

**REKONSTRUKSI BANGUNAN TIGA DIMENSI BENTUK *LOD*
(*LEVEL OF DETAIL*) TINGKAT 2 DENGAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE GOOGLE SKETCH UP DAN PETA DASAR FOTO
UDARA *UAV***

**(Studi Kasus : Perumahan *Garden Palma Inside* Kelurahan Mojolangu
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang)**



**JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

**REKONSTRUKSI BANGUNAN TIGA DIMENSI BENTUK
LOD (LEVEL OF DETAIL) TINGKAT 2 MENGGUNAKAN
SOFTWARE GOOGLE SKETCH UP DAN PETA DASAR
FOTO UDARA UAV**

*(Studi Kasus: Perumahan Garden Palma Inside Kelurahan Mojolangu Kecamatan
Lowokwaru Kota Malang)*

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S1) Teknik Geodesi
Institut Teknologi Nasional Malang**

Oleh :

**Ridho Dwi Putra Tanjung
1425904**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc.PhD.

Dosen Pembimbing Pendamping

Feny Arafah, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc.PhD.



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

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

(PERSERO) MALANG
K 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 : RIDHO DWI PUTRA TANJUNG
NIM : 1425904
JURUSAN : TEKNIK GEODESI (S-1)
JUDUL : REKONSTRUKSI BANGUNAN TIGA DIMENSI BENTUK *LOD*
(*LEVEL OF DETAIL*) TINGKAT 2 DENGAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE GOOGLE SKETCH UP DAN PETA DASAR FOTO
UDARA UAV.

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

Pada Hari : Kamis
Tanggal : 18 Agustus 2016
Dengan nilai :(angka)

**Panitia Ujian Skripsi
Ketua**

(Ir. Jasmani, M.Kom.)

Penguji I

(Investor Sari Sai, ST., MT.)

Dosen Pendamping

(M. Edwin Tjahjadi, ST., M.GeoM.Sc., PhD.)

Penguji II

(Ir. Leo Pantimena, M.Sc.)

**REKONTRUKSI BANGUNAN TIGA DIMENSI BENTUK
LOD (LEVEL OF DETAIL) TINGKAT 2 DENGAN
MENGUNAKAN SOFTWARE GOOGLE SKETCH UP
DAN PETA FOTO UDARA UAV**

Ridho Dwi Putra Tanjung 1425904

Dosen Pembimbing 1 : M. Edwin Tjahjadi, ST., MgeomSc., PhD.

Dosen Pembimbing 2 : Feny Arafah, ST., M.T.

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi, dikembangkan wahana udara tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* untuk pemetaan fotogrametri. Hasil dari survei pemetaan menggunakan metode fotogrametri UAV memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan hasil survei pemetaan yang menggunakan metode lain yaitu menghemat biaya pekerjaan, waktu pekerjaan menjadi lebih singkat, dan hasil yang didapatkan dapat dipertanggung jawabkan. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan 3D (tiga dimensi) menggunakan foto udara untuk mendapatkan dimensi suatu objek bangunan hingga pembuatan LOD (*Level Of Detail*) tingkat 2 dengan memanfaatkan data foto, *DEM (Digital Elevation Model)*, *DSM (Digital Surface Model)*. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk adalah pemodelan 3D *Agisoft Photoscan*, *ArcScene* dan *software sketch up*.

Hasil dari penelitian ini adalah bangunan 3D berupa tingkatan LOD (*Level Of Detail*) dari LOD 0 sampai LOD 2 menggunakan *Total Station Topcon Lasser GTS-250* pada lokasi perumahan *Garden Palma Inside Kel Mojolangu Kec Lowokwaru Kota Malang*. Sebagai sampel pengukuran, diambil 2 buah rumah dan diketahui *Rms Errornya* 4 meter. Nilai rms yang didapatkan masuk ke dalam kategori LOD 01 yang sesuai standart OGC (*Open Geospatial Consortium*) yaitu 5/5m. Penggambaran LOD 02 hanya secara manual saja akan tetapi secara akurasi hanya sebatas LOD 01 saja. Dari penelitian ini diharapkan akan dapat digunakan untuk keperluan tata kota, bangunan bersejarah, arkeologi, *skyline*, infrastruktur, kadaster 3D, dan lain-lain.

Kata Kunci : Foto Udara *UAV*, 3 DIMENSI, *LOD (Level Of Detail)*.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ridho Dwi Putra Tanjung
NIM : 1425904
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**REKONSTRUKSI BANGUNAN TIGA DIMENSI BENTUK
LOD (LEVEL OF DETAIL) TINGKAT 2 DENGAN
MENGUNAKAN SOFTWARE GOOGLE SKETCH UP DAN
PETA DASAR FOTO UDARA UAV**

*(Studi Kasus: Perumahan Garden Palma Inside Kelurahan Mojolangu Kecamatan
Lowokwaru Kota Malang)*

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

Malang,
Yang Membuat Pernyataan



Ridho Dwi Putra Tanjung
NIM : 1425904

LEMBAR PERSEMBAHAN

*Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah, dan Tuhanmulah yang maha mulia
Yang mengajarkan manusia dengan penuh rasa kasih sayang,
Ya Allah,*

*Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan
bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, yang telah memberi warna-
warni kehidupanku. Kubersujud dihadapan Mu,
Engaku berikan aku kesempatan untuk bisa sampai
Di penghujung awal perjuanganku
Segala Puji bagi Mu ya Allah.*

To Ibunda dan Ayahanda Tercinta

*Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya
kecil ini kepada ibu dan ayah yang telah memberikan kasih dan sayangmu, segala dukungan, dan
rasa kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas
yang bertuliskan dengan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk
membuat ayah dan ibu bahagia karena aku sadar, karena selama ini belum bisa berbuat yang lebih.
Untuk ibu dan ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu
mendoakanku, dan selalu menasehatiku menjadi lebih baik,*

Terimakasih Ibu Terimakasih Ayah

To My Lovely Heart "Kiki Febriana Aisyah Fitri"

*Sebagai tanda cinta kasihku, Ayang persembahkan karya kecil ini buatmu. Terimakasih atas kasih
sayang, perhatian, dan kesabaranmu yang telah memberikanku dukungan semangat dan inspirasi
dalam menyelesaikan Skripsi ini, semoga engkau pilihan yang terbaik buatku dan masa depanku*

Terimakasih Sayang

To My Best Friend

*Buat sahabatku Nim 14 "Pasukan Berani Mati" sebagai tanda pertemanan kita Suryak, Irwan,
Apek, Hardy, Kulus, Rahmat, Lai, Aras, Icak, Arik, Pujik, Ica pace, Rbt, Mbah, Pendi, Rahman,
Dona, atha, pace, Gaza, Kentir, Chris, Jo, Doni, Maijak, Tiok, ArdiTB, Bos Baren, Nisa, Nuel,
Desti, Gitak, Ifti, Hussein, Ilham, Jose, Srik, wily, n Aldin. Terimakasih atas bantuan, doa,
nasehat, hiburan, traktiran, tumpangan ojek, dan semangat yang kalian berikan selama ini,
taakan melupakan kejadian – kejadian yang pernah kita alami bersama ketika diwaktu susah
maupun senang.*

Terimakasih Rekk.....

MOTTO : Tidak ada perjuangan yang sia-sia, selagi mau berdoa dan berusaha pasti ada jalan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi ini. Laporan ini dibuat untuk memenuhi syarat kelulusan dari mata kuliah skripsi di program studi Teknik Geodesi dari Institut Teknologi Nasonal Malang.

Laporan ini yang berjudul “*Rekontruksi Bangunan Tiga Dimensi Bentuk LOD (Level Of Detail) Tingkat 2 Menggunakan Software Google Sketch Up dan Peta Dasar Foto Udara UAV*”. Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan dan berbagai kendala yang dihadapi ketika saat penyusunan laporan. Oleh karena itu penulis memohon kritik dan saran untuk perbaikan dan peningkatan baik sekarang dan untuk ke depannya. Kemudian pada saat kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu dalam semua proses skripsi ini mulai dari persiapan kerja lapangan, pemrosesan data hingga penyusunan laporan ini selesai, antara lain :

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan doa dan materi pada penulis hingga laporan skripsi ini selesai.
2. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST, M.Geo.Sc, Ph.D Selaku ketua program studi Teknik Geodesi di Institut Teknologi Nasional Malang dan sekaligus pembimbing pertama.
3. Ibu Feny Arafah, ST ., MT. Selaku dosen Pembimbing kedua dalam pengerjaan laporan skripsi ini.
4. Bapak Bagus Subakti, ST., M.Eng. Selaku dosen pengarah dan membantu proses jalannya data skripsi hingga selesai.
5. Teman – teman satu ekstensi Teknik Geodesi di Institut Teknologi Nasional Malang.

Malang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
ABSTRAK.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
LEMBAR PERSESEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Pnulisan	2

BAB II. DASAR TEORI

2.1. Permodelan 3 Dimensi	4
2.2. Fotogrametri.....	5
2.3. Pemotretan Udara Secara Tegak (vertikal).....	6
2.3.1. Pemotretan Udara Secara Condong atau <i>Oblique</i>	7
2.4. <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	8
2.5. <i>Point Cloud</i>	10
2.6. TIN (<i>Triangulated Irregular Network</i>)	10
2.7. <i>Digital Surface Modeling</i>	12
2.8. <i>Level Of Detail (LOD)</i>	13

BAB III. PELAKSANAAN PRAKTIKUM

3.1. Lokasi Penelitian	15
3.1.1. Bahan Penelitian	16
3.1.2. Peralatan Persiapan.	16
3.3. Langkah Penelitian	17
3.4. <i>Classification Ground and Building Point</i>	19
3.5. Memotong hasil <i>Orthophoto</i> pada <i>Global Mapper</i>	26
3.6. Melakukan <i>Digitasi</i> Pada <i>ArcMap</i>	28
3.7. Pembuatan TIN	30
3.8. Proses Pembuatan 3Dimensi	31

3.9. Langkah <i>Export Data Arcscene</i> Menuju <i>SketchUp</i>	34
3.10. <i>Import & Export</i> data di Aplikasi <i>SketchUp</i>	36
3.11. <i>Import</i> data <i>Collada File</i> pada <i>ArcScene</i>	39

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembahasan Hasil Pemrosesan data.....	43
4.1.1 Hasil Digitasi	43
4.1.2 Penggambaran Bangunan 3D.....	44
4.2. <i>Overlay</i> Peta Digital 3D	44
4.3. Hasil Tampilan LOD (<i>Level Of Detail</i>)	45

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Permodelan bangunan 3D	5
Gambar 2.2. Foto Udara	5
Gambar 2.3. Pemotretan Udara Secara Tegak (vertikal)	6
Gambar 2.4. Pemotretan Udara Secara Condong atau oblique (Miring)	8
Gambar 2.5. <i>Point Cloud</i>	11
Gambar 2.6. <i>DEM</i> Dalam Bentuk <i>TIN</i>	12
Gambar 2.7. <i>Digital Surface Modeling</i>	13
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	13
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengolahan	16
Gambar 3.3. Tampilan <i>Project</i> Pekerjaan	19
Gambar 3.4. Tampilan <i>Menu Tools</i>	20
Gambar 3.5. Tampilan <i>Clasify Ground Point</i>	20

Gambar 3.6. Tampilan <i>Processing in progress</i>	20
Gambar 3.7. Tampilan <i>Orthophoto</i> yang telah diproses	21
Gambar 3.8. Tampilan <i>Block Area</i>	21
Gambar 3.9. Tampilan Tampilan <i>Menu Tools</i>	22
Gambar 3.10. Tampilan <i>Assign Class</i>	22
Gambar 3.11. Tampilan <i>Procesing in progress</i>	22
Gambar 3.12. Tampilan <i>Menu Workflow</i>	23
Gambar 3.13. Tampilan <i>Processing in progress</i>	23
Gambar 3.14. Tampilan <i>Build Mesh</i>	24
Gambar 3.15. Tampilan <i>Select Point classes</i>	24
Gambar 3.16. Tampilan <i>Processing in progress</i>	24
Gambar 3.17. Tampilan <i>menu file</i>	25
Gambar 3.18. Tampilan <i>Save ass</i>	25
Gambar 3.19. Tampilan <i>Export Points – LAZ</i>	26

Gambar 3.20. Tampilan <i>Digitizer Tool</i>	26
Gambar 3.21. Tampilan <i>Menu File Global Mapper</i>	27
Gambar 3.22. Tampilan <i>Select Export Format</i>	27
Gambar 3.23. Tampilan <i>GeoTIFF Export Options</i>	27
Gambar 3.24. Tampilan <i>Generating Image to Export</i>	28
Gambar 3.25. Tampilan Foto <i>Ortho</i> yang telah dipotong	28
Gambar 3.26. Tampilan <i>ArcCatalog</i>	29
Gambar 3.27. Tampilan <i>Create New Shapefile</i>	29
Gambar 3.28. Tampilan <i>Proses Digitasi</i>	30
Gambar 3.29. Tampilan <i>Aplikasi Arc Scene</i>	30
Gambar 3.30. Tampilan <i>Create TIN</i>	30
Gambar 3.31. Tampilan <i>Proses Create TIN</i>	31
Gambar 3.32. Tampilan <i>TIN</i>	31

Gambar 3.33. Tampilan *Add Data* 32

Gambar 3.34. Tampilan *Properties File* 32

Gambar 3.35. Tampilan Pengaturan *Base Heights*..... 32

Gambar 3.36. Tampilan Pengaturan *Extrusion* 33

Gambar 3.37. Hasil 3D untuk *LOD 1*..... 33

Gambar 3.38. *3D to Feature Class* 34

Gambar 3.39. *Layer 3D to Feature Class* 34

Gambar 3.40. *Layer 3D to Feature Class Sukses* 35

Gambar 3.41. *Categories* 35

Gambar 3.42. Hasil *Categories* 35

Gambar 3.43. Proses *Export to Collada*..... 36

Gambar 3.44. *Multipatch to Collada* 36

Gambar 3.45. *Multipatch to Collada Sukses*..... 36

Gambar 3.46. Tampilan awal <i>Aplikasi SketchUp</i>	37
Gambar 3.47. <i>File Import</i>	37
Gambar 3.48. <i>Select File</i>	37
Gambar 3.49. Tampilan data yang di import.....	38
Gambar 3.50. Hasil <i>Editing</i>	38
Gambar 3.51. <i>Export 3D Models</i>	39
Gambar 3.52. <i>Save File Export (*.dae)</i>	39
Gambar 3.53. <i>Start Editing</i>	40
Gambar 3.54. <i>Select data yang akan direplace</i>	40
Gambar 3.55. <i>Klik Replace With Model</i>	41
Gambar 3.56. <i>Select Collada File</i>	41
Gambar 3.57. Hasil <i>Replace Model</i>	42
Gambar 4.1. Hasil Pemrosesan Digitasi.....	44

Gambar 4.2. Tampilan Peta 3D pada <i>ArcScene</i>	45
Gambar 4.3. Hasil tampilan <i>LOD (Level Of Detil)</i> tingkat 00	45
Gambar 4.4. Hasil tampilan <i>LOD (Level Of Detil)</i> tingkat 01	46
Gambar 4.5. Hasil tampilan <i>LOD (Level Of Detil)</i> tingkat 02	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. LOD 0-4 of <i>City GML with their proposed accuracy requirements...</i>	47
Tabel 4.2. Perhitungan Nilai <i>Rms Error</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Hasil Dari 66 Rumah <i>LOD (LEVEL OF DETAIL)</i> Tingkat 1 dan 2..	53
Lampiran 2: Dokumentasi Lapangan	54

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyaknya aktifitas manusia yang membutuhkan ruang membuat pemanfaatan ruang tidak hanya secara horisontal tetapi juga pemanfaatan ruang secara vertikal. Untuk itu pemenuhan kebutuhan akan informasi spasial tidak hanya 2D (dua dimensi) tetapi dibutuhkan pula 3D (tiga dimensi). Aplikasi pemanfaatan informasi spasial 3D dapat dilihat dalam berbagai bidang baik untuk keperluan tata kota, bangunan bersejarah, arkeologi, *skyline*, infrastruktur, kadaster 3D, dan lain-lain.

Foto udara merupakan salah satu metode yang telah dikenal lama di Indonesia. Terdapat beberapa keunggulan dalam menggunakan metode ini termasuk ketelitian planimetrik yang dihasilkan. Salah satunya teknologi yang digunakan pemotretan foto udara adalah Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle* atau *UAV*). Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle* atau *UAV*) adalah wahana yang cocok dengan berbagai keunggulan mulai kestabilan, kekuatan, serta dimensi yang cukup kecil sehingga memiliki fleksibilitas serta mobilitas yang tinggi. Pesawat tanpa awak dalam bidang foto udara telah terpasang kamera untuk memotret objek yang berada pada jalur terbang pesawat tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan 3D (tiga dimensi) menggunakan foto udara untuk mendapatkan dimensi suatu objek bangunan hingga LOD (*Level Of Detail*) 2 . Dengan menggunakan foto udara akan sangat membantu untuk memperoleh detil bangunan yang sulit jika dibandingkan dengan menggunakan metode terestris. Sedangkan untuk pemodelan 3D menggunakan *Agisoft Photoscan*, *ArcMap*, *ArcScene*, dan *software sketch up* (Nalwan, 1998).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang dalam penelitian ini maka akan dirumuskan masalah, yaitu bagaimana cara menampilkan bentuk bangunan tiga dimensi berupa bentuk *LOD* (*Level Of Detail*) dengan menggunakan *software ArcScene*, dan *sketch up*.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *3D Modeling* pada beberapa bangunan yang terletak di lokasi penelitian Perumahan *Garden Palma Inside* Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan akan dapat digunakan untuk keperluan tata kota, bangunan bersejarah, arkeologi, *skyline*, infrastruktur, kadaster 3D, dan lain-lain.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian ini tidak menyimpang dari apa yang telah dirumuskan, maka penulis merasa perlu untuk memberikan batasan masalah. Batasan penelitian ini adalah :

- a. Pembuatan model tiga dimensi dari data *DSM* (*Digital Surface Model*) dan *DEM* (*Digital Elevasi Model*) hasil dari pengolahan *software Agisoft Photoscan* pemotretan foto udara UAV.
- b. Pemodelan 3D bangunan sampai dengan *LOD* (*Level Of Detail*) tingkat 2.
- c. Lokasi penelitian ini berada di Perumahan *Garden Palma Inside* Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan karya tulis ini akan mengikuti sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan karya tulis ini.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan prinsip dasar teori fotogrametri, , dan permodelan model tiga dimensi, jenis pemotretan, pemotretan secara tegak (vertikal), pemotretan secara condong atau miring (*oblique*), serta *software* yang digunakan, DSM (*Digital Surface Model*) dan *google sketch up* untuk membentuk LOD 2.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang langkah kerja penelitian dari mulai persiapan, proses akhir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari pengerjaan penelitian bangunan hingga pada proses akhir yaitu LOD (*Level Of Detail*) 2.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang bagaimana menyimpulkan dan saran ketika sudah menyelesaikan semua pengerjaan penelitian.

BAB II

DASAR TEORI

Konsep teori adalah hal yang sangat penting dalam menunjang pekerjaan di lapangan. Pada bab ini, akan dijelaskan beberapa materi dan teori yang melandasi pelaksanaan penelitian. Kemudian akan di bahas teori apa saja yang digunakan pada tahap melaksanakan Rekonstruksi Gedung 3 dimensi Bentuk *LOD (level of detail)* tingkat 2 dengan menggunakan *Software Google Sketch Up* dan Peta Dasar Foto Udara UAV.

