IDENTIFIKASI DAMPAK PASCA GEMPA BUMI DI KABUPATEN CIANJUR MENGGUNAKAN WAHANA PUNA

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

YOGA ISMAIL ASTIANA

NPM 4122.3.21.13.0047

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK, PERENCANAAN, DAN ARSITEKTUR

UNIVERSITAS WINAYA MUKTI

BANDUNG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI DAMPAK PASCA GEMPA BUMI DI
KABUPATEN CIANJUR MENGGUNAKAN WAHANA PUNA

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

YOGA ISMAIL ASTIANA
NPM 4122.3.21.13.0047

Disetujui,

Aning haryati, S.T., M.T.
NIPY. 19300124
Pembimbing I

Mengetahui Dan Disahkan
Ketua Program Studi Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan Dan Arsitektur

Levana Apriani, ST., M.T.
NIPY. 19100118

MOTTO

“Selesaikan apa yang kamu sudah mulai dan syukuri setiap langkah yang kita lewati tanpa ada beban”.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Identifikasi Dampak Pasca Gempa Bumi Menggunakan Wahana Puna” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi lainnya. Semua referensi yang dirujuk dan dikutip pada Tugas Akhir ini telah saya nyatakan benar berdasarkan aturan-aturan pengutipan yang sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dan tertera pada daftar pustaka.

Nama	: Yoga Ismail Astiana
NPM	: 4122321130047
Tanda Tangan	: (di atas materai)
Tanggal	:

ABSTRAK

Sebagai negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam, menjadi rentan terhadap bahaya gempa bumi karena terletak pada jalur lempengan bumi yang kompleks. Jalur pertemuan lempengan ini mengakibatkan gempa tektonik bersifat regional dengan potensi kerusakan parah. Salah satu contoh terkini adalah gempa bumi di Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, pada tanggal 21 November 2022, dengan kekuatan 5,6 magnitudo dan kedalaman 11 km, menyebabkan 635 korban jiwa dan ribuan rumah rusak, dengan lebih dari 2.000 rumah mengalami kerusakan. Dalam menghadapi bencana seperti ini, informasi yang cepat dan akurat menjadi kunci dalam penanggulangan dan rehabilitasi.

Peta menjadi salah satu sumber informasi penting dalam memberikan gambaran pola persebaran kerusakan dan kebutuhan evakuasi. Penelitian ini bertujuan untuk monitoring terhadap identifikasi dampak akibat gempa bumi di kabupaten cianjur dan menghasilkan peta informasi dampak kerusakan akibat gempa bumi menggunakan wahana PUNA . Pemetaan ini dilakukan dengan menggunakan Pesawat Udara Nir-Awak PUNA yang dikendalikan dari jarak jauh. Metode fotogrametri, khususnya PUNA fotogrametri, digunakan untuk memperoleh ortofoto yang nantinya dapat digunakan dalam analisis dampak bencana. Melalui analisis dan pemetaan wilayah terkena dampak, penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi dalam penyediaan informasi detail kepada pemerintah daerah.

Hasil akhir dari penelitian ini berupa hasil peta foto udara dan analisis berupa sebaran dampak dari gempa bumi di Kabupaten Cianjur khususnya di Kecamatan Cugenang. Serta didapatkan hasil luasan dampak dari gempa bumi yang dimana terdapat juga longsoran yang cukup luas yang mengakibatkan akses jalan tertutup. Data ini dapat digunakan untuk alokasi dana rehabilitasi dan rekonstruksi yang sesuai dengan dampak kerusakan di setiap wilayah terdampak. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk penanggulangan bencana lebih efektif dan responsif dan menjadi bahasan yang lebih mendetail untuk diteliti lebih lanjut pasca gempa bumi di Kabupaten Cianjur.

Kata kunci: Gempa Bumi, PUNA, SIG

ABSTRACT

As an archipelago country rich in natural resources, it is vulnerable to earthquake hazards because it is located on a complex plate path. This plate meeting path results in a regional tectonic earthquake with the potential for severe damage. One of the most recent examples is the earthquake in Cianjur Regency, West Java, on November 21, 2022, with a magnitude of 5.6 and a depth of 11 km, causing 635 fatalities and thousands of houses to be damaged, with more than 2,000 houses damaged. In the face of disasters like this, fast and accurate information is the key in countermeasures and rehabilitation.

