. *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS (4 ed.)*. United States: Mc Graw-Hill Education.

Wolf, P., R. 1993. Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh, Penerjemah: Gunadi, Gunawan, T., Zuharnen, Edisi kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.