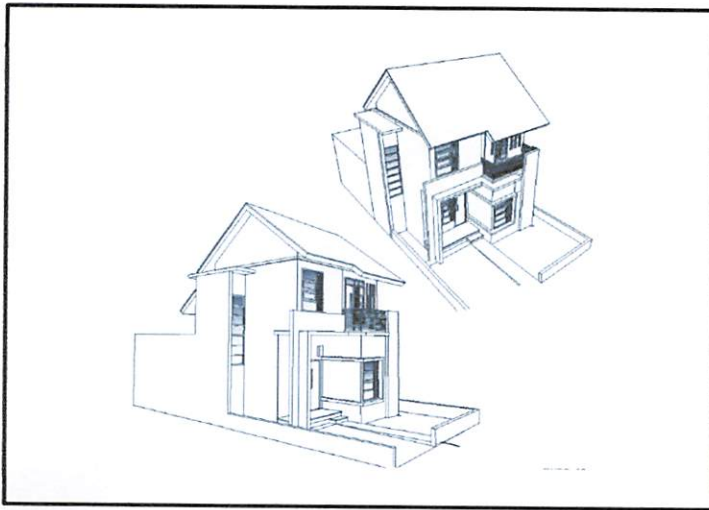
2.1. Permodelan 3 Dimensi

Kebutuhan akan pemanfaatan ruang baik secara horisontal maupun vertikal membuat informasi spasial semakin dibutuhkan. Informasi spasial ini dapat berupa suatu model. Pengertian dari model tersebut secara ilmiah adalah representasi dari *real world* sebagian besar maupun yang sebagian kecil, sedangkan permodelan adalah kegiatan yang dilakukan secara analog maupun digital. Pemanfaatan teknologi digital akan memudahkan dalam penyediaan informasi spasial untuk meningkatkan kualitas hidup, atau mencegah, atau mengurangi bahaya atau bencana.

Dengan teknologi saat ini informasi spasial dapat berupa model 3D yaitu model dalam bentuk digital dari bagian bumi dan lingkungannya. Model merupakan deskripsi sederhana dari realitas yang kompleks, mudah digunakan, disimpan, dikelola, dipelihara, dan didistribusikan. Bahkan model kompleks dapat disimpan dalam skala kecil, pada disket, *tape*, atau *cd – room*, atau dikirim melalui jaringan (Edho Pratama, 2014).

Kemudian metode untuk permodelan data 3D yang baik terestris maupun non terestris antara lain adalah pengukuran terestris (dengan alat ETS atau *laser scanner*), *aerial* fotogrametri, fotogrametri rentang dekat, dan metode lainnya yang dapat memperoleh data 3D. Data dari 3D yang diperoleh kemudian diolah kembali untuk menghasilkan dimensi dari suatu objek yang akan dipermodelkan.

Pada metode ini *aerial* fotogrametri dikombinasikan dengan fotogrametri rentang dekat lalu dengan memakai metode ini dimensi bangunan yang diperoleh dari foto udara dan foto rentang dekat memiliki kualitas ketelitian yang baik. Permodelan 3D dari penelitian ini mengkombinasikan *aerial* fotogrametri dengan foto terestrial. Foto terestrial disini adalah sebagai *texture image* akan ditransformasikan pada muka bangunan guna untuk mendapatkan informasi detail muka bangunan.



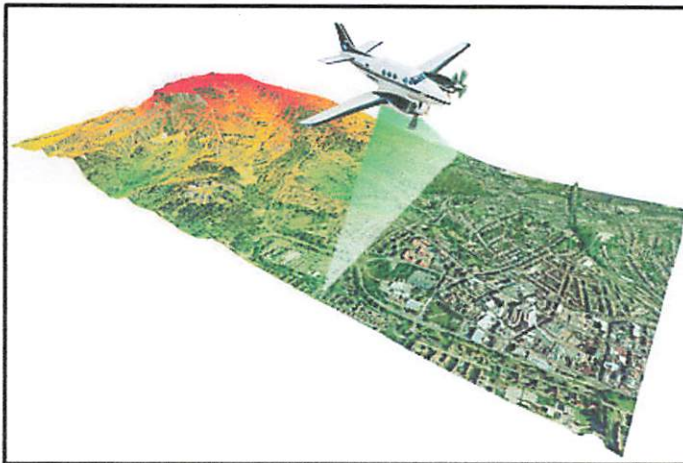
Gambar 2.1. Permodelan Bangunan 3D, *Edho Pratama* (2014)

2.2. Fotogrametri

Fotogrametri adalah suatu seni, ilmu dan teknik untuk memperoleh data-data tentang objek fisik dan keadaan di permukaan bumi melalui proses perekaman, pengukuran, dan penafsiran citra fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam (Paul R.wolf,1993). Kemudian definisi dari foto udara ialah foto yang diambil dari udara dengan menggunakan kamera dengan bantuan wahana udara seperti pesawat udara dan helikopter. Citra fotografik adalah foto udara yang diperoleh dari pemotretan dari udara yang menggunakan pesawat terbang atau wahana terbang lainnya, sedangkan foto terestrial adalah foto yang diambil dengan secara langsung dilapangan.

Hasil dari proses fotogrametri adalah berupa peta foto atau peta garis. Peta ini umumnya dipergunakan untuk berbagai kegiatan perencanaan dan desain seperti jalan raya, jalan kereta api, jembatan, jalur pipa, tanggul, jaringan listrik,

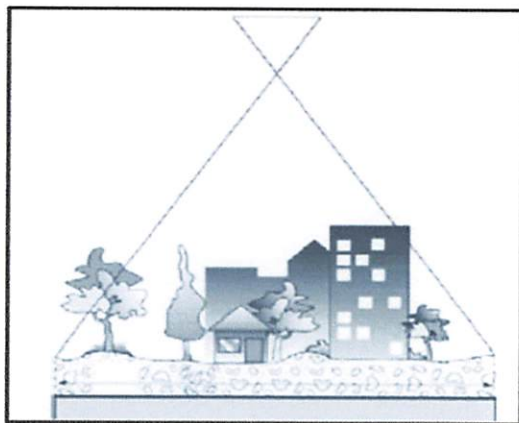
jaringan telepon, bendungan, pelabuhan, pembangunan perkotaan, dan lain-lain. Kemudian fotogrametri atau *aerial surveying* adalah teknik pemetaan melalui foto udara. Hasil pemetaan secara fotogrametrik berupa peta foto dan tidak dapat langsung dijadikan dasar atau lampiran penerbitan peta. Pemetaan secara fotogrametrik tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan *ground controls* (titik dasar kontrol) hingga kepada pengukuran batas tanah. Batas-batas tanah tersebut kemudian diidentifikasi pada peta foto harus diukur di lapangan. Hasil dari produk fotogrametri dapat diintegrasikan dengan teknologi lainnya contohnya seperti *LIDAR (Light Detection and Ranging)*, *GIS (Geographic Information System)*, permodelan 3D, dan lain – lain (Paul R.wolf,1993).



Gambar 2.2. Foto Udara, *Paul R.wolf* (1993)

2.3. Pemotretan Udara Secara Tegak (Vertikal)

Pemotretan secara tegak atau vertikal ini dapat dikatakan bahwa pemotretan dilakukan dengan posisi pesawat udara yang membawa kamera melakukan pemotretan secara tegak lurus dengan permukaan bumi. Kemudian akan menghasilkan foto udara dengan pemotretan secara vertikal.



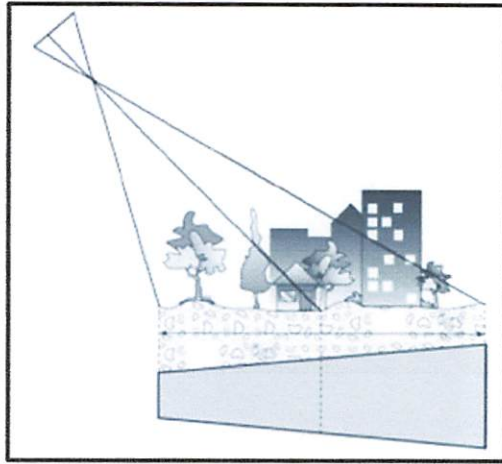
Gambar 2.3. Foto udara secara tegak (vertikal), *Anonim* (2016)

Keuntungan foto udara vertikal dibandingkan dengan foto udara condong adalah sebagai berikut :

- a. Skala foto vertikal kira-kira selalu tetap dibandingkan dengan skala foto condong. Ini menyebabkan lebih mudah untuk melakukan pengukuran-pengukuran pada foto dan hasil yang diperoleh lebih teliti.
- b. Kemudian untuk keperluan tertentu foto udara vertikal dapat digunakan sebagai pengganti peta.
- c. Foto udara vertikal lebih mudah diinterpretasi dari pada foto udara condong. Ini dikarenakan skala dan obyek-obyek yang lebih tetap bentuknya, tidak menutupi obyek-obyek lain sebanyak yang terjadi pada foto udara condong (*Felix E.W Yanuar, 2006*).

2.3.1. Pemotretan Udara Secara Condong atau *Oblique*

Pemotretan secara condong atau *oblique* adalah pemotretan yang dilakukan dengan posisi antara pesawat yang membawa kamera dengan permukaan bumi atau obyek memiliki sudut yang agak miring (*low oblique*) dan kemiringan tertentu (*oblique*). Pemotretan udara secara condong ini memiliki karakter hasil foto udara terlihat agak miring atau malah miring, namun batas cakrawala atau horizon tidak terlihat. Hal inilah yang membedakan antara pemotretan udara condong dan sangat condong



Gambar 2.4. Foto udara secara condong atau *oblique* (miring), *Anonim* (2016)

Ketinggian pesawat udara terhadap permukaan bumi pada saat pemotretan juga mempengaruhi skala foto udara yang dihasilkan. Semakin tinggi pesawat udara, maka akan menghasilkan skala foto udara yang relatif kecil namun cakupan sangat luas, akan tetapi obyek yang tampak jadi tidak begitu detail. Kemudian jika pemotretan yang dilakukan dengan ketinggian rata-rata, maka hasil foto udara adalah cakupan yang cukup luas dan kenampakan obyek yang cukup detail pula. Namun sekali lagi dijelaskan bahwa, pemotretan udara ini dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan pemotretan dan pemetaan. Keuntungan foto udara condong dibandingkan dengan foto udara vertikal adalah sebagai berikut :

- a. Foto udara condong meliputi kawasan yang lebih luas dari pada kawasan yang diliput oleh suatu foto udara vertikal.
- b. Jika lapisan awan seringkali menutupi suatu daerah yang tidak memungkinkan dilakukan dengan pemotretan vertikal, maka dapat dilakukan dengan pemotretan condong.
- c. Beberapa obyek yang tidak dapat dilihat atau tersembunyi dari atas pada foto udara vertikal, misalnya, obyek dibawah bangunan tinggi, dapat terlihat pada pemotretan condong (*Felix E.W Yanuar, 2006*).

2.4. Digital Elevation Model (DEM)

Digital Elevation Model (DEM) merupakan bentuk penyajian ketinggian permukaan bumi secara digital. Dilihat dari distribusi titik yang mewakili bentuk

permukaan bumi dapat dibedakan dalam bentuk teratur, semi teratur, dan acak. Sedangkan dilihat dari teknik pengumpulan datanya dapat dibedakan dalam pengukuran secara langsung pada obyek (terestris), pengukuran pada model pada objek (fotogrametris), dan dari sumber data peta analog (Prahasta dalam Furqon, 2008).

Terdapat beberapa definisi tentang DEM, yaitu :

- a. “DEM dalam teknik penyimpanan data tentang topografi suatu terrain. Suatu DEM merupakan penyajian koordinat (X, Y, H) dari titik secara digital, yang mewakili bentuk topografi suatu terrain” (Dipokusumo dkk. 1983).
- b. “*Digital Elevasi Model (DEM)*” adalah representasi statistik permukaan tanah yang berkelanjutan dari titik-titik yang diketahui koordinat X, Y, Z nya pada suatu sistem koordinat tertentu” (Petrie dan Kennie, 1991).
- c. “DTM atau DEM adalah suatu set pengukuran ketinggian dari titik-titik yang tersebar dipermukaan tanah. Digunakan untuk analisis topologi daerah tersebut” (Aronoff, 1991).
- d. “DEM adalah suatu basis data dengan koordinat X, Y, Z digunakan untuk mempresentasikan permukaan tanah secara digital” (Kingston Centre for GIS, 2002).
- e. “DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagianya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang didefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat” (Tempfli, 1991).

Dari beberapa definisi diatas , dapat diambil kesimpulan bahwa semua definisi tersebut merujuk pada permodelan permukaan bumi ke dalam suatu model digital permukaan tanah tiga dimensi dari titik-titik yang mewakili permukaan tanah tersebut.

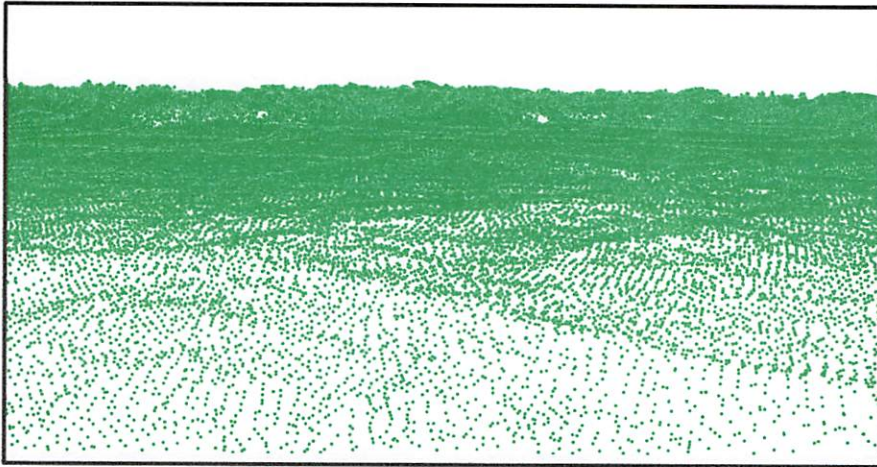
DEM yang terbentuk dari titik-titik yang mewakili nilai koordinat 3D (X, Y, Z) permukaan tanah dimodelkan dengan memecah area menjadi bidang-bidang yang terhubung satu sama yang lain dimana bidang-bidang tersebut terbentuk oleh titik-titik pembentuk DEM. Titik-titik tersebut dapat berupa titik *sample*. Data *sampling*

titik-titik tersebut kemudian diolah hingga didapat koordinat titik-titik *sample*. (Prahasta dalam Furqon, 2008).

2.5. *Point Cloud*

Point cloud adalah sekumpulan data yang berupa titik-titik pada beberapa koordinat system. Dalam sistem koordinat tiga dimensi, titik-titik ini biasanya ditentukan oleh X, Y, dan Z koordinat, dan sering dimaksudkan untuk mewakili permukaan eksternal dari suatu objek. *Point cloud* pada umumnya dihasilkan oleh *scanner 3D* atau biasa disebut *3D laser scanner*. Perangkat ini mampu mengukur sejumlah titik-titik pada permukaan obyek, dan menjadikannya berupa file data. *Point cloud* yang dihasilkan oleh *scanner 3D* merupakan himpunan dari titik-titik yang terukur. Sebagai hasil proses 3D Scanning, *point cloud* dapat digunakan untuk berbagai tujuan termasuk untuk membuat model 3D CAD. Selain untuk membuat pemodelan 3D CAD, *point cloud* juga bisa untuk *metrology*, pemeriksaan mutu, visualisasi, animasi bahkan untuk *rendering*.

Dalam beberapa kasus, *point cloud* tidak langsung serta merta bisa digunakan atau diolah di sebagian besar aplikasi CAD, dan karena itu *point cloud* perlu dikonversi ke bentuk lain yaitu bentuk polygonal data atau *polygonal mesh (.STL)*, *NURBS*, atau model 3D CAD. Pengolahan *point cloud* ke bentuk lain itulah yang biasa dikenal dengan istilah rekonstruksi permukaan atau *reverse engineering*. Ada banyak teknik untuk mengkonversi *point cloud* menjadi *surface 3D*. Beberapa pendekatan seperti *Delaunay triangulation*, *alpha shapes*, dan *ball pivoting*. Selain pendekatan tersebut ada juga pendekatan lain yaitu mengkonversi *point cloud* ke bidang jarak volumetrik sehingga dapat didefinisikan melalui algoritma. Mills J, and Barber D (2003).



Gambar 2.5. *Point Cloud*, Anonim, (2016)

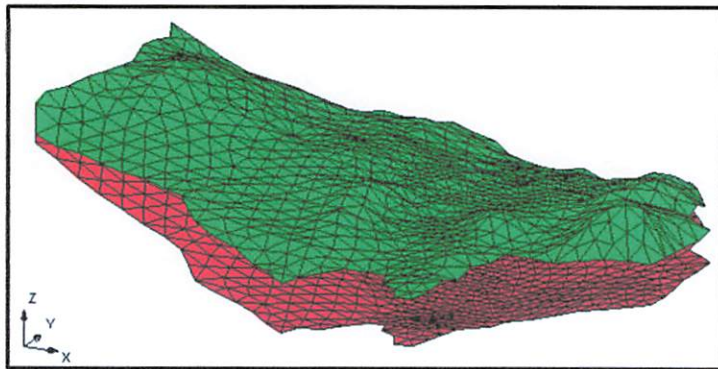
2.6. TIN (*Triangulated Irregular Network*)

TIN (Triangulated Irregular Network) merupakan suatu model alternatif bagi DTM atau DEM raster-grid biasa. Model yang pertama kali dikembangkan di awal tahun 1970-an ini merupakan cara yang disederhana dalam membangun sebuah permukaan digital dari sekumpulan titik-titik data yang terdistribusi secara tidak teratur. Model ini sangat menarik karena kesederhanaannya dan sifat yang ekonomisnya, oleh karena itu, beberapa prototipe paket program aplikasi contouring yang bermunculan pada tahun 1980-an menggunakan TIN sebagai model permukaan digital.

Titik-titik *sample* yang terdistribusi secara tidak teratur ini dapat digunakan untuk merepresentasikan permukaan tanah dengan jumlah titik *sample* yang lebih besar (rapat) untuk wilayah dengan detil yang banyak dan bervariasi, dan jumlah titik *sample* yang lebih kecil untuk area dengan jumlah detil yang minim. Oleh karena itu, *sample* ruang yang tidak teratur seperti ini lebih efisien dari pada *sample* teratur (seperti halnya *raster-grid*) dalam merepresentasikan sebuah permukaan. Pada model TIN ini, setiap titik *sample* yang bersebelahan dihubungkan satu sama lain dengan garis-garis untuk membentuk geometri segitiga-segitiga bebas tetapi *non-overlapping*. Didalam setiap segitiga-segitiga ini permukaan yang bersangkutan diwakili oleh sebuah bidang datar. Dengan memanfaatkan bentuk segitiga-segitiga ini, setiap keping mosaik (bidang datar segitiga) permukaan

dipastikan akan “pas” dengan yang bersebelahan. Oleh karena itu bentuk permukaannya akan berkelanjutan. Setiap permukaan segitiga didefinisikan oleh nilai-nilai ketinggian yang terdapat pada ketiga sudutnya. Sebagai ilustrasi, berikut adalah gambaran umum mengenai struktur dan DEM *vector-based* yang diimplementasikan dalam bentuk TIN. Perbedaan antara TIN yang satu dengan yang lainnya (*Software-specified* dan standart) pada umumnya terletak pada struktur *detil, header*, beserta implemetasinya. Struktur “*topologi*” (*nodes, edge adjacent, x, y, z*) yang biasa jadi berbeda antara suatu standart dengan standart yang lain.