Maps are one of the important sources of information in providing an overview of the distribution pattern of damage and evacuation needs. This study aims to monitor the identification of the impact of the earthquake in Cianjur Regency and produce an information map on the impact of damage caused by the earthquake using the PUNA vehicle. This mapping was carried out using a remotely controlled PUNA Unmanned Aircraft. Photogrammetry methods, especially PUNA photogrammetry, are used to obtain orthophotos that can later be used in disaster impact analysis. Through the analysis and mapping of the affected areas, this study aims to contribute to the provision of detailed information to local governments.

The final result of this study is in the form of aerial photo maps and analysis in the form of the distribution of the impact of the earthquake in Cianjur Regency, especially in Cugenang District. And the results of the impact of the earthquake were obtained where there were also quite extensive avalanches that resulted in closed road access. This data can be used for the allocation of rehabilitation and reconstruction funds in accordance with the impact of damage in each affected area. Thus, this research is expected to be the basis for more effective and responsive disaster management and become a more detailed discussion for further research after the earthquake in Cianjur Regency.

Keywords: Earthquake, Photogrammetry, SIG

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil alamin, Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat-Nya lah tulisan ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan makalah yang berjudul "*Identifikasi Dampak Pasca Gempa Bumi Menggunakan Wahana Puna "* ini dalam rangka melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti. Tulisan ini dapat penulis selesaikan berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, sudah sepantasnya pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, yang telah memberikan masukan demi kelancaran dan kelengkapan makalah ini. Tentunya dalam penulisan ini terdapat kekurangan-kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu demi kemajuan selanjutnya, tentunya saran dari berbagai pihak sangat diharapkan dan semoga tulisan ini bermanfaat bagi siapapun yang telah membacanya.

Dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Levana Apriani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur Universitas Winaya Mukti serta selaku pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir;
2. Aning Haryati, S.T., M.T., selaku pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir;

3. Bapak/Ibu Dosen pengajar Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti yang telah memberikan ilmu dan wawasannya sehingga menjadi bekal pemahaman bagi penulis dalam menulis penelitian ini;
4. PT. Zenit Era Utama, yang mendukung data-data penelitian sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian;
5. PT. Tortuga Xcel Dynmic, yang telah memberi dukungan dalam penelitian ini;
6. Orang Tua yang telah memberikan doa, dukungan, pengorbanan baik moril maupun materil serta yang telah mendidik penulis hingga sekarang;
7. Sahabat dan teman seperjuangan yang saling memberikan dukungan serta memberikan motivasi selama perkuliahan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir;
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal kepada semuanya.

Penulis berharap Tugas Akhir yang disusun dapat memberikan pengetahuan kepada para pembaca, sehingga dapat memberikan dampak positif bagi pengetahuan dan wawasan kita semua. Dalam rangka perbaikan selanjutnya, penulis terbuka terhadap saran dan masukan dari semua pihak karena menyadari Tugas Akhir yang telah disusun memiliki banyak sekali kekurangan. Semoga hasil laporan ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Bandung, 7 September 2023