Sebagai ilustrasi, berikut adalah contoh tampilan *vector-based* dalam bentuk TIN yang nilai-nilai ketinggiannya dibagi ke dalam beberapa kelas dan ditampilkan bersama dengan lokasi-lokasi titik datanya dan garis-garisnya yang membentuk segitiga-segitiga (Eddy Prashata, 2008).



Gambar 2.6. DEM dalam Bentuk TIN, Anonim (2016)

2.7. Digital Surface Modeling

Digital Surface Model (DSM) adalah sebuah model permukaan pantulan gelombang pertama yang memuat fitur-fitur elevasi terrain alami sebagai tambahan dari fitur-fitur vegetasi dan budaya, seperti bangunan. Atau secara sederhana, DSM (*Digital Surface Model*) dapat diartikan sebagai data ketinggian permukaan objek yang ada di muka bumi seperti pepohonan dan bangunan (Aronoff, 1991).



Gambar 2.7. *Digital surface Model, Aronoff (1991)*

2.7. *Level Of Detail (LOD)*

Level Of Detail adalah tahap-tahap dalam pembuatan model 3D dan model situasi yang menunjukkan *progress* dari model 3D mengenai tingkat kedetilan objek-objek dan situasinya. Biljecki dan Stoter (2013) mengatakan bahwa LOD adalah sebuah konsep yang terdapat pada macam-macam disiplin ilmu yang terkait dengan komputer grafik, kartografi, dan desain sirkuit listrik. Bagi para pengguna sistem informasi geografis, disiplin ilmu LOD lebih relevan pada permodelan kota (Biljecki dan Stoter, 2013). Pada pengerjaan ini maka akan diberi batasan sampai dengan LOD 2.

a) *Level Of Detail 00*

Level of detail 00 meliputi kegiatan dijitasi pada layar komputer secara langsung dan memberikan *key* dan *value* pada tiap-tiap objek yang didijitasi. Data ini masih berupa data dua dimensi sehingga data ini kemudian akan diproses lebih lanjut agar menjadi data . Data merupakan data planimetris dari objek bangunan yang tidak memiliki nilai ketinggian. Objek-objek bangunan yang masih berformat 2D ini kemudian diberi nilai ketinggian oleh pengguna sehingga akan nampak seperti bangunan yang ada di lapangan dan tidak lagi berbentuk planimetris.

b) *Level Of Detail 01*

Level of detail 01 meliputi kegiatan pembuatan model 3D sehingga objek-objek yang sebelumnya memiliki format 2D menjadi objek-objek 3D karena memiliki nilai tinggi. Data ini berupa blok-blok dan Objek-objek 3D bangunan

sudah mulai menunjukkan ketinggian setelah diberi nilai tinggi. Pada tingkat level ini, tingkat kedetailan objek hanya berupa blok-blok bangunan yang memiliki ketinggian dan belum sampai menunjukkan adanya kedetailan lain seperti detail bentuk atap dan eksterior.

c) Level Of Detail 02

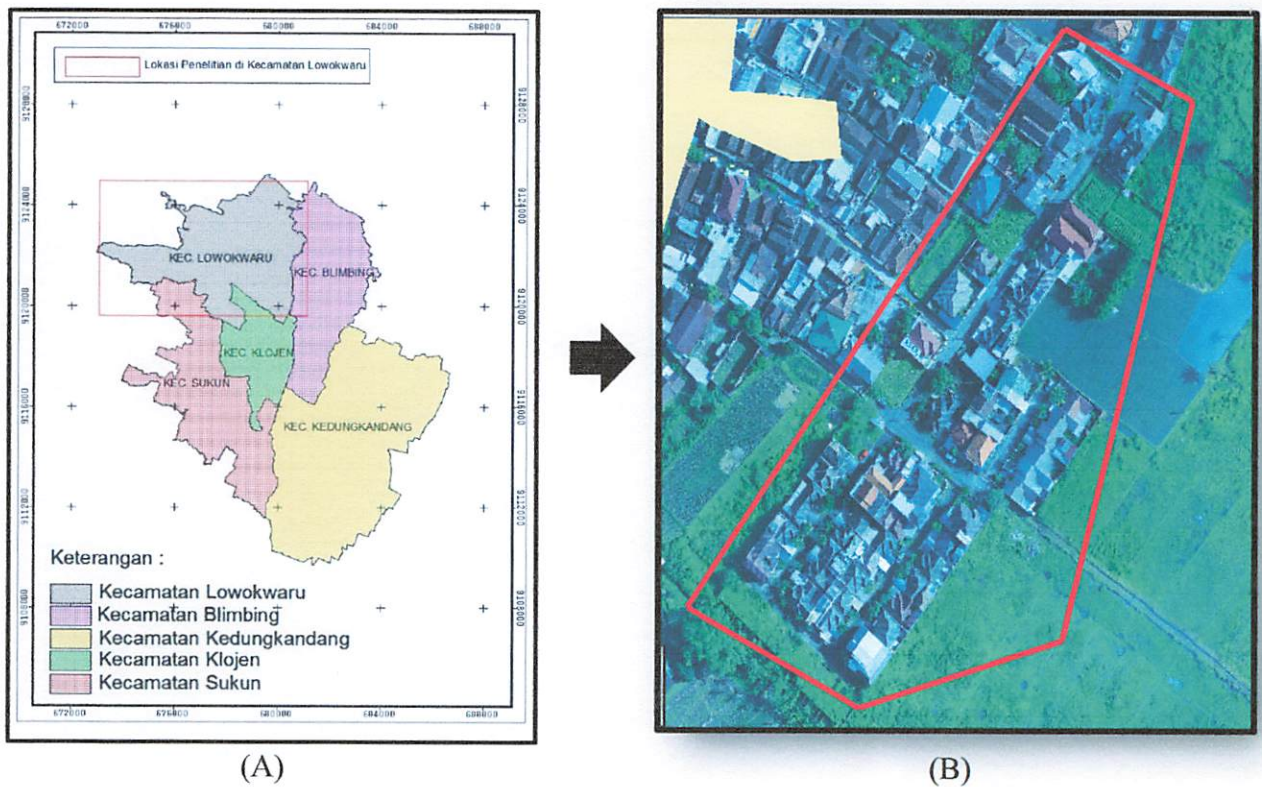
Level of detail 02 meliputi pekerjaan untuk menambah tingkat kedetailan pada objek 3D. Pada LOD 02 objek bangunan sudah tampak adanya bentuk atap dan atap sudah tidak berbentuk datar sehingga mengikuti keadaan atap yang sebenarnya dibandingkan dengan *Level Of Detail 01* (Biljecki dan Stoter, 2013).

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Sebelum melakukan pengukuran terlebih dahulu harus mengetahui lokasi pekerjaan yang akan dilakukan. Adapun lokasi pekerjaan ini dibagi menjadi dua macam yaitu pekerjaan secara administratif dan lokasi pekerjaan. Lokasi penelitian pekerjaan ini terletak di Perumahan *Garden Palma Inside* Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang terletak diantara koordinat UTM $N : 9119030 - 9125212 M$ dan $E : 672958 - E 681129 M$. Gambaran Lokasi penelitian adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan dan alat penelitian adalah sebagai berikut :

3.1.1. Bahan penelitian

Adapun materi yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini meliputi foto udara UAV, hasil permodelan 3D yang disesuaikan dengan batasan penelitian ini :

a. Foto udara UAV

Foto udara UAV yang telah dipotret terdiri dari foto tegak (vertikal).

b. *GCP (Ground Control Points)*

GCP disini digunakan untuk proses pada *software agisoft* sehingga mendapatkan hasil *Orthophoto, DEM, dan DSM*.

3.1.2. Peralatan Penelitian

Adapun alat yang dibutuhkan dalam proses penelitian ini baik perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) antara lain :

a. *Hardware* terdiri dari

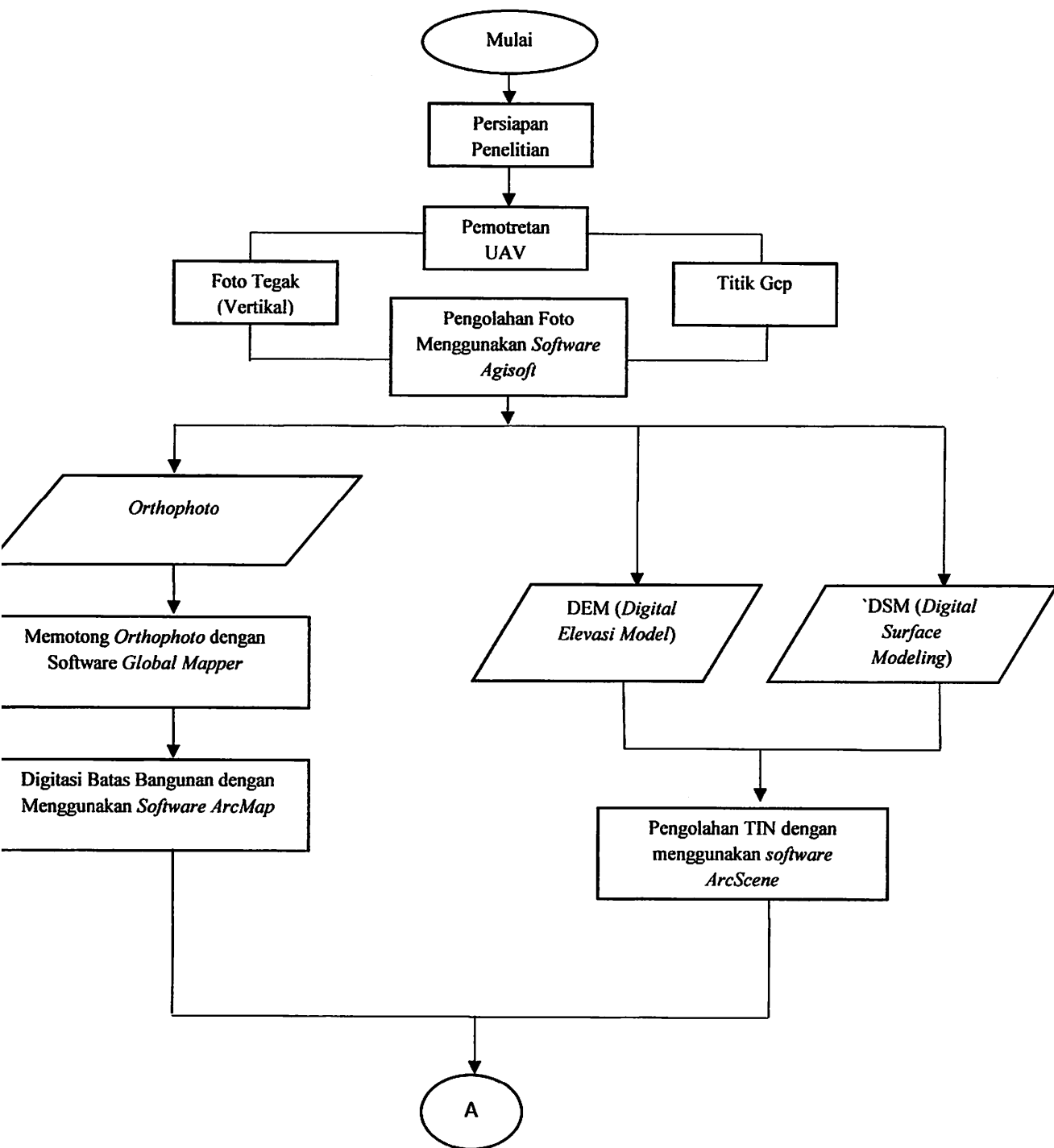
- 1) 1 unit komputer
- 2) Kamera *Pocket Sony*
- 3) Pesawat UAV
- 4) Kain *Premark*
- 5) Retro

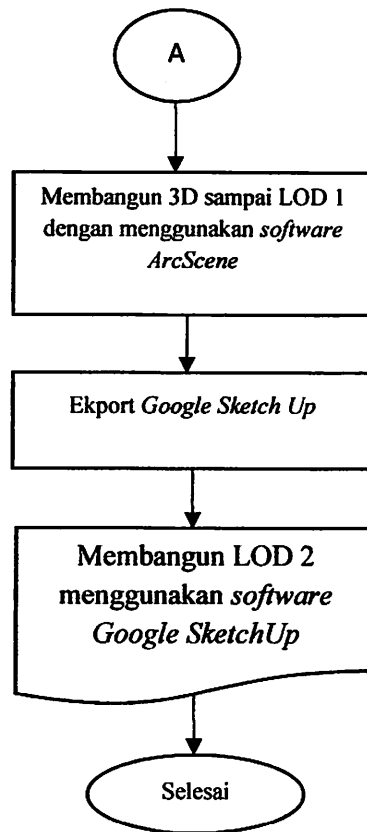
b. *Software* yang digunakan adalah

- 1) *Global Mapper 16*
- 2) *ArcMap 10*
- 3) *Arc Scene 10*
- 4) *Google Sketch Up*

3.3. Langkah Penelitian

Dalam proses penelitian ini dibuat suatu kerangka pekerjaan yang sistematis agar mudah dipahami dan mempermudah dalam penelitian ini. Adapun langkah atau alur penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :





Gambar 3.2. Diagram Alir Pengolahan data

Keterangan Bagan Diagram Alir (*FlowChart*) :

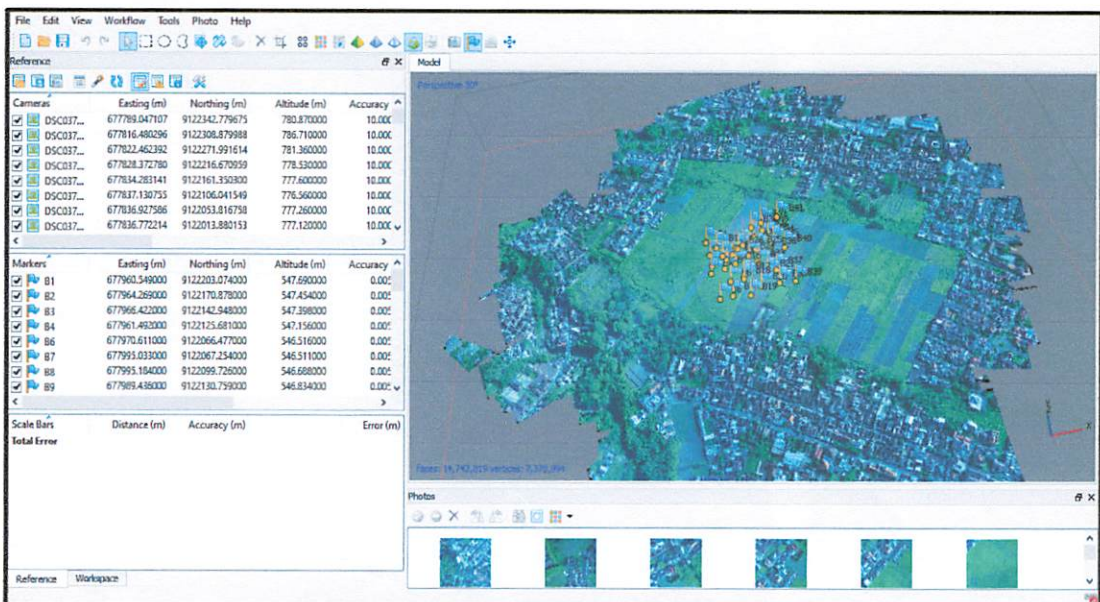
- a. Persiapan penelitian yang dimaksud disini adalah tahapan dimana pada saat penelitian menyiapkan segala kebutuhan yang akan digunakan untuk mendukung kelancaran pada proses penelitian dilakukan.
- b. Pemotretan UAV berfungsi untuk mengambil foto tegak (vertikal) saat pengerjaan dilapangan.
- c. Foto tegak dan titik *GCP* digunakan untuk proses pengolahan pada *software Agisoft* sehingga nantinya mendapatkan hasil *Orthophoto*, *DEM*, dan *DSM*.
- d. Digitasi Bangunan dengan menggunakan *software Arcmap* digunakan untuk mendapatkan batas bangunan dan juga digunakan untuk membangun bangunan tersebut ketika menggunakan *software ArcScene*.
- e. *DEM (Digital Elevasi Model)* digunakan untuk mengetahui ketinggian Elevasi dan juga untuk mendapatkan elevasi *Ground* (tanah) kemudian elevasi atap rumah yang digunakan untuk mendapatkan tinggi dari bangunan tersebut.

- f. DSM (*Digital Surface Modeling*) yang dimaksud disini adalah sebagai dasar dari tanah (*Ground*) yang akan dipakai sebagai overlay nantinya sehingga bangunan LOD nantinya tampak seperti keadaan aslinya.
- g. *Eksport Sketch Up* adalah untuk mentransfer data LOD 1 yang telah dibuat hingga dapat dibuka pada *software sketchUp* kemudian membuat *LOD 2* pada *software* tersebut.
- h. Kemudian membangun LOD 2 dengan menggunakan *software Google SketchUp* sebagai hasil akhir dari penelitian ini.

3.4. Classification Ground and Building Point

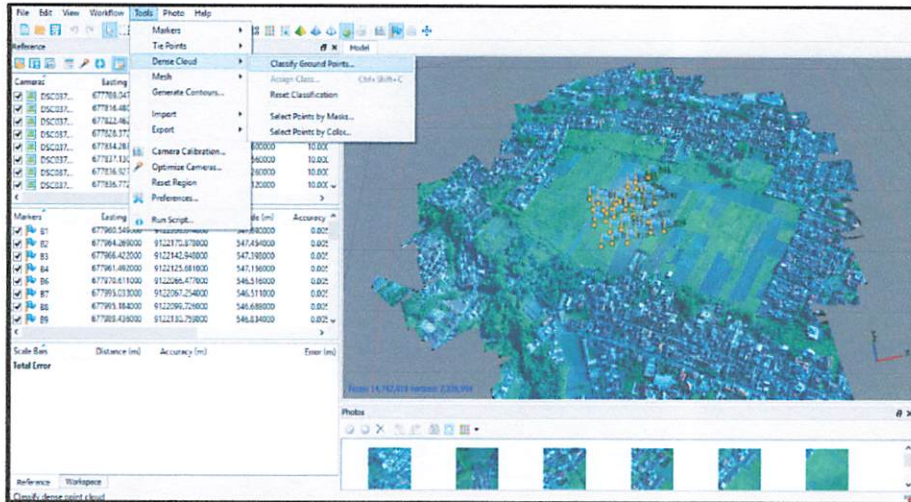
Classification Point dilakukan untuk mendapatkan *ground* dan building yang akan digunakan untuk membangun bangunan yang akan dibuat sebagai *LOD (Level Of Detail)* tingkat 1 dan *ground* dibuat untuk dasar dari 3dimensi berupa bentuk tanah sesuai keadaan aslinya guna memisahkan dengan klasifikasi lainnya. Berikut langkah-langkahnya :

- a. Buka file *Agisoft* dengan *project* yang telah dibuat.



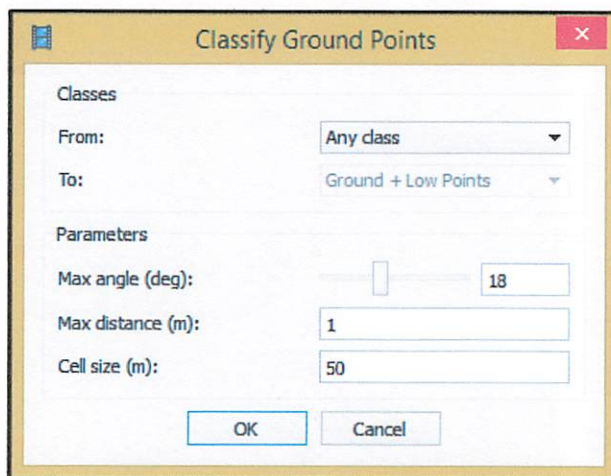
Gambar 3.3. Tampilan *Project* Pekerjaan

- b. Buka menu *tools* kemudian *Dense Cloud* lalu *Clasifikasi Ground Points*.



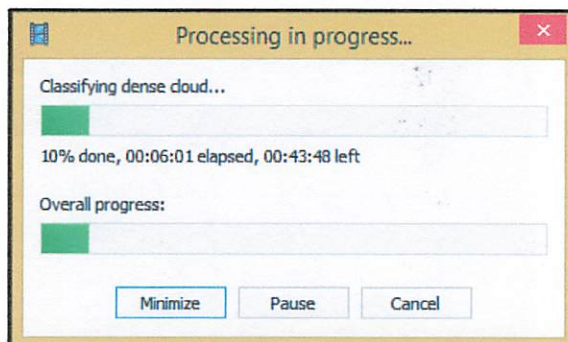
Gambar 3.4. Tampilan *Menu Tools*

- c. Tampilan *Classify Ground Point* kemudian pilih ok.



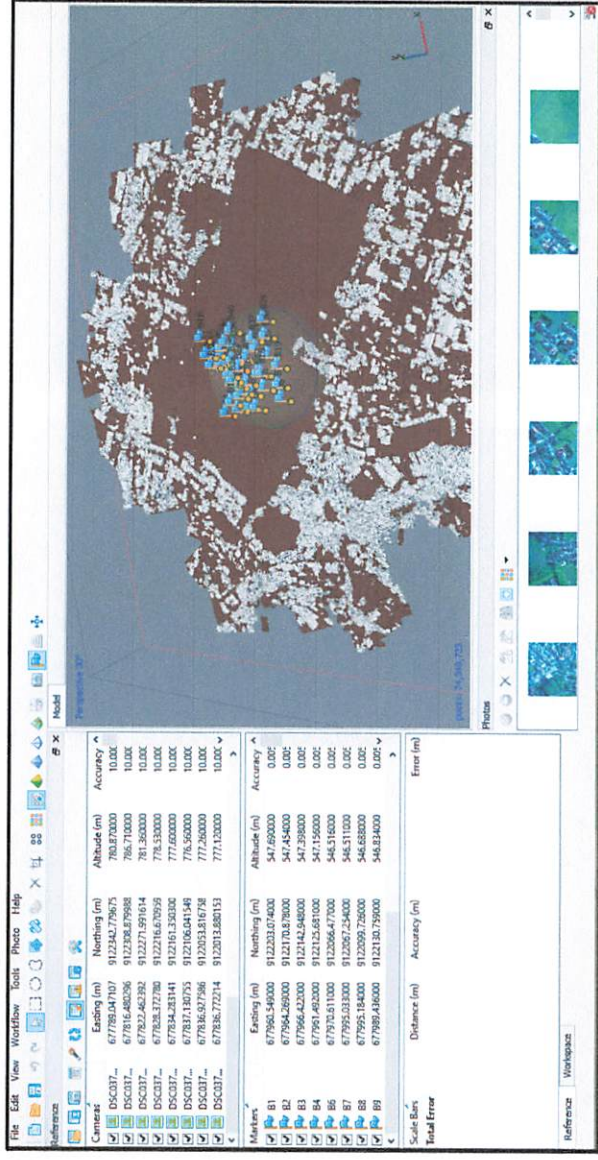
Gambar 3.5. Tampilan *Classify Ground Point*

- d. Tunggu hingga proses selesai



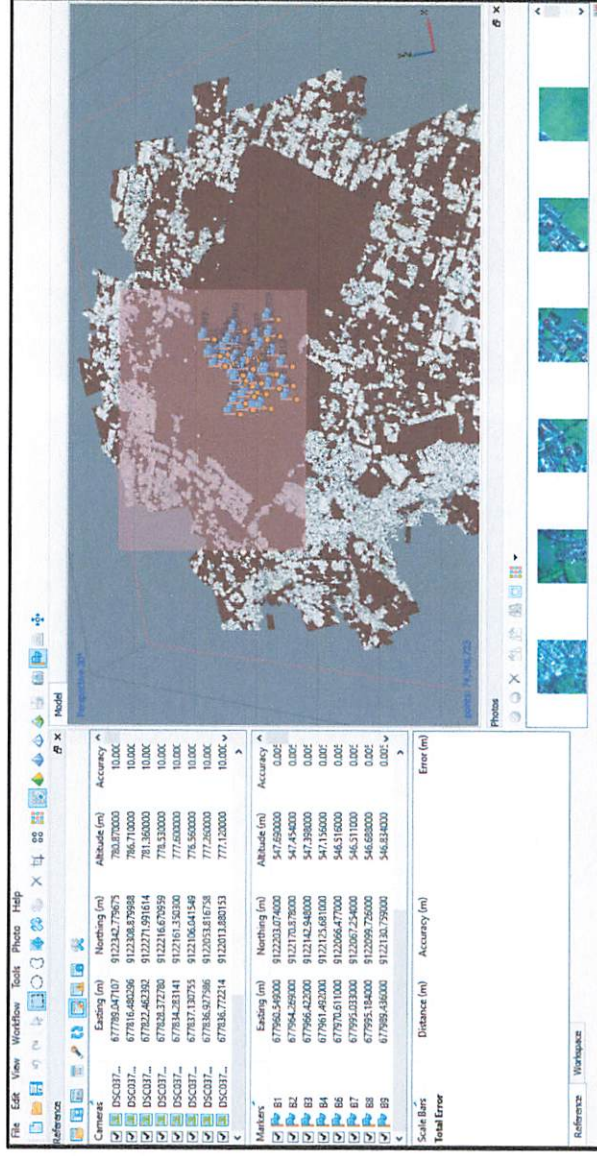
Gambar 3.6. Tampilan *Processing in progress*

- e. Maka bentuk pekerjaan akan seperti dibawah ini



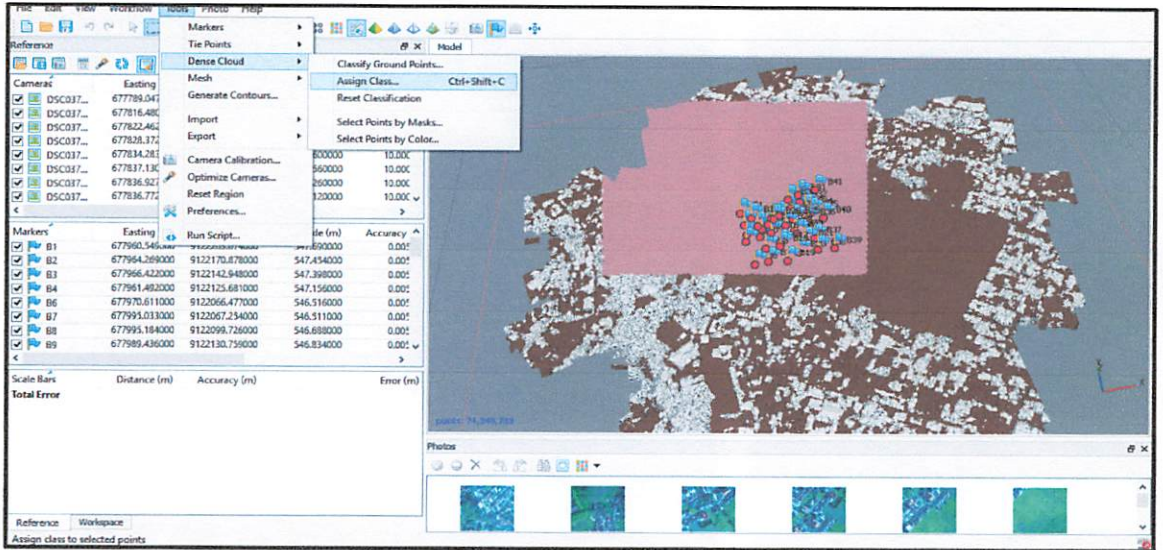
Gambar 3.7. Tampilan *Orthophoto* yang telah diproses

- f. Kemudian pilih *rectangle selection* lalu blok area sesuai batasan masalah serta titik *GCP (Ground Control Point)* seperti gambar dibawah ini :



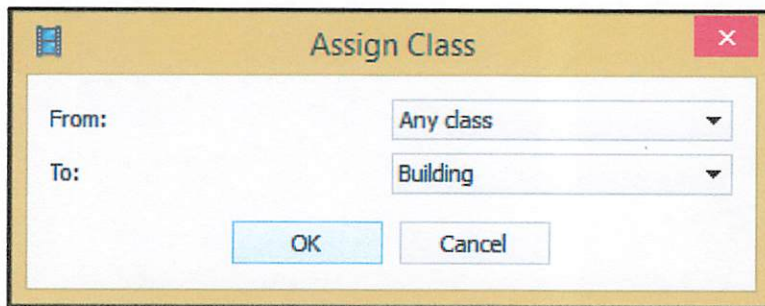
Gambar 3.8. Tampilan *Block Area*.

g. Pilih menu *tools*, *Dense cloud*, dan *Assign Class*.



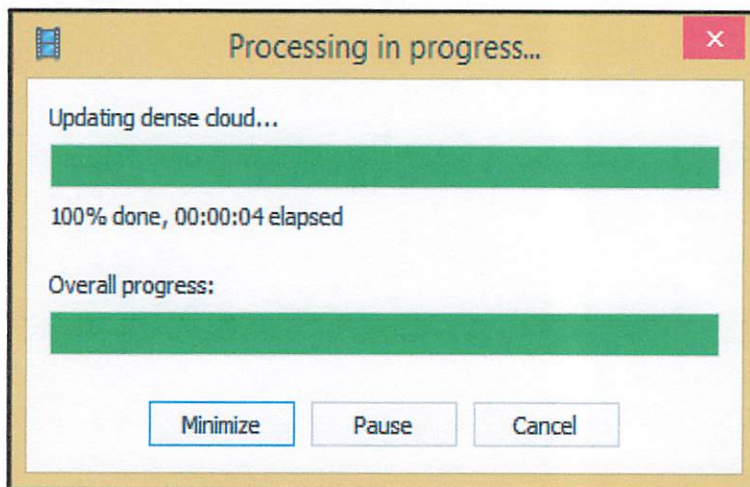
Gambar 3.9. Tampilan *Menu Tools*.

h. Pilih *class building* lalu ok.



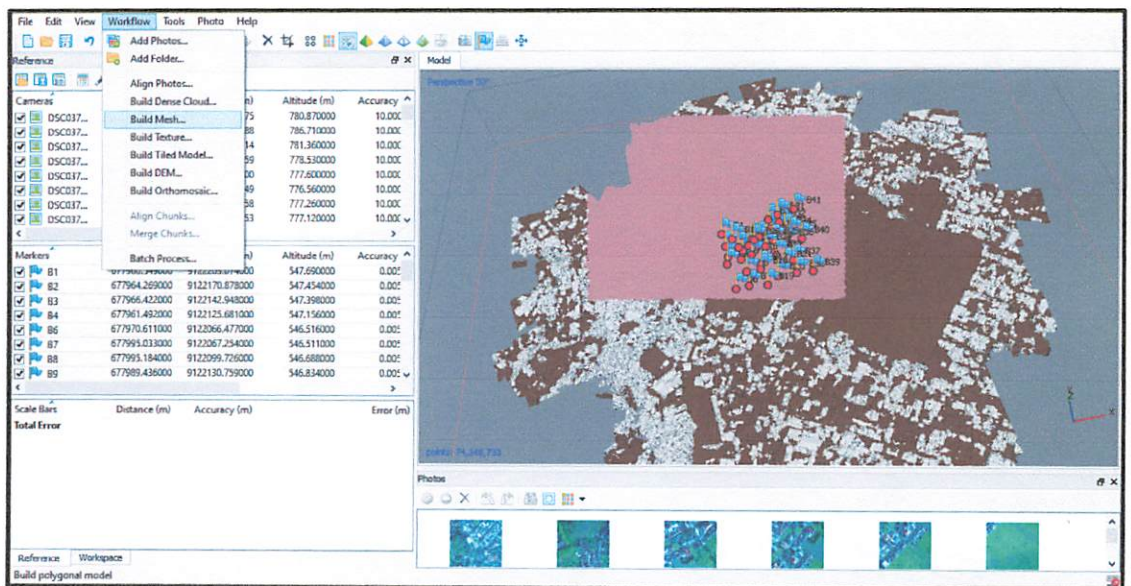
Gambar 3.10. Tampilan *Assign Class*.

i. Tunggu proses hingga selesai



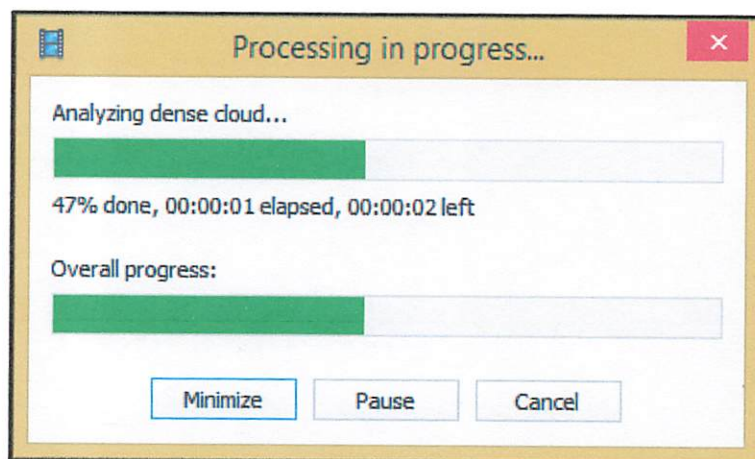
Gambar 3.11. Tampilan *Procesing in progress*.

- j. Pilih menu *Workflow* kemudian pilih *Build Mesh*



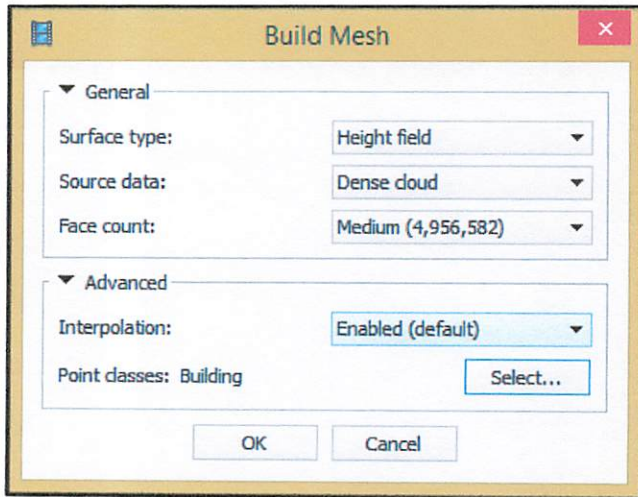
Gambar 3.12. Tampilan *Menu Workflow*.

- k. Tunggu proses hingga selesai



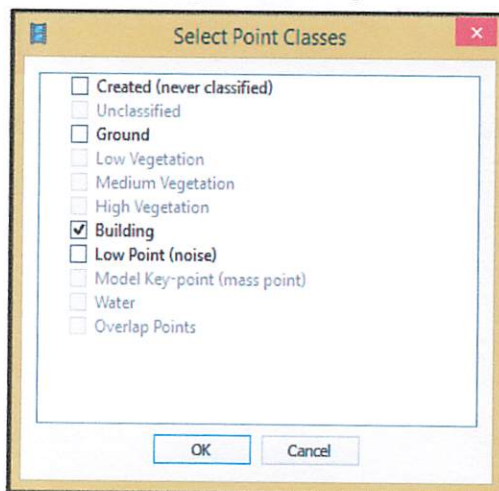
Gambar 3.13. Tampilan *Processing in progress*.

- l. Maka akan seperti menu *Build Mesh* dibawah ini.



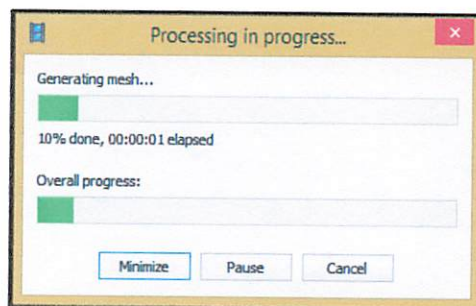
Gambar 3.14. Tampilan *Build Mesh*.

m. Kemudian pilih *point class* lalu pilih building



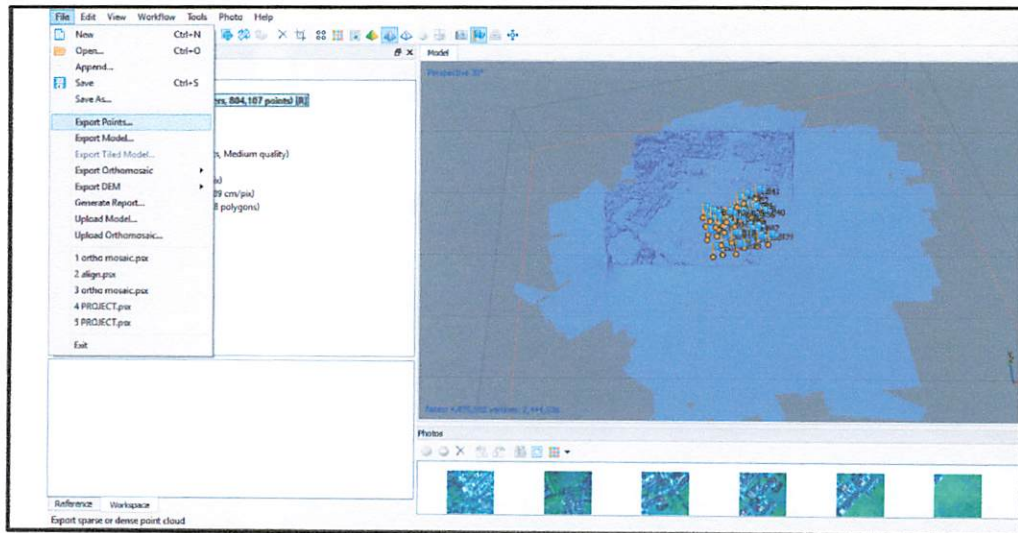
Gambar 3.15. Tampilan *Select Point classes*.