Penulis,

Yoga Ismail Astiana

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

ABSTRACT ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR LAMPIRAN ix

DAFTAR SINGKATAN x

DAFTAR ISTILAH xi

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Identifikasi Masalah 7

1.3 Rumusan Masalah 7

1.4 Tujuan Penelitian 7

1.5 Manfaat Penelitian 8

BAB 2 DASAR TEORI 9

2.1 Gempa Bumi 9

2.2 Akibat Gempa Bumi 11

2.3 Rapid Mapping 12

2.4 Fotogrametri 14

2.5 PUNA 17

2.6 *Structure From Motion and Multi View Stereo* 19

2.7 *Post Processing Kinematik* 21

2.8 *Geotagging* 22

2.8 Perangkat Lunak Pengolah Foto Udara 23

2.9 Sistem Informasi Geografis 25

2.10 Penelitian Terkait 26

BAB 3 METODE PENELITIAN 29
3.1 Metode Penelitian 29
3.1.1 Metode Pengumpulan Data 29
3.1.2 Metode Pengolahan Data 30
3.1.3 Metode Analisis Data 31
3.2 Kerangka Penelitian 32
3.3 Operasionalisasi Penelitian 34
3.3.1 Lokasi Penelitian 34
3.3.2 Data Penelitian 35
3.3.3 Rancangan Penelitian 36
3.4.4 Tahap Kesimpulan 40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 41
4.1 Hasil Akuisisi Data 41
4.1.1 Hasil Akuisisi Data *Drone* 41
4.1.2 Hasil Akuisisi *Base* PPK 44
4.2 Hasil Pengolahan Data 44
4.2.1 Pengolahan *Base Rinex* PPK 45
4.2.2 Pengolahan *REDtoolbox* 46
4.2.3 Pengolahan *Align Photos* 50
4.2.4 Pengolahan *Dense Cloud* 51
4.2.5 Pengolahan Dem dan *Orthomosaic* 52
4.3 Hasil Analisis Dampak Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Bumi Cianjur 53
4.3 Hasil Analisis Luasan Terkena Dampak Akibat Gempa Bumi Cianjur. 55
BAB 5 KESIMPULAN 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 60
DAFTAR PUSTAKA 61
LAMPIRAN 64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep dasar fotogrametri 16
Gambar 2.2 Pengambilan Foto Udara Tegak 16
Gambar 2.3 *UAV*..... 19
Gambar 2.4 Contoh dari proses *SFM/MVS*. 21
Gambar 2.5 Contoh dari *PPK*..... 22
Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran 32
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian 35
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian 37
Gambar 4.1 Misi Penerbangan 1 42
Gambar 4.2 Misi penerbangan 2..... 42
Gambar 4.3 Misi penerbangan 3..... 43
Gambar 4.4 Misi penerbangan 4..... 43
Gambar 4.5 Baseline Processing 45
Gambar 4.6 Point List Koordinat UTM 46
Gambar 4.7 Report geotagging misi penerbangan 1..... 47
Gambar 4.8 Report geotagging misi penerbangan 2..... 48
Gambar 4.9 Report geotagging misi penerbangan 3..... 49
Gambar 4.10 Report geotagging misi penerbangan 4..... 50
Gambar 4.11 Proses Align Photos 51
Gambar 4.12 Dense Cloud 52
Gambar 4.13 Sampel pembuatan DEM dan Orthomosaic 52
Gambar 4.14 Tingkat Kerusakan Gempa Bumi 54
Gambar 4.15 Contoh Luasan Area Terdampak 56
Gambar 4.16 Luasan Area longsoran..... 56
Gambar 4.17 Sebelum terdampak longsor 57
Gambar 4.18 Peta bahaya gempa bumi cianjur 58
Gambar 4.19 foto udara zona bahaya patahan aktif cugenang 59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait 26
Tabel 2.2 Penelitian Terkait (lanjutan) 27
Tabel 2.3 Penelitian Terkait (lanjutan) 28
Tabel 4.1 Rincian hasil akuisisi foto udara 44
Tabel 4.2 Hasil pengukuran BASE 44
Tabel 4.3 Klasifikasi tingkat kerusakan 53
Tabel 4.4 Tingkat kerusakan pada sebagian kelurahan akibat gempa bumi di kecamatan cugenang 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data RAW Foto Udara Bagian 1 65
Lampiran 2 Data RAW Foto Udara Bagian 2 67
Lampiran 3 Data RAW Foto Udara Bagian 3 68
Lampiran 4 Data RAW Foto Udara Bagian 4 69
Lampiran 5 Parameter Kalibrasi Bundle Adjusment 70
Lampiran 6 Ground Resolution 70
Lampiran 7 Reconstructed digital elevation model 71
Lampiran 8 Processing parameters 73
Lampiran 9 Peta Orthofoto Gempa Bumi Cianjur 74
Lampiran 10 Peta tingkat kersuakan bangunan 75
Lampiran 11 Peta luas dan area longsor 76
Lampiran 12 Peta bangunan terdampak longsor 77