n. Tunggu proses hingga selesai



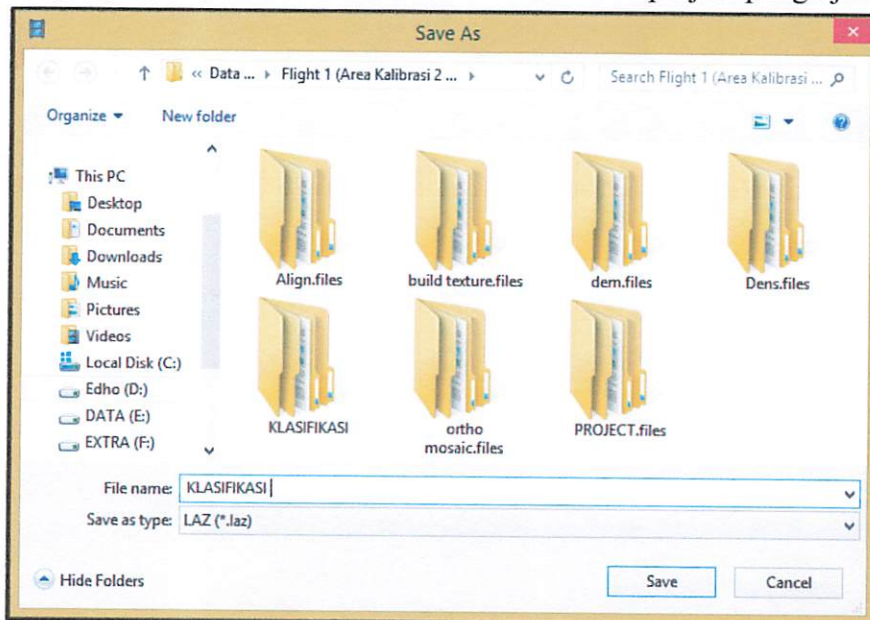
Gambar 3.16. Tampilan *Processing in progress*

- o. Maka tampilan *project* akan keluar seperti dibawah ini lalu pilih *file* kemudian *Export points*



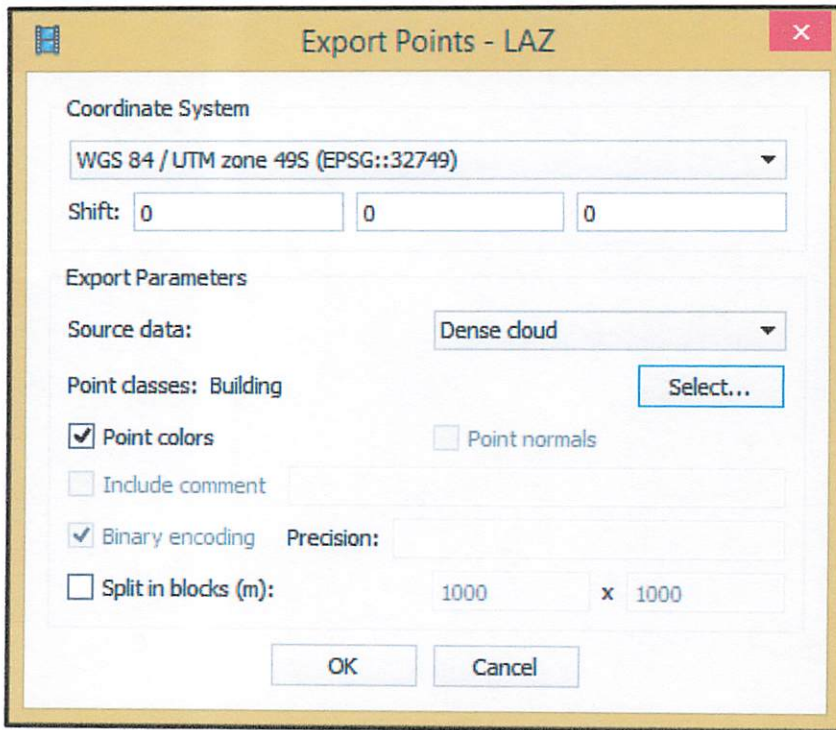
Gambar 3.17. Tampilan *menu file*

- p. Pilih tempat penyimpanan kemudian save sesuai nama *project* pengerjaan .



Gambar 3.18. Tampilan *Save ass*

- q. Kemudian ubah sistem koordinat dengan *WGS 84 / UTM ZONE 49S* dan *point class* pilih *building* setelah itu ok.

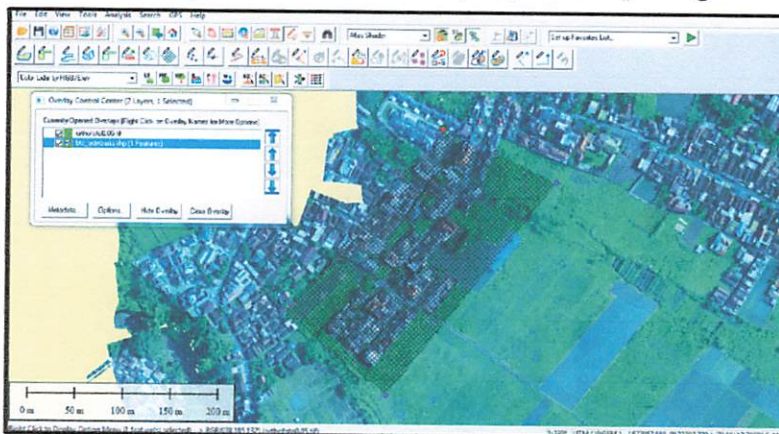


Gambar 3.19. Tampilan *Export Points - LAZ*

3.5. Memotong hasil *Orthophoto* pada *Global Mapper*

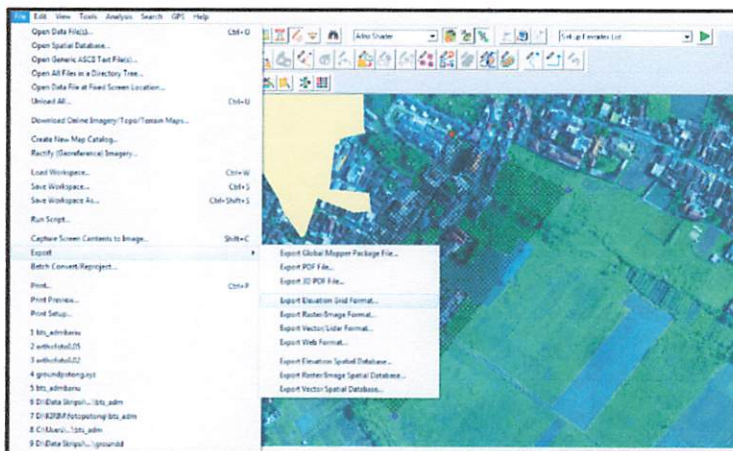
Memotong hasil *Orthophoto* pada *Global Mapper* guna untuk memotong foto *orthophoto* sesuai dengan wilayah penelitian yang akan dijadikan lokasi penelitian. Langkah-langkah memotong lokasi penelitian :

- Buka *file Orthophoto* dan buka juga batas admin guna untuk memotong wilayah yang akan di potong.
- Pilih *Digitizer Tool* guna untuk blok area yang akan dipotong.



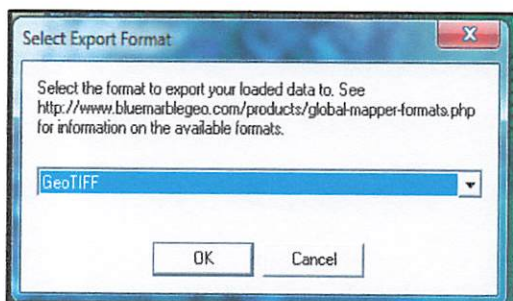
Gambar 3.20. Tampilan *Digitizer Tool*

- Kemudian pilih *file, Export, dan Export Raster / Image Format*.



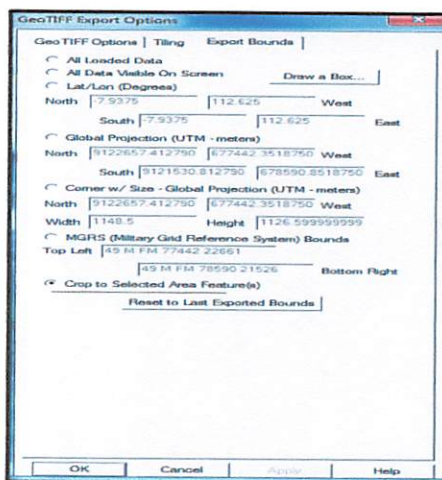
Gambar 3.21. Tampilan Menu File Global Mapper.

- d. Maka akan muncul tampilan seperti dibawah ini kemudian Pilih *GeoTIFF*



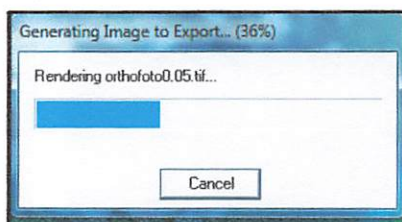
Gambar 3.22. Tampilan Select Export Format

- e. Setelah pilih *Export Bound* kemudian pilih *Crop to Selected Area Feature (s)* lalu klik ok lalu pilih tempat penyimpanan sesuai dengan yang diinginkan.



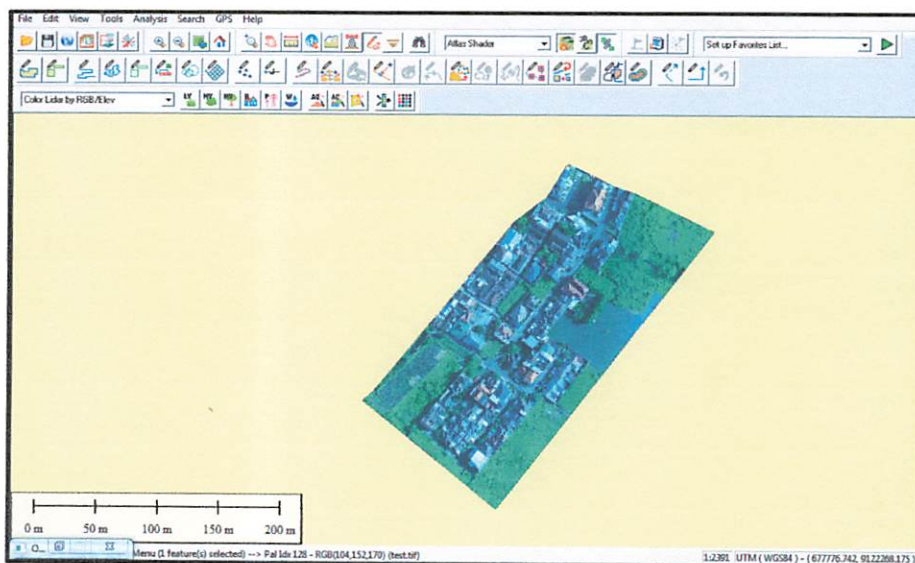
Gambar 3.23. Tampilan GeoTIFF Export Options

f. Tunggu proses hingga selesai



Gambar 3.24. Tampilan *Generating Image to Export*

g. Maka *Orthophoto* telah terpotong seperti gambar dibawah ini



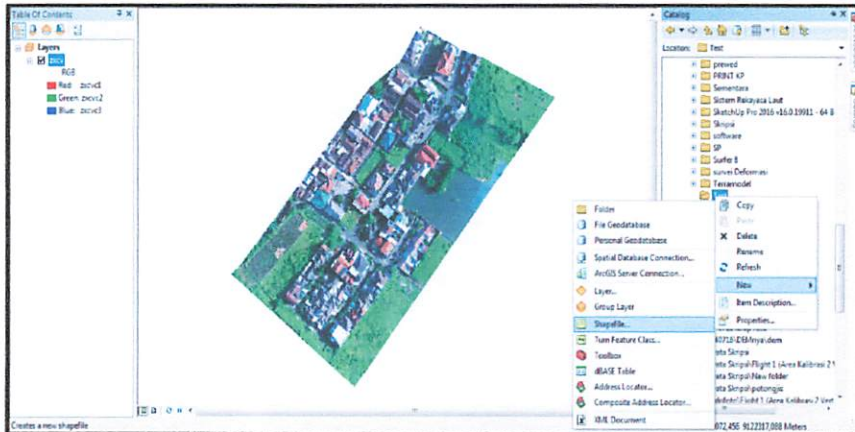
Gambar 3.25. Tampilan Foto *Ortho* yang telah dipotong

3.6. Melakukan *Digitasi* Pada *ArcMap*

Membuat Shapefile baru dapat dibuat pada Arc Catalog, yang akan digunakan untuk membuat *features classes* yang dapat dilakukan pada *ArcMap* ini dan harus mengidentifikasi *type features* tersebut, *Point*, *Line*, atau *Area (Polygon)*.

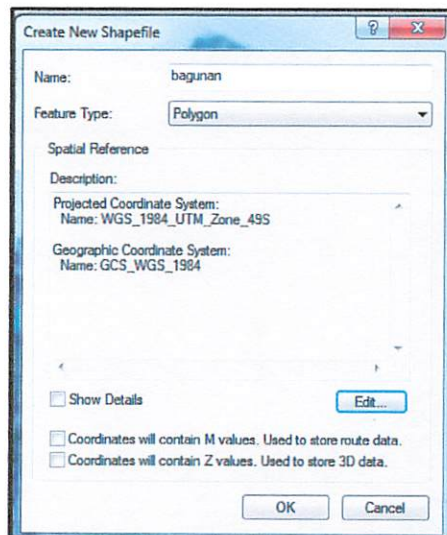
Langkah-langkah membuat *Shapefile* baru :

- Pilih *Add Data*, *File GeoTiff* yang akan di digitasi kemudian ok.
- Kemudian masukan *file shp* untuk proses *digitasi*, dengan cara, pilih *Arc Catalog*, klik kanan pada folder kerja, *New* lalu *Shapefile*.



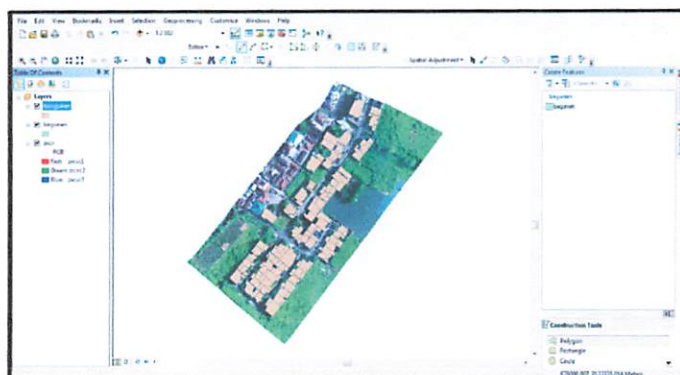
Gambar 3.26. Tampilan *ArcCatalog*

- c. Buat Nama sesuai digitasi Pilih *Feature type* nya kemudian edit untuk *georeference* lalu Ok. Buatlah semua *shp file* sesuai data yang akan didigitasi.



Gambar 3.27. Tampilan *Create New Shapefile*

- d. Klik *Start Editing* untuk mulai proses Digitasi pilih bangunan, kemudian pilih *Polygon*, kemudian arahkan ke peta untuk mulai digitasi. Lakukan langkah yang sama ke setiap layer yang akan dibuat. Berikut hasil digitannya.

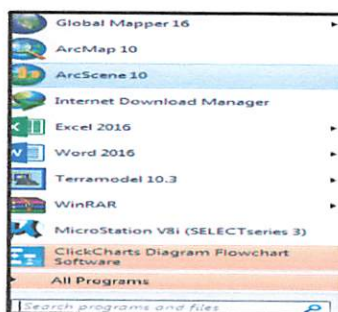


Gambar 3.28. Tampilan *Proses Digitasi*

3.7. Pembuatan TIN

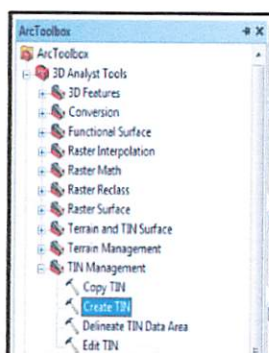
Proses pembuatan TIN ini digunakan untuk lanjut ke proses pembuatan 3D, sehingga dapat membentuk sampai dengan LOD 1 dengan menggunakan *Software ArcScene*. Langkah-langkah membuat TIN :

- a. Langkah awal pembuatan TIN , Pertama Buka Aplikasi *Arc Scene*



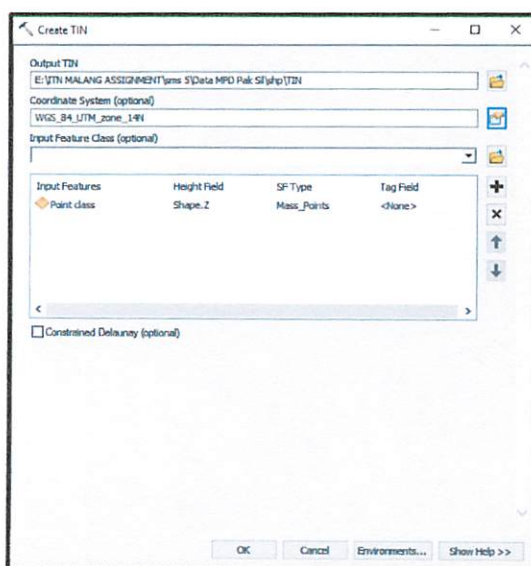
Gambar 3.29. Tampilan *Aplikasi Arc Scene*

- b. Kemudian klik *Arc toolbox*, *3D Analyst Tools*, *TIN Management*, dan *Create TIN*.



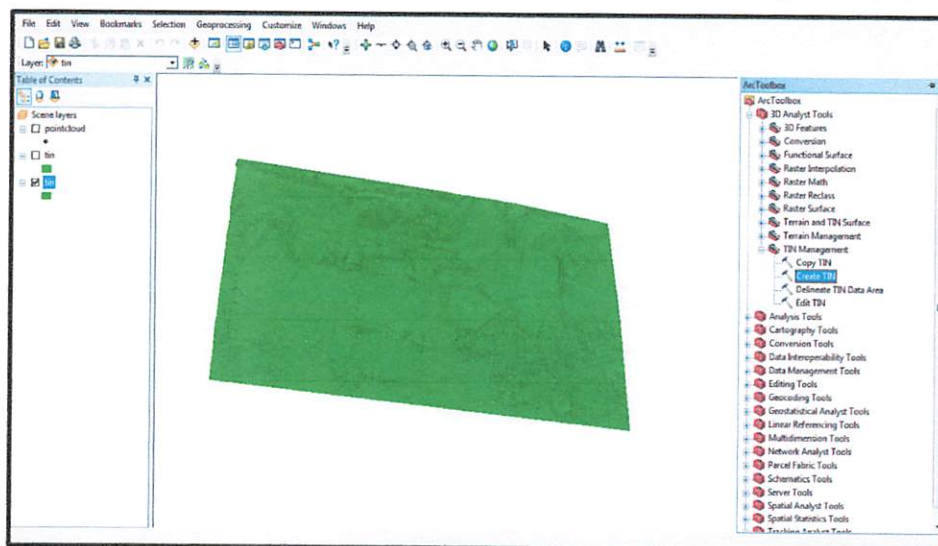
Gambar 3.30. Tampilan *Create TIN*

- c. Masukkan *output* TIN nya dengan cara beri nama TIN pada folder yang akan disimpan kemudian sesuaikan *referensi* koodinatnya, masukan *Inputnya* yaitu *Feature class Point* yang sudah dikerjakan sebelumnya lalu Ok.



Gambar 3.31. Tampilan *Proses Create TIN*


- d. Jika proses sukses, maka TIN akan muncul secara otomatis pada layar kerja.