DAFTAR SINGKATAN

AOI : *Area of Interest*

DEM : *Digital Elevation Model*

GNSS : *Global Navigation Satellite System*

GPS : *Global Positioning System*

UAV : *Unmanned Aerial Vehicle*

PUNA : *Pesawat Udara Nir-Awak*

PPK : *Post Processing Kinematik*

GIS : *Geographic Information System*

GPS : *Global Positioning System*

DAFTAR ISTILAH

Area of Interest (AOI)	: Cakupan Area yang akan dilakukan penelitian
Digital Elevation Model	: Model digital yang merepresentasi permukaan bumi beserta penutup lahannya.
GPS/GNSS	: Penentuan posisi dengan GPS/GNSS yang dapat memperoleh koordinat secara real time, walapun dalam kondisi alat bergerak-gerak.
Unmanned Aerial Vehicle	: Sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri dengan menggunakan hukum aerodinamika.
Pesawat Udara Nir-Awak	: pesawat tanpa awak yang dapat dioperasikan dari jarak jauh oleh pilot atau secara otonom.
Post Processing Kinematic	: salah satu metode pengolahan GPS berbasis data fase dan teknik alternatif untuk *Real Time Kinematic* (RTK) dan melibatkan pengolahan data dari penerima GNSS (*Global Navigation Satellite System*) untuk mencapai posisi dengan presisi tinggi.
Geographic Information Sytem	: sistem computer yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan memvisualisasikan data yang terkait dengan lokasi geografis.

BAB 1
PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi pesawat udara tak berawak *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)/ PUNA Pesawat Udara Nir-Awak dengan menggunakan kamera non-metrik sangat membantu upaya pemetaan di bidang fotografi udara. Namun, penggunaan foto udara dengan kamera non-metrik memiliki keterbatasan dalam hal parameter *orientasi interior* (IOP) yang tidak stabil. Keterbatasan ini termasuk efek angin dalam penerbangan, yang dapat mengakibatkan perbedaan drift dan skala. Ini juga tidak mendukung pemrosesan fotogrametri analitik karena memengaruhi area cakupan kecil memproses foto udara metrik. Alternatif lain yang memungkinkan adalah penerapan teknik fotogrametri digital yang menggabungkan teknik fotogrametri dengan *computer vision* (Riadi, 2015). Teknik fotogrametri digital yang digunakan adalah perangkat lunak untuk mengolah metadata citra udara dari *UAV*. Perangkat lunak ini menghasilkan berbagai produk fotogrametri digital seperti ortofoto.

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan yang kaya akan banyak sumberdaya alam ini tidak luput dari bahaya gempa bumi, hal ini disebabkan Indonesia terletak pada jalur lempengan bumi. Indonesia ada pada lokasi zona tektonik yang sangat aktif karena ada tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil saling bertemu di wilayah Indonesia yang membentuk jalur pertemuan lempeng yang kompleks, sehingga jalur-jalur lempengan ini merupakan

penyebab terjadinya gempa bumi tektonik dimana ini bersifat regional dan menyebabkan kerusakan yang sangat parah jika terjadi pergeseran lempeng (Kusmajaya, Wulandari: 2019:40).

Seperti yang diketahui akhir-akhir ini sering terjadi gempa bumi di Indonesia, dan yang masih hangat untuk saat ini yaitu gempa bumi yang terjadi di Kabupaten Cianjur. Kabupaten Cianjur merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Barat. Secara geografis Kabupaten Cianjur terletak antara 106°42' - 107°25' Bujur Timur dan 06°21' - 7°25' Lintang Selatan. Wilayah Kabupaten Cianjur yang beribukota di Kecamatan Cianjur berbatasan dengan Kabupaten Bogor dan Kabupaten Purwakarta di Utara; Kabupaten Bandung; Kabupaten Bandung barat dan Kabupaten garut di Timur; Samudra Hindia/Indonesia di Selatan; dan Kabupaten Sukabumi di Barat Hindia (Dinas PMPTSP Kabupaten Cianjur(2022). Pada tanggal 21 November 2022 di Kabupaten Cianjur. Gempa bumi ini berkekuatan 5,6 magnitudo dengan kedalaman 11 km dan mengalami 297 gempa bumi susulan setelahnya. Hal ini menyebabkan banyak pemukiman di daerah Kabupaten Cianjur khususnya di Kecamatan Cugenang dan Kecamatan Cianjur, dan merenggut kurang lebih dari 635 korban jiwa (vsi.esdm.go.id diakses 7 September 2023). Menurut informasi sementara dari BNPB sampai tanggal 22 November 2022 pukul 17.00 WIB bahwa gempabumi ini menimbulkan 268 korban jiwa dan lebih dari 2.000 rumah mengalami kerusakan(Supendi et al., 2022).

Banyaknya kejadian-kejadian bencana yang terjadi di Jawa Barat. Bencana harus mempunyai informasi kapan, dimana bencana itu terjadi, dalam pembuatan informasi tersebut banyak caranya seperti informasi melalui website,

atau media lainnya dalam penyampaian Informasi tersbut selain itu juga informasi dapat berbentuk dalam peta, seperti peta wilayah terdampak bencana, peta jalur evakuasi dan lain- lain. Maka dari itu peta sebagai salah satu sumber Informasi yang dapat di ketahui masyarakat dan seperangkat pemerintahan atau peneliti dalam menaggulangi bencana tersebut. Peta menyajikan berbagai tipe informasi dari unsur muka bumi maupun yang ada kaitanya dengan muka bumi, sehingga peta merupakan sumber informasi yang baik karena peta dapat langsung secara visual memberikan informasi mengenai pola persebaran kerukunan dari unsur - unsur yang digambarkan (Riadi, 2016). Ada beberapa metode untuk membuat peta, seperti metode terestris, inderaja, metode fotogrametri(Pemetaan et al., 2021).

Dewasa ini perkembangan permintaan informasi-informasi suatu daerah dalam berbagai macam bidang, metode yang digunakan dalam melakukan kegiatan pemetaan pun semakin berkembang, sehingga dibutuhkan suatu cara atau teknik pemetaan yang cepat dan juga efisien. *Rapid mapping* (pemetaan cepat) merupakan teknik pemetaan yang dilakukan dengan cepat dan juga efisien dengan menggunakan beberapa teknologi yang mendukung. Dalam pemetaan suatu daerah dapat dilakukan dengan *Rapid mapping* (pemetaan cepat), disebut pemetaan cepat karena dalam pengukuranya hanya dilakukan dalam satu hari tanpa ada hal yang terlewatkan ketika pengukurannya (Watanabe dan Kawahara, 2016). Sesuai dengan namanya, *Rapid mapping* merupakan pemetaanyang segala prosesnya dilakukan dengan cepat. Hal tersebut cocok digunakan untuk keadaan yang mendesak atau membutuhkan pemetaan yang waktunya relatif lebih singkat dibandingkan dengan pemetaan pada umumnya. Contoh

penggunaan *Rapid mapping* adalah dalam keadaan bencana alam yang mana keadaan tersebut kurang memungkinkan untuk dilakukan pemetaan drone seperti biasa, contohnya memasang dalam premark. Tentunya hal tersebut sulit untuk dilakukan karena keadaan tanah dan keadaan lingkungan tidak mendukung jika sedang terjadi bencana alam. Maka dari itu diperlukan pemetaan jarak jauh yang efisien untuk memetakan lokasi bencana alam tersebut. *Rapid mapping* dapat dilakukan dengan menggunakan metode PUNA fotogrametri dalam pelaksanaannya. Hal ini mempermudah serta mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan foto udara dengan hasil akurasi yang tinggi. Dengan adanya perangkat lunak pendukung dalam pembuatan jalur terbang pesawat membuat proses pemotretan udara akan lebih mudah dan dapat dimonitor secara langsung dengan kendali jarak jauh (Gularso, 2013).