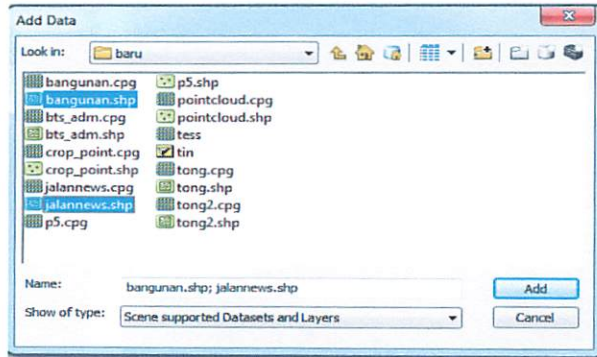


Gambar 3.32. Tampilan TIN

3.8. Proses Pembuatan 3Dimensi

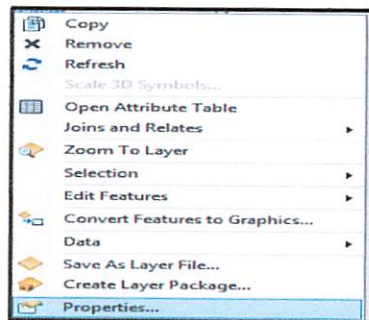
Adapun proses pembuatan 3Dimensi sehingga akan nantinya membentuk hasil LOD 1. Langkah-langkah membuat 3D :

- a. Pilih *Add Data*  lalu Tambahkan *data shape file* yang sudah didigitasi sebelumnya



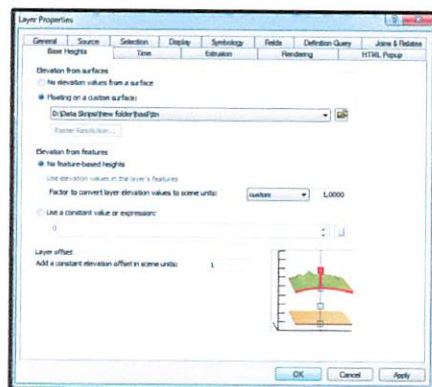
Gambar 3.33. Tampilan *Add Data*

- b. Karena *Base Height* *.shp (bangunan dan jalan,) belum *tereferensi* sehingga letak TIN dan data shp tidak menjadi satu. Untuk itu kita harus menyamakan *base heightnya*. Pertama Klik Kanan pada *data shape file*, kemudian klik *properties*.



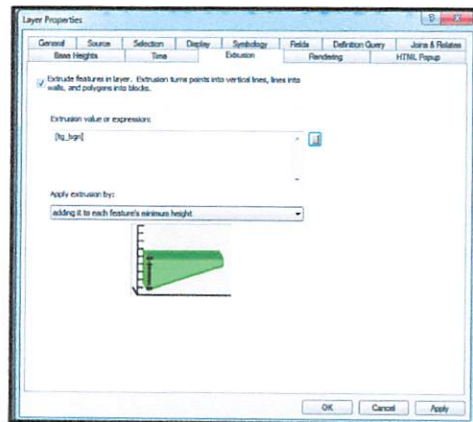
Gambar 3.34. Tampilan *Properties File*

- c. Atur *Base Heights* , pilih *Base Heights*, Load data kemudian pilih *data TIN* yang sudah dibuat kemudian *Apply* setelah itu ok.



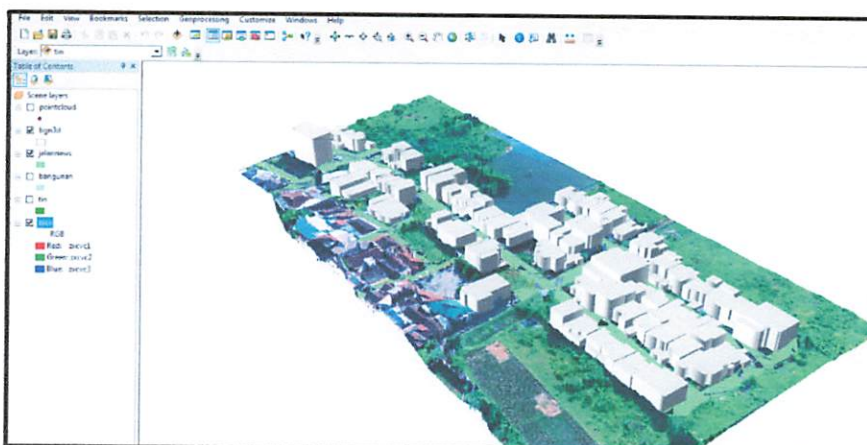
Gambar 3.35. Tampilan *Pengaturan Base Heights*

- d. Atur *Extrusion* untuk menampilkan efek *3D building* , kemudian masukkan nilai *extrusionnya* sesuai dengan ketinggian masing-masing dari bangunan, gedung, dimana dalam hal ini *extrusionnya* langsung menggunakan *expression builder* dari **shp* tersebut [*Height*]. *File Properties*, *Extrusion*, *expression builder*, pilih [*Height*], pilih *Apply* kemudian *Ok*.



Gambar 3.36. Tampilan Pengaturan *Extrusion*

- e. Lakukan langkah yang sama ke semua *layer shp* . Pembuatan 3D dapat dilakukan menggunakan aplikasi *ArcScene*, namun untuk mendapatkan hasil yang bagus diperlukan data ketinggian bangunan (*Base Height*) terlebih dahulu, pada gambar 3.20 adalah tampilan 3D untuk *LOD1*. Berikut Hasilnya

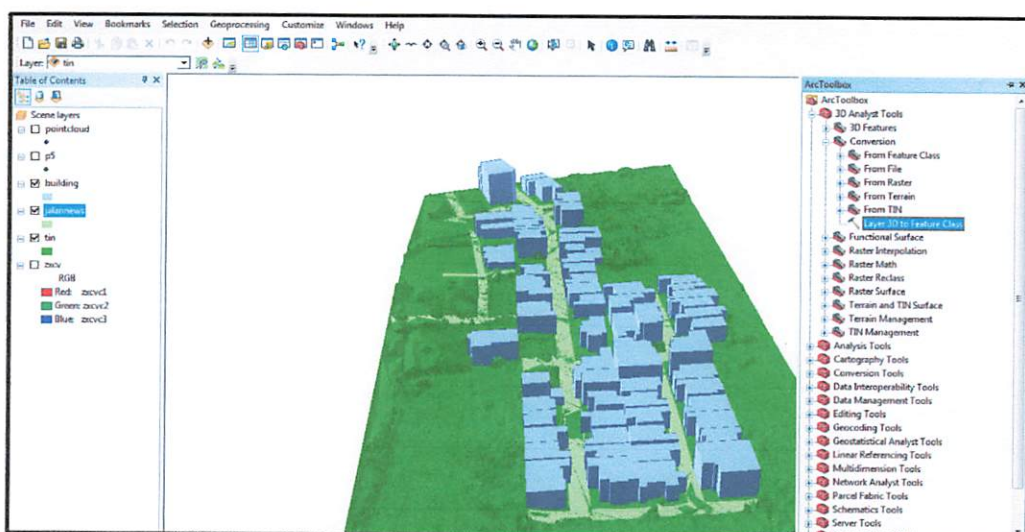


Gambar 3.37. Hasil 3D untuk *LOD 1*

3.9. Langkah *Export Data Arcscene Menuju SketchUp*

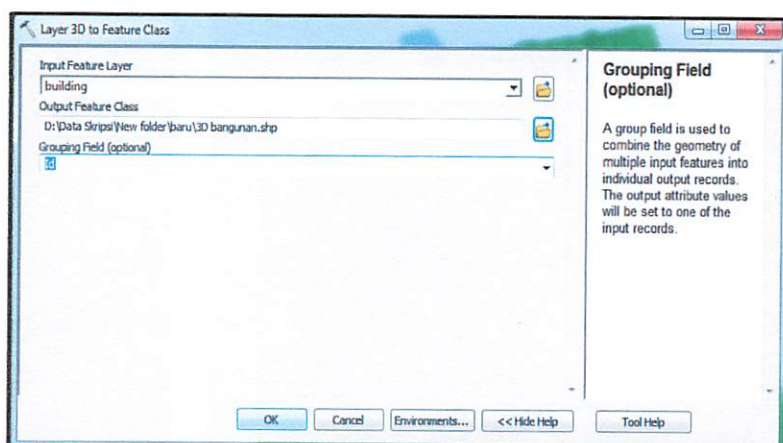
Untuk langkah pembuatan LOD 1 berikutnya LOD2, aplikasi yang digunakan yaitu Aplikasi *SketchUp* dan *ArcScene*. Agar bisa memakai aplikasi tersebut, semua data harus di *export* menjadi *ColladaFiles* (*.dae) terlebih dahulu. Berikut langkahnya.

- Sebelum melakukan *export*, semua data shp harus dijadikan *3D feature class* terlebih dahulu. Pilih menu *ArcToolbox*, *3D Analyst Tools*, *Conversion*, kemudian *Layer 3D to Feature Class*.



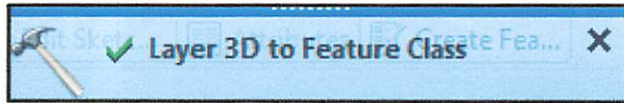
Gambar 3.38. *3D to Feature Class*

- Data atau yang akan dijadikan *3D Feature Class* bernama *Output* data, *Grouping field* sesuai Id, kemudian Ok.



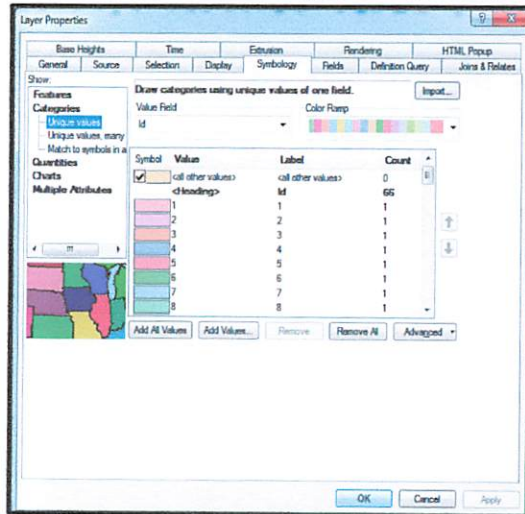
Gambar 3.39. *Layer 3D to Feature Class*

- Jika data sukses diproses maka akan tampil gambar seperti berikut.



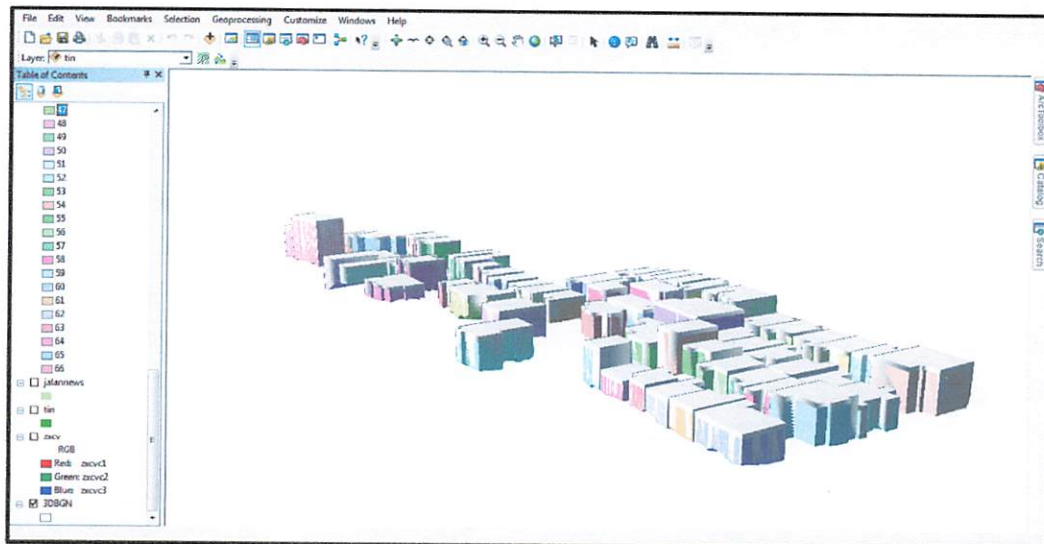
Gambar 3.40. Layer 3D to Feature Class Sukses

- d. Untuk memudahkan pekerjaan, kategorikan setiap bangunan sesuai id nya. Klik *properties* pada bangunan pilih *Symbology*, *Categories*, *Add All Vallues*, *Apply* kemudian Ok.



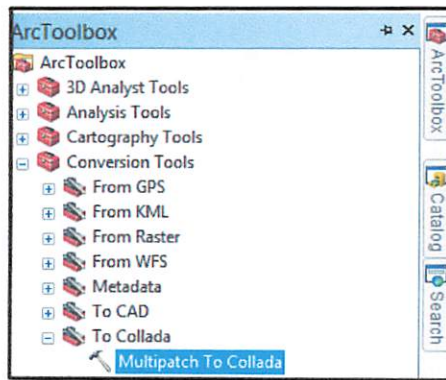
Gambar 3.41. Categories

- e. Maka akan muncul tampilan seperti berikut.



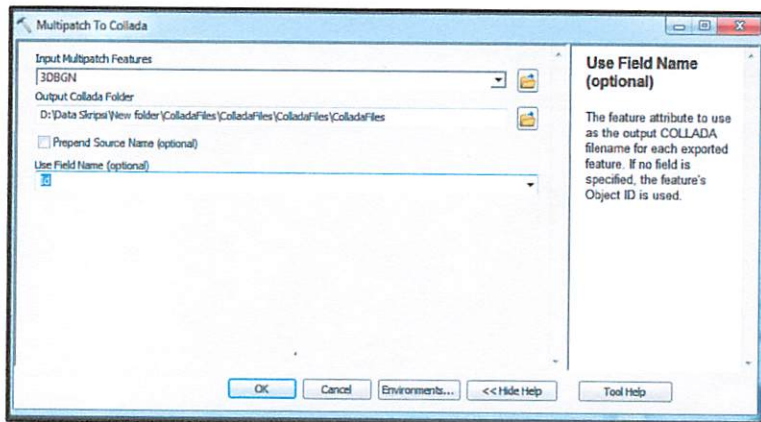
Gambar 3.42. Hasil Categories

- f. Kemudian lakukan *export Collada Files*. Pilih *ArcToolbox*, *Conversion Tools*, *To Collada*, dan *Multipatch To Collada*.



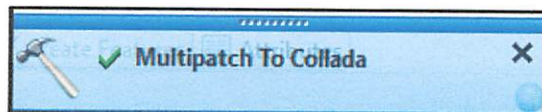
Gambar 3.43. Proses Export to Collada

- g. Pilih data sesuai perintah. *Inputkan data yang sudah di 3D feature class, Output File berupa folder dengan nama *ColladaFiles*, Use Field Name menggunakan Id, kemudian Ok*



Gambar 3.44. Multipatch to Collada

- h. Jika data sukses diproses maka akan muncul gambar seperti berikut.

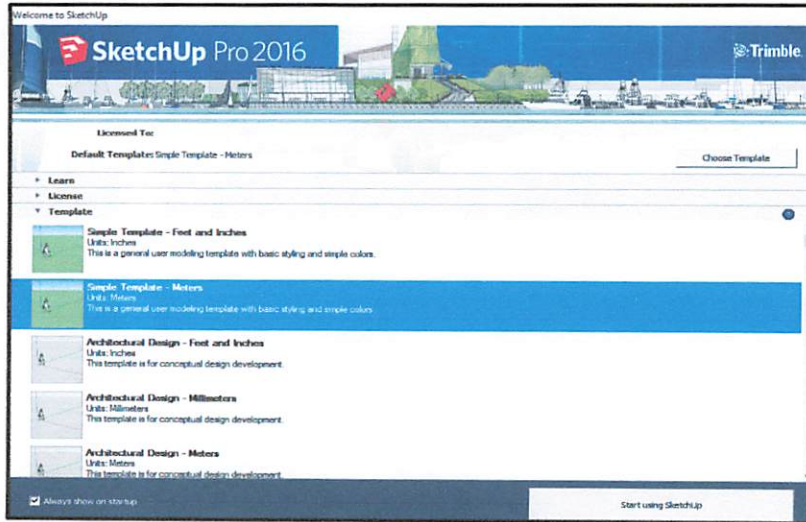


Gambar 3.45. Multipatch to Collada Sukses.

3.10. Import & Export data di Aplikasi SketchUp

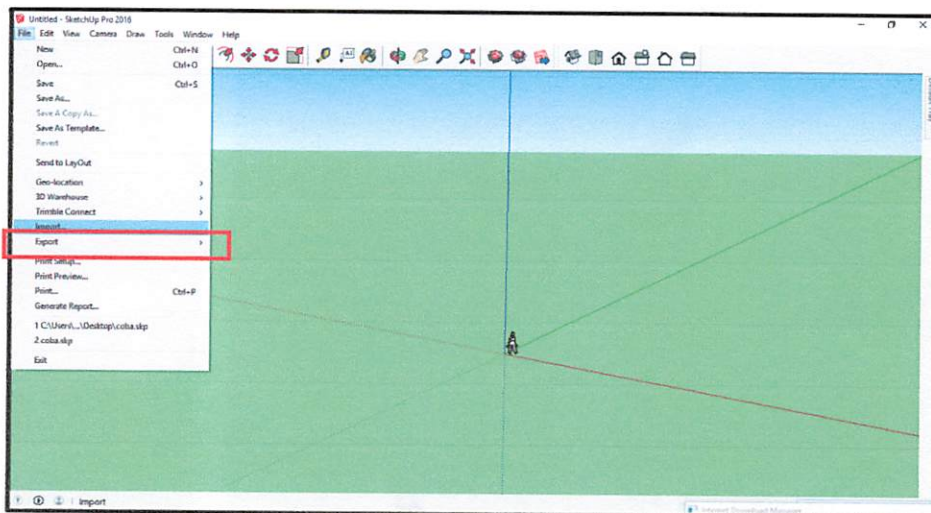
Langkah selanjutnya yaitu mulai bekerja menggunakan *SketchUp*.

- a. Buka Aplikasi *SketchUp* seperti gambar 3.46 berikut.



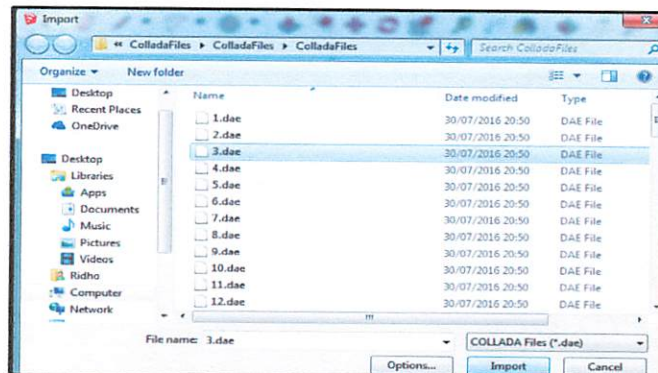
Gambar 3.46. Tampilan awal Aplikasi SketchUp

- b. Kemudian masukan data shp yang sudah diexport untuk diedit pada SketchUp . pilih File kemudian Import.



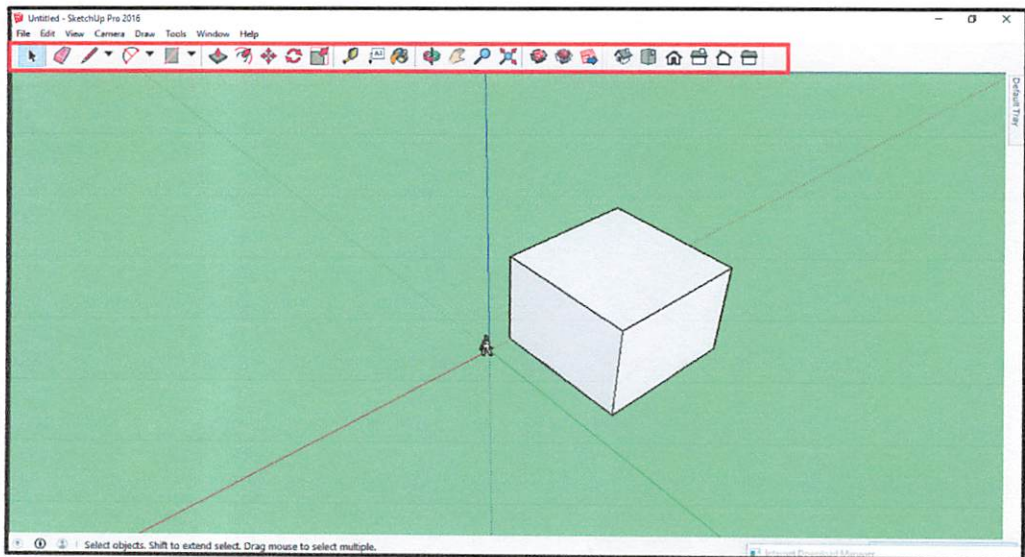
Gambar 3.47. File Import

- c. Pilih data yang akan di edit lalu Import.



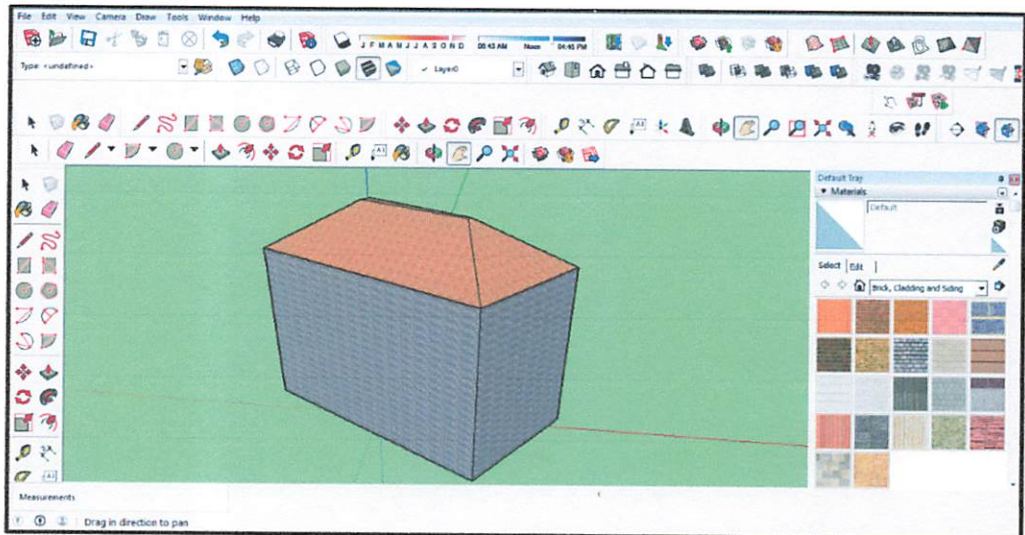
Gambar 3.48. Select File

- d. Maka akan tampil gambar seperti berikut :



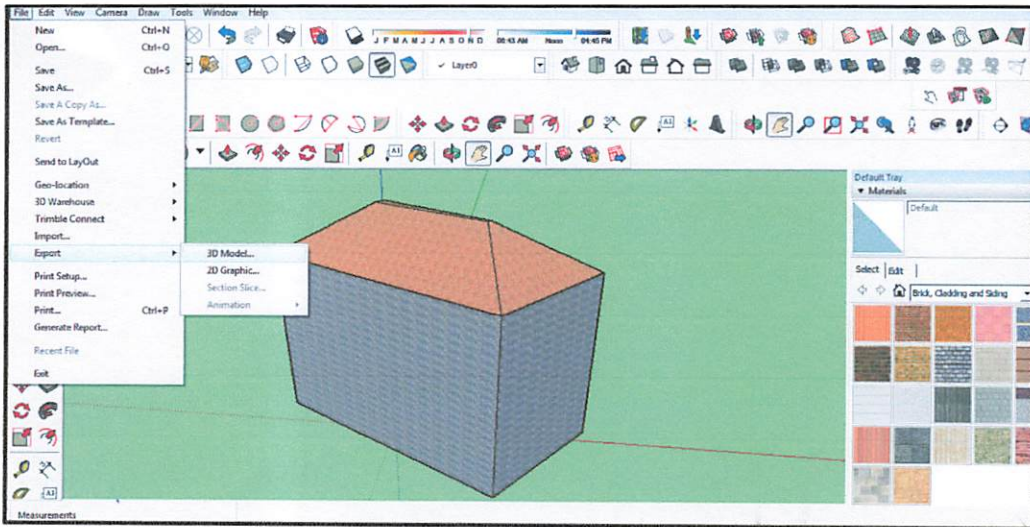
Gambar 3.49. Tampilan data yang di *import*

- e. Lakukan *editing* dengan memanfaatkan *tools* yang ada pada aplikasi *SketchUp*. Berikut contoh hasil *Editing*.



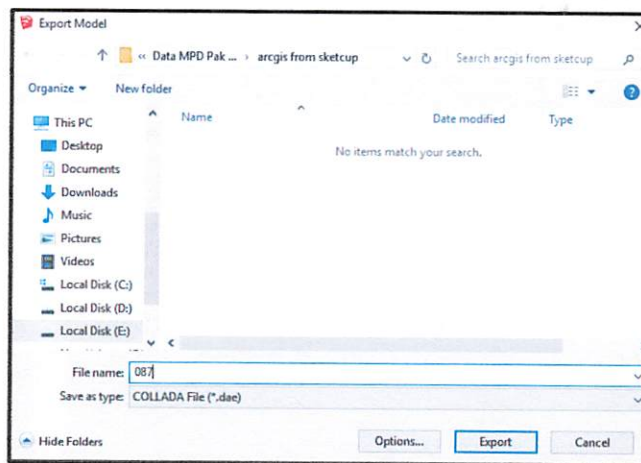
Gambar 3.50. Hasil *Editing*

- f. *Save file* dengan cara *File, Export* kemudian *3D Models*.



Gambar 3.51. *Export 3D Models*

- g. Pilih *extension *.dae* kemudian Beri nama sesuai *Id* pilih *Export*.

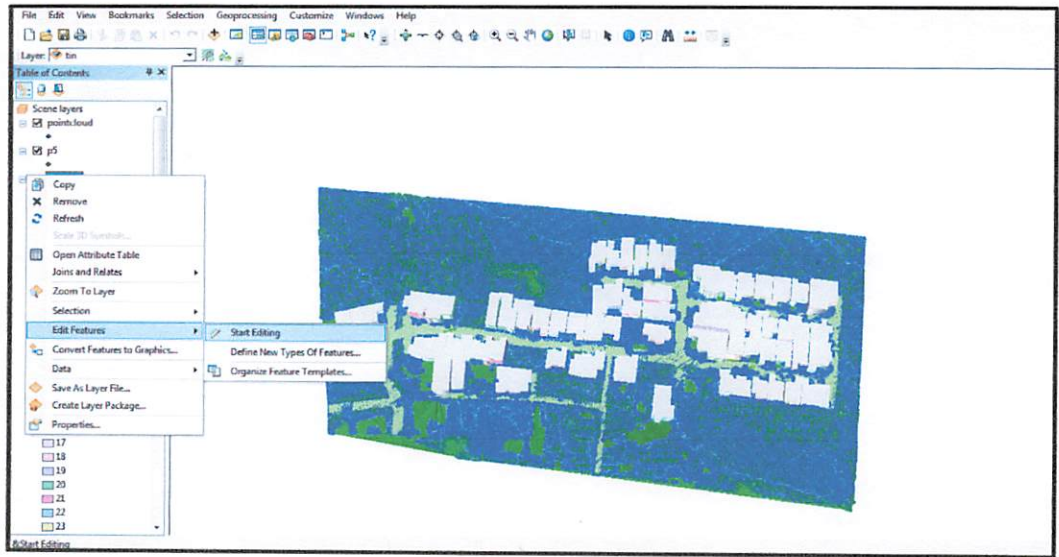


Gambar 3.52. *Save File Export (*.dae)*

3.11. *Import data Collada File pada ArcScene*

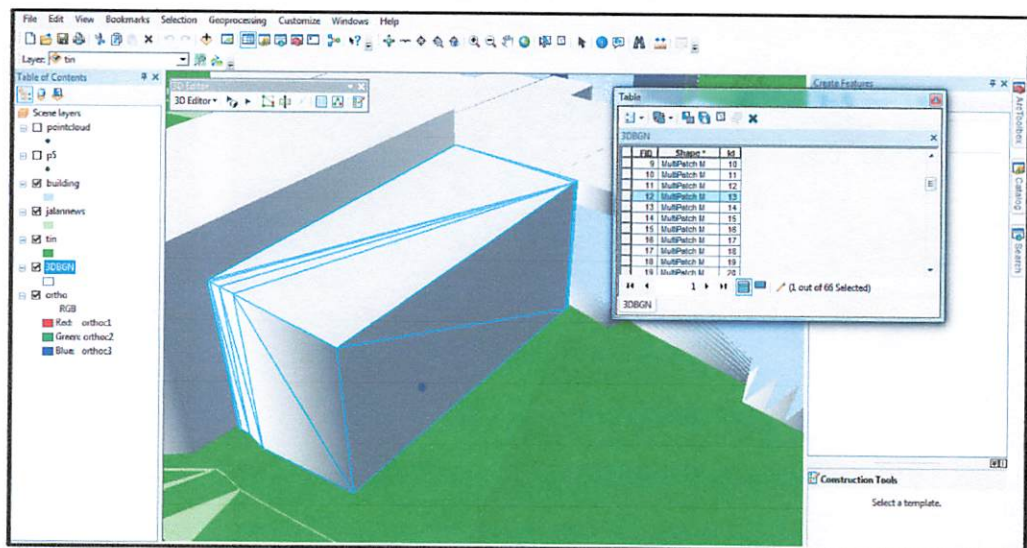
Import data Collada File pada ArcScene. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Lakukan *Editing* pada semua data hingga selesai .Langkah berikutnya adalah *import data Collada* ke *ArcScene*. Klik Kanan pada *layer*, *Edit Features*, *Start Editing*.



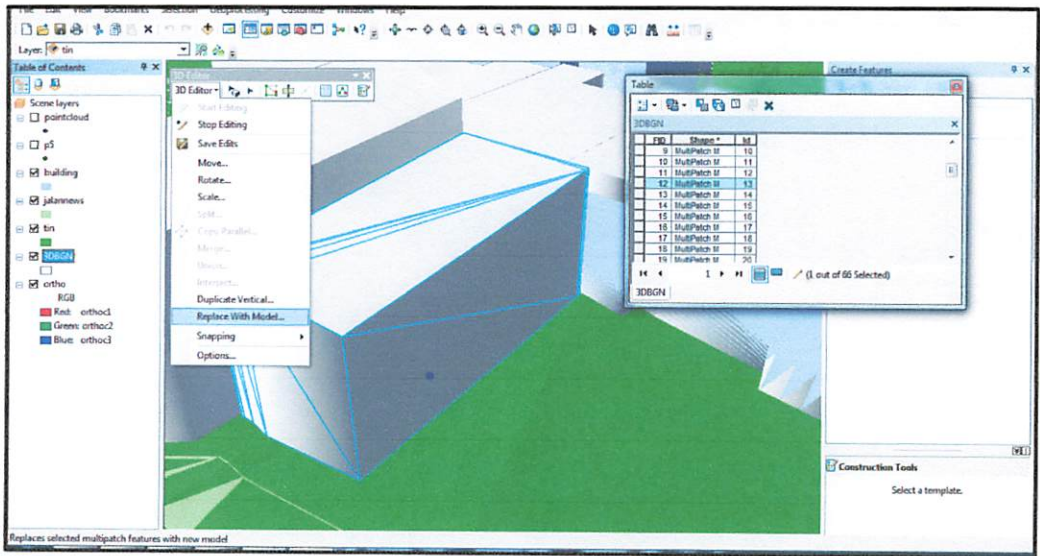
Gambar 3.53. *Start Editing*

- b. Kemudian Klik kanan pada layer pilih *Open Attribute Table*, klik dua kali pada data yang akan diganti dengan data *Collada* yang sudah diedit , maka akan secara otomatis *cursor* mengarah pada data tersebut .



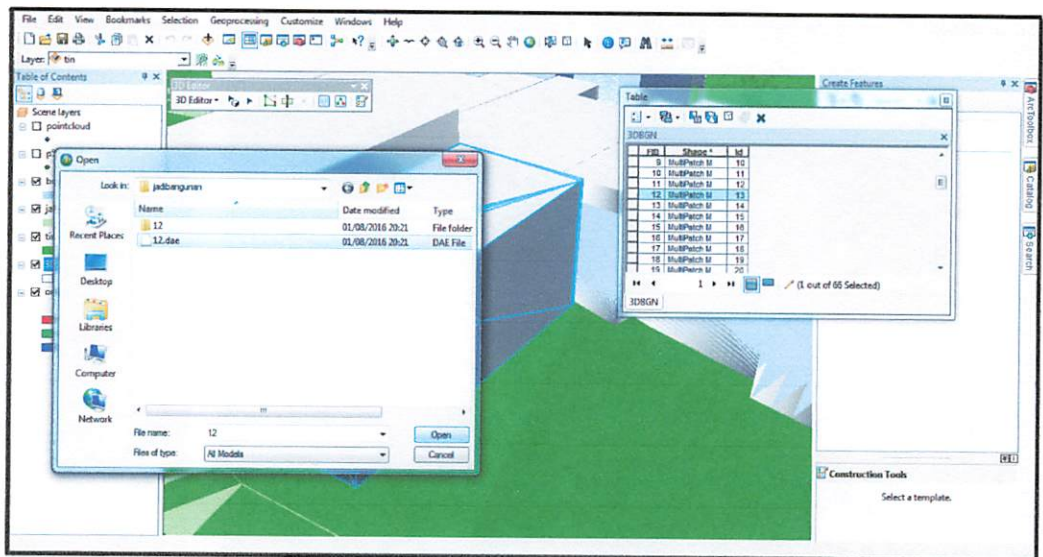
Gambar 3.54. *Select data yang akan direplace.*

- c. Pilih *3D Editor* kemudian *Replace With Model*.



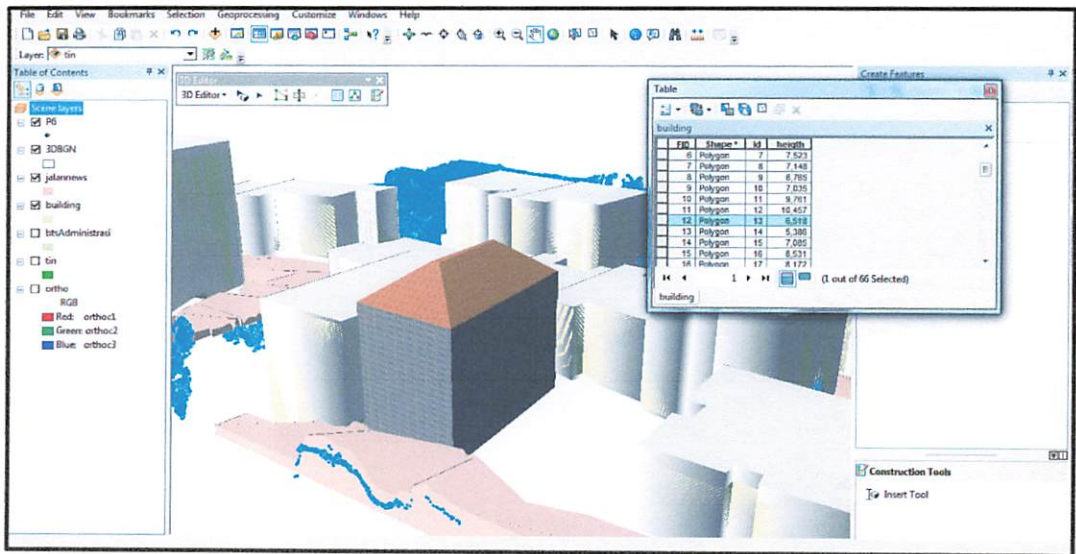
Gambar 3.55. Klik Replace With Model

- d. Pilih data yang sudah *edit* pada *SketchUp* sebelumnya sesuai *id* nya kemudian *Open*.



Gambar 3.56. Select Collada File

- e. Maka akan tampil gambar seperti berikut.



Gambar 3.57.. Hasil *Replace Model*

- f. Lakukan langkah yang sama pada semua layer, hingga membentuk *LOD 2 (Level Of Detail)*. Jika sudah selesai lakukan *stop editing* dan simpan data yang sudah di *edit*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang berjudul “Rekonstruksi Gedung 3 Dimensi Bentuk *LOD (level of detail)* tingkat 2 Dengan Menggunakan *Software Google Sketch Up* dan Peta Dasar Foto Udara UAV” adalah tampilan 3D dimana penyajiannya berdasarkan bentuk bangunan *LOD (Level Of Detil 2)* yang berlokasi pada perumahan *Garden Palma Inside* Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.

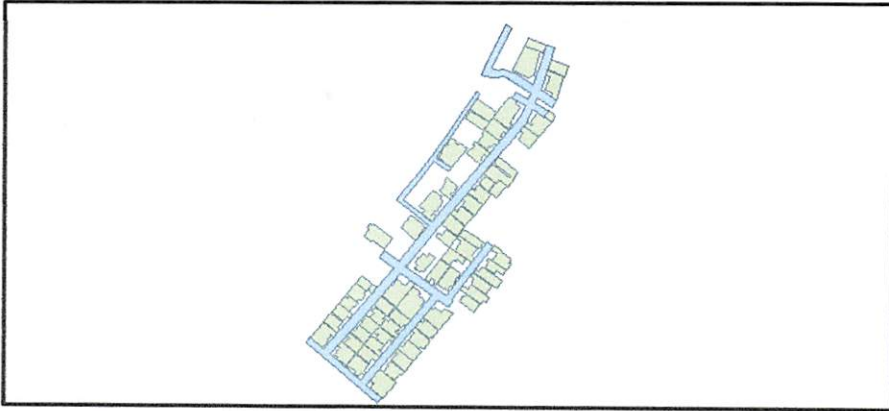
4.1. Pembahasan Hasil Pemrosesan data

Adapun Pembahasan hasil pemrosesan data adalah sebagai berikut.

4.1.1. Hasil Digitasi

Digitasi ini dilakukan menggunakan *software ArcGis 10*, dimana hasil digitasi tidak perlu lagi dilakukan topologi seperti menggunakan perangkat lunak lainnya. Sehingga kesalahan-kesalahan didalam melakukan digitasi dapat dihindari, dan proses melakukan digitasi menggunakan *ArcGis 10* membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat.

Hasil *orthophoto* yang telah dipotong kemudian di digitasi sesuai batasan wilayah penelitian, yaitu diperumahan *Garden Palma Inside* Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Objek yang tergambar pada proses digitasi berupa unsur poligon (luasan) yaitu bangunan dan unsur yang berupa garis (jalan). Kedua unsur tersebut harus didigitasi dengan benar dan teliti. Untuk poligon (luasan) pada saat pendigitasian harus benar-benar tertutup dan pada objek garis harus benar-benar tersambung. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kesalahan pada tahap pemodelan bangunan 3D dan *buffer* jalan. Gambar 4.1. adalah hasil dari proses digitasi bangunan dan jalan.