Fotogrametri merupakan seni, ilmu, dan teknologi perolehan informasi tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan penafsiran foto udara (Gularso dkk., 2013). Metode fotogrametri yang akan digunakan oleh peneliti yaitu pemotretan foto udara menggunakan Pesawat Udara Nir-Awak PUNA . PUNA adalah pesawat yang terbang tanpa pilot di dalamnya yang dikendalikan dari jarak jauh maupun terbang secara otomatis tanpa kendali dari pilot sama sekali. Penggunaan istilah drone yang sudah populer tersebut sebenarnya kurang tepat, karena pada mulanya PUNA memiliki suara *propeller* yang berisik seperti lebah, sehingga dijuluki sebagai *drone* (lebah jantan) seperti yang ditulis oleh Wiratama (2016). Seiring perkembangan zaman, PUNA tipe pemetaan mengalami transformasi teknologi yang

menggabungkan antara wahana udara dengan modul *Post-Processed Kinematic* (PPK) yang disebut dengan UAV PPK. Hasil pemotretan dari area yang dipetakan menggunakan UAV PPK ini akan menghasilkan foto udara atau ortofoto. Peta ortofoto ini akan digunakan dalam menganalisis seperti berapa rumah atau wilayah yang terdampak kerusakan mulai dari bangunan, lahan dan seberapa besar wilayah yang terkena dampak tersebut dari yang kerusakannya berat sampai ringan. Dalam menganalisis informasi berupa jaringan transportasi, analisis – analisis seperti wilayah terkena dampak gempa bumi, peta jalur evakuasi memerlukan sistem dalam mengumpulkan, menyimpan, menampilkan informasi dalam bentuk digital dan metransformasikan data spasial dari dunia nyata.

Dalam buku sistem informasi geografi : prisip dasar dan pengembangan aplikas karya Edi Irwansyah(2013). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis. Akronim GIS terkadang dipakai sebagai istilah untuk *geographical information science* atau *geospatial information studies* yang merupakan ilmu studi atau pekerjaan yang berhubungan dengan *Geographic Information System*. Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat kita simpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (*database*). Sistem Informasi Geografis (*Geografic Information System* - GIS) sebagai tool untuk menyimpan/mengelola, mengolah/menganalisis, dan menyajikan informasi mulai berkembang sejak akhir tahun 1980-an(Pardede & Warnars, 2016). Penggunaan SIG dapat mempermudah proses penyimpanan data, memberikan

kemudahan dalam akses informasi, dan peningkatan efisiensi dalam melakukan analisis, yang juga memungkinkan dalam melakukan pengambilan keputusan yang lebih efisien dan komprehensif(Suprojo et al., 2021). Dalam membuat informasi data tersebut diperlukan disiplin keilmuan yang baik dalam mengetahui dalam kebumian. Geodesi sebagai salah satu disiplin ilmu sains yang mempelajari tentang bumi memiliki peranan penting di dalam pengadaan dan penyajian data-data serta informasi spasial yang terkait dalam program mitigasi. Strategi dan metoda secara geodetik dari pengambilan, pengolahan dan penyajian data spasial yang terkait akan berlainan bergantung kepada fokus kebencanaan yang terjadi(Zega, 2007).

Berdasarkan latar belakang dan kajian literatur diharapkan melalui penelitian ini, foto udara hasil pemotretan PUNA mampu menghasilkan peta daerah terkena dampak sebagai penyediaan informasi geospasial untuk pembangunan infrastruktur yang dilakukan oleh pemerintah daerah yang tertimpa bencana gempa bumi tersebut. Dari hasil peta informasi wilayah yang terkena dampak, pemerintah daerah dapat memberikan dana bantuan rehabilitasi dan rekonstruksi sesuai dengan data wilayah atau daerah yang terkena dampak kerusakan oleh bencana alam tersebut. Dengan adanya penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan konstribusi kepada masyarakat maupun pemerintah untuk informasi detail wilayah kerusakan akibat gempa bumi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan penelitian ini dapat diidentifikasi berkaitan dengan pemanfaatan teknologi *drone* sebagai teknologi alternatif baru dalam pemetaan daerah wilayah terkena dampak akibat gempa bumi. Dan GIS sebagai tool untuk menyimpan/mengelola, mengolah/menganalisis, dan menyajikan informasi yang di buat dalam berbentuk peta.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, Maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana dampak tingkat kerusakan bangunan pasca bencana gempa bumi di Kabupaten Cianjur ?
2. Bagaimana luasan akibat dampak pasca bencana gempa bumi di Kabupaten Cianjur ?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui dampak tingkat kerusakan akibat bencana gempa bumi di Kabupaten Cianjur.
2. Mengetahui luasan dampak kerusakan akibat bencana gempa bumi di Kabupaten Cianjur.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah manfaat secara teoritis dan manfaat secara praktis.