Gambar 4.1. Hasil Pemrosesan Digitasi

4.1.2. Penggambaran Bangunan 3D

Penggambaran 3D bangunan dilakukan dengan menggunakan software *Google SketchUp* relatif mudah dengan tersedianya fasilitas untuk penggambaran bangunan 3D yang akan terlihat bagus tanpa harus menunggu proses *render* terlebih dahulu. Selain relatif mudah dan dapat menghasilkan visualisasi yang bagus tanpa melakukan *render* *Google SketchUp* mampu membaca sistem koordinat yang digunakan pada foto udara. Sehingga hasil yang tergambar pada *Google Sketchup* ketika dilakukan *export* dan ditampilkan pada peta digital 3D menggunakan *ArcScene* sesuai dengan koordinat peta foto udara yang dijadikan peta dasar.

4.2. *Overlay* Peta Digital 3D

Overlay merupakan proses menggabung permukaan bumi dalam bentuk 3D bangunan yang telah dibuat. *Overlay* merupakan tahapan terakhir untuk pembuatan peta digital 3D.



Gambar 4.2. Tampilan peta 3D pada *Arcscene*

4.3. Hasil Tampilan LOD (*Level Of Detil*)

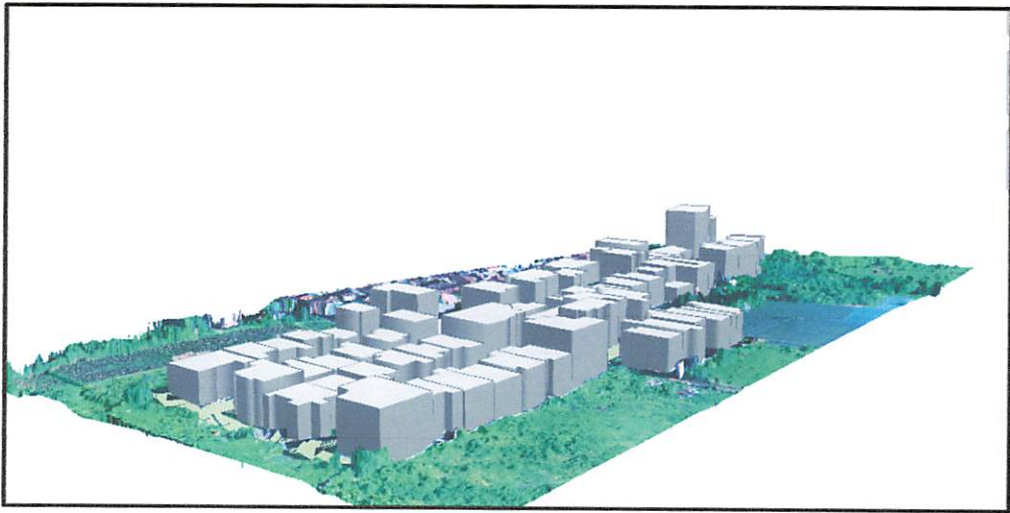
Berikut ini adalah hasil akhir dari tampilan LOD (*Level Of Detil*) didalam penelitian ini, dimana terdiri dari LOD0, LOD1, dan LOD2.

- a. LOD0 : Didalam pengerjaan penelitian ini, LOD0 menampilkan bentuk permukaan digital dari *model* permukaan perumahan. Dengan kata lain, LOD0 ini menampilkan dasar alas bagi objek 3D.



Gambar 4.3. Hasil tampilan *LOD (Level Of Detil) 00*

- b. LOD1 : Didalam penelitian ini, LOD1 menampilkan objek bangunan pada perumahan *Garden Palma Insede* Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang yang terdapat diatas permukaan digital. Posisi Planimetris dari objek dinyatakan oleh bentuk sederhana 2D, sedangkan bentuk 3D ditentukan oleh nilai elevasi atau nilai tinggi gedung. Keseluruhan permukaan objek ditampilkan datar.



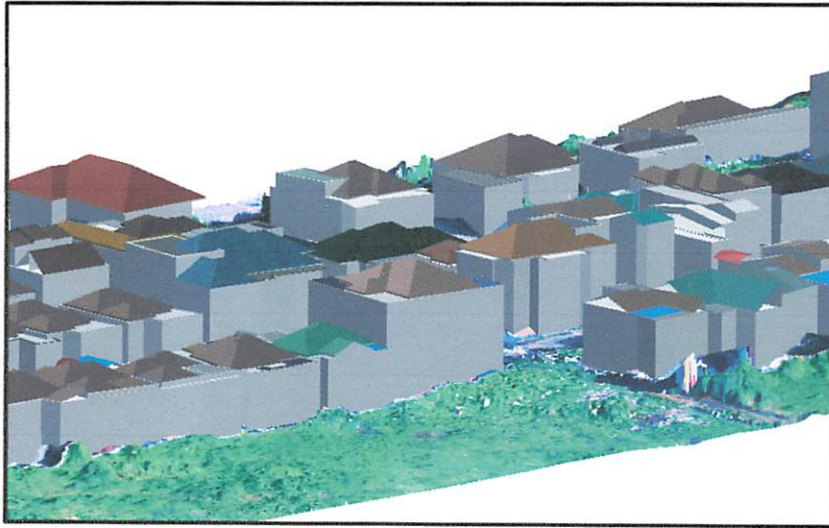
Gambar 4.3. Hasil tampilan LOD (*Level Of Detail*) tingkat 01

Bangunan LOD (*Level Of Detail*) tingkat 01 ini masih memenuhi standart OGC (*Open Geospatial Consortium*) karena memiliki tingkat kedetilan bangunan masih masuk dalam kategori standart LOD (*Level Of Detail*) tingkat 01.

Tabel 4.1. LOD 0-4 of City GML with their proposed accuracy requirements (discussion proposal, based on: Albert et al. 2003).

	LOD0	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
<i>Model scale description</i>	<i>regional, landscape</i>	<i>city, region</i>	<i>city, city districts, projects</i>	<i>city districts, architectural models (exterior), landmark</i>	<i>architectural models (interior), landmark</i>
<i>Class of accuracy</i>	<i>lowest</i>	<i>low</i>	<i>middle</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
<i>Absolute 3D point accuracy (position / height)</i>	<i>lower than LOD1</i>	<i>5/5m</i>	<i>2/2m</i>	<i>0.5/0.5m</i>	<i>0.2/0.2m</i>
<i>Generalisation</i>	<i>maximal generalisation</i>	<i>object blocks as generalised features; > 6*6m/3m</i>	<i>objects as generalised features; > 4*4m/2m</i>	<i>object as real features; > 2*2m/1m</i>	<i>constructive elements and openings are represented</i>
<i>Building installations</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>yes</i>	<i>representative exterior features</i>	<i>real object form</i>
<i>Roof structure/representation</i>	<i>yes</i>	<i>flat</i>	<i>differentiated roof structures</i>	<i>real object form</i>	<i>real object form</i>
<i>Roof overhanging parts</i>	<i>yes</i>	<i>no</i>	<i>yes, if known</i>	<i>yes</i>	<i>yes</i>
<i>CityFurniture</i>	<i>no</i>	<i>important objects</i>	<i>prototypes, generalized objects</i>	<i>real object form</i>	<i>real object form</i>
<i>SolitaryVegetationObject</i>	<i>no</i>	<i>important objects</i>	<i>prototypes, higher 6m</i>	<i>prototypes, higher 2m</i>	<i>prototypes, real object form</i>
<i>PlantCover</i>	<i>no</i>	<i>>50*50m</i>	<i>>5*5m</i>	<i>< LOD2</i>	<i><LOD2</i>

- c. LOD 02 : Didalam pengerjaan penelitian ini, tingkat detail LOD 02 sama halnya dengan LOD 01 tetapi perbedaannya terletak pada bentuk sisi atap dari bangunan yang tidak rata, akan tetapi memiliki bentuk geometrik yang sesuai dengan aslinya.



Gambar 4.4. Hasil tampilan LOD (*Level Of Detail*) tingkat 02

Penggambaran LOD 02 hanya secara manual saja akan tetapi secara tingkat akurasi hanya sebatas LOD 01 dikarenakan nilai *Rms Error*nya 4 meter sehingga masuk ke dalam kategori LOD 01 dapat dikatakan sesuai standart OGC (*Open Geospatial Consortium*) yaitu 5/5m. Seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.2. Perhitungan Nilai Rms Error.

No	Nama	Label	Koordinat Lapangan			Koordinat Orthofoto			$\Delta. x$ (m)	$\Delta. y$ (m)	$\Delta. z$ (m)	$\Delta. xyz$ (m)	$\Delta. x^2$ (m)	$\Delta. y^2$ (m)	$\Delta. z^2$ (m)	$\Delta. xyz^2$ (m)
			X	Y	Z	x	y	z								
1	ATAPIA	16	677857.6818	9122276.814	557.386	677858,700	9122277,168	554.312	-1.018	-0.354	3.074	3.257533306	1.037	0.125	9.449	10.612
2	ATAP2A	17	677854.9708	9122273.097	557.363	677854,569	9122272,698	554,694	0.402	0.399	2.669	2.728407088	0.161	0.159	7.124	7.444
3	JALANIA	20	677847.1998	9122277.274	553.548	677847,444	9122277,328	547,675	-0.244	-0.054	5.873	5.878322774	0.060	0.003	34.492	34.555
4	ATAPIB	64	677836.0499	9122268.75	552.867	677835,672	9122267,912	557,239	0.378	0.838	-4.372	4.467598506	0.143	0.702	19.114	19.959
5	ATAP2B	40	677836.0991	9122270.773	549.817	677835,486	9122270,653	555,289	0.613	0.120	-5.472	5.50754715	0.376	0.014	29.943	30.333
6	ATAP3B	60	677836.712	9122266.357	553.101	677836,164	9122265,504	558,645	0.548	0.853	-5.544	5.635942601	0.300	0.728	30.736	31.764
7	ATAP4B	38	677833.3432	9122269.317	550.011	677833,537	9122268,885	554,688	-0.194	0.432	-4.677	4.700905385	0.038	0.187	21.874	22.099
8	ATAP5B	46	677830.1244	9122266.69	550.061	677830,202	9122266,631	554,629	-0.078	0.059	-4.568	4.569040026	0.006	0.003	20.867	20.876
9	ATAP6B	61	677838.3433	9122265.009	553.945	677837,635	9122264,183	558,877	0.708	0.826	-4.932	5.050602824	0.502	0.682	24.325	25.509
10	ATAP7B	62	677838.6138	9122263.625	555.931	677837,822	9122262,702	559,714	0.792	0.923	-3.783	3.973658924	0.627	0.852	14.311	15.790
11	ATAP8B	56	677840.8221	9122265.651	554.174	677841,086	9122265,913	556,629	-0.264	-0.262	-2.455	2.483004674	0.070	0.069	6.027	6.165
12	ATAP9B	41	677840.2033	9122267.51	549.675	677840,109	9122267,143	555,497	0.094	0.367	-5.822	5.834317911	0.009	0.135	33.896	34.039
13	ATAPI0B	50	677840.5758	9122267.782	556.999	677840,917	9122268,116	555,032	-0.341	-0.334	1.967	2.024120165	0.116	0.112	3.869	4.097
14	ATAPI1B	42	677841.6382	9122268.2	549.976	677842,962	9122268,219	554,288	-1.324	-0.019	-4.312	4.510670841	1.752	0.000	18.593	20.346
15	ATAPI2B	43	677843.1247	9122266.957	549.998	677842,962	9122266,696	554,932	0.163	0.261	-4.934	4.943576467	0.026	0.068	24.344	24.439
16	JALAN1B	29	677834.7303	9122273.848	553.567	677834,363	9122273,870	547,329	0.367	-0.022	6.238	6.248842876	0.135	0.000	38.913	39.048
17	JALAN2B	33	677835.022	9122273.455	550.082	677834,967	9122273,450	547,409	0.055	0.005	2.673	2.673570459	0.003	0.000	7.145	7.148
18	JALANI	28	677837.9858	9122276.508	553.585	677837,687	9122276,278	547,446	0.299	0.230	6.139	6.150569278	0.089	0.053	37.687	37.830
19	JALAN2	24	677833.778	9122278.909	552.978	677833,682	9122278,461	547,374	0.096	0.448	5.604	5.622698285	0.009	0.201	31.405	31.615
20	JALAN3	23	677808.5551	9122296.634	552.509	677808,441	9122296,623	547,442	0.114	0.011	5.067	5.068296441	0.013	0.000	25.674	25.688
21	BM B37	1	678086.4	9122106	546.175	678086,339	9122105,989	546,211	0.061	0.011	-0.036	0.071679845	0.004	0.000	0.001	0.005
22	BM B20	2	678052.3	9122077	546.49	678052,274	9122076,747	546,369	0.026	0.253	0.121	0.281648723	0.001	0.064	0.015	0.079
23	BM3	3	677839.453	9122280.309	557.893	677839,255	9122280,804	557,491	0.198	-0.495	0.402	0.667707271	0.039	0.245	0.162	0.446
RMSE (m)												4.422692869				

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian yang berjudul “Rekonstruksi Gedung 3 dimensi Bentuk *LOD* (*level of detail*) tingkat 2 dengan menggunakan *Software Google Sketch Up* dan Peta Dasar Foto Udara UAV” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

- a. Penggunaan *Software ArcScene* dalam visualisasi 3D mampu menggabungkan *DSM (digital surface model)* sehingga mampu menjadikan dasar *orthophoto* terlihat 3D.
- b. Pengukuran menggunakan *Total Station Topcon Lasser GTS-250* pada lokasi perumahan *Garden Palma Inside* Kel Mojolangu Kec Lowokwaru Kota Malang diambil 2 buah rumah sebagai sempel pengukuran diketahui *Rms Errornya* 4 meter maka masuk ke dalam kategori LOD 01 sesuai standart OGC (*Open Geospatial Consortium*). Penggambaran LOD 02 hanya secara manual saja akan tetapi secara akurasi hanya sebatas LOD 01 saja .
- c. Penggambaran menggunakan *software Google SketchUp* di 66 rumah bagian atap sampai dengan LOD (*Level Of Detail*) tingkat 2.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah :

- a. Di dalam memvisualisaikan bangunan 3D, hal yang perlu diperhatikan adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan. Semakin tinggi Spesifikasinya maka hasil dari visualisasi akan semakin baik dan mudah dalam pengoperasiannya, dalam hal ini persiapan alat menjadi kunci dari penelitian ini.
- b. Dari hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat lagi dikembangkan dan dapat ditemukan metode yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

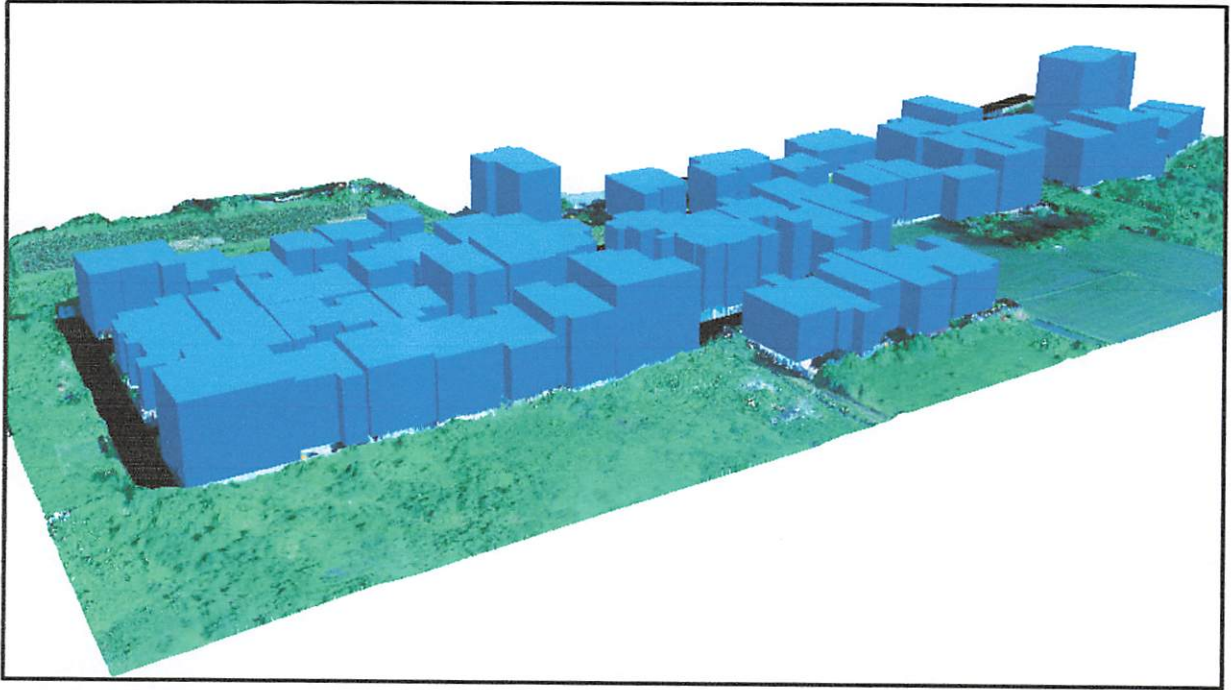
- Aronoff, 1991. *Geographic Information System: A Management Perspective*. Ottawa Candra: WDL publication.
- Biljecki and Stoter, 2013. *CityGML Geometrik LOD (Level Of Detail) :OGS, 2012*
- Dipokusomo, 1983. *Dasar Teori Model Terrain Digital*,
<http://www.scribd.com/doc/135113289/dasar-teori-model-terrain-digital>.
- Kingston Center for GIS. 2002. *Dasar Teori Model Terrain Digital*. Akses pada tanggal 20 juli 2016. [Digilib.itb.ac.id/files/.../jbptitbpp-gdl-diponawang-33911-6-2009ta-5.pdf](http://digilib.itb.ac.id/files/.../jbptitbpp-gdl-diponawang-33911-6-2009ta-5.pdf).
- Khairul Hafiz Sharkawi dan Alias Abdul Rahman 2007. *Indoor and Outdoor Navigation System based on 3D Game Engine*. In *proceedings of Joint International Symposium dan Exhibition on Geoinformation 2007 dan International Symposium on GPS/GNSS 2007(ISG-GNSS2007)*, Persada Johor, Malaysia, 5-7 November 2007.
- Mills J, and Barber D (2003) *An Addendum to the Metric Survey Specifications for English Heritage– the collection and archiving of point cloud data obtained by terrestrial laser scanning or other methods*. Version 11/12/2003.
- Nalwan, 1998. *Pemograman Animasi dan Game Profesional*. Jakarta : Elex Media. Komputindo
- Petrie G and kennie TJM. 1991. *Terrain Modeling in Surveying and civil. Engineering*. London, England : McGraw-Hill, inc
- Prashasta, Eddy, 2005. *Konsep-konsep dasar SIG*, C.V Informatika, Bandung.
<http://hartono.wordpress.com/2011/01/14/mengubah-format-shp-ke-kml/20-10-2011>.
- Pratama Edo, 2014. *Model tiga dimensi universitas Gunadarma jurusan Teknik Informatika angkatan 2012*.
<http://mynameisedho.blogspot.co.id/2014/10/apa-itu-3d-modeling.html> , di akses pada tanggal 20 maret 2016.
- Templi, K. 1991. *DTM and Differential Modeling*.
<http://www.hyprory.com/pengertian-digital-elevation-model-dem>.
- Wolf, Paul R. and Dewitt, Bon A. 2000. *Elements of Photogrammetry With Aplication in GIS*. Mc Graw Hill, New York.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

HASIL DARI 66 RUMAH LOD (LEVEL OF DETAIL) TINGKAT 1



HASIL DARI 66 RUMAH LOD (LEVEL OF DETAIL) TINGKAT 2



LAMPIRAN 2

DOKUMENTASI LAPANGAN

1. Pemasangan Titik Gcp



2. Persiapan penerbangan



3. Pengukuran *Semple* Bangunan