1. Manfaat Teoritis

   Adapun manfaat penelitian ini secara teoritis adalah:

   a. Sebagai pengetahuan bagi mahasiswa tentang bagaimana teknologi *drone* dan *GIS* diterapkan di bidang kebencanaan.
   b. Sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya pada penelitian – penelitian yang berhubungan dengan kebencanaan menggunakan foto udara.

2. Manfaat Praktisi

   Diharapkan hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan secara praktisi sebagai :

   a. Memberikan penyediaan informasi geospasial untuk pembangunan infrastruktur yang dilakukan oleh pemerintah daerah yang tertimpa bencana gempa bumi tersebut.
   b. Menjadi sarana yang bermanfaat dalam mengimplementasikan pengetahuan peneliti tentang peta ortofoto suatu wilayah, dan dapat menggunakan referensi hasil penelitian ini mengenai pengolahan foto udara yang lebih teliti.

UNIVERSITAS
WINAYA MUKTI

BAB 2
DASAR TEORI

Pada dasar teori berisikan teori - teori dan berbagai konsep yang relevan di dalam pembahasan untuk memecahkan masalah penelitian. Adapun berbagai teoridan konsep tersebut yaitu Gempa Bumi, Akibat Gempa Bumi, Fotogrametri, *Unmanned Aerial Vehicle, Structure From Motion and Multi View Stereo, Post Processing Kinematik, Geotagging, Agisoft Metashape,* dan *Geographic Information System.*

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan guncangan di permukaan bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba akibat adanya pensesaran batuan kerak bumi di sepanjang zona penunjaman lempeng (subduksi) getaran yang dilepaskan adalah getaran seismik yang menjalar dalam bumi. Getaran seismik tersebut dirasakan sebagai gempa bumi setelah mencapai permukaan bumi (Bath, 1979). Gempa bumi adalah bergetarnya permukaan tanah karena pelepasan energi secara tiba-tiba akibat dari pecah/slipnya massa batuan di lapisan kerak bumi. Gempa bumi secara pasti belum dapat diprediksi tempat dan waktu kejadian, magnitude gempa maupun kedalaman fokus. Walaupun belum dapat diprediksi secara akurat, tetapi perkiraan tempat-tempat potensi kejadian gempa pada masa – masa mendatang sudah dapat diidentifikasi secara baik (Pawirodikromo, 2012). Jenis gempa ditinjau dari penyebabnya adalah sebagai berikut ini.

1. Gempa runtuhan yaitu gempa yang terjadi karena adanya ledakan pada pekerjaan bawah tanah yang mengakibatkan runtuhnya lapisan batu/tanah

juga dapat mengakibatkan getaran dalam tanah. Runtuhnya lapisan tanah baik runtuhan di dalam gua-gua dan tambang - tambang dapat mengakibatkan getaran pada tanah sehingga mirip dengan gempa bumi meskipun skalanya relatif kecil.

2. Gempa Vulkanik, gempa yang terjadi karena adanya aktivitas vulkanik seperti proses keluar magma panas ke atas permukaan tanah.Getaran tanah yang ditimbulkan oleh proses keluarnya magma panas secara paksa(meledak) menyerupai gempa bumi walaupun insentisasnya kecil dibandingkan dengan gempa tektonik.
3. Gempa Ledakan. Gempa ledakan terjadi karena adanya ledakan yang sangat besar di dalam tanah misalnya akibat percobaan ledakan nuklir, panas dan tekanan yang sangat tinggi. Energi getaran yang ditimbulkan akibat ledakan mengakibatkan getaran tersebut dapat merambat dipermukaan kesegala arah dan dapat dirasakan getarannya seperti gempa bumi.
4. Gempa tektonik.Gempa bumi jenis ini erat sekali hubungannya dengan aktivitas lempeng tektonik. Gerakan lempeng tektonik dapat saling beradu (*convergent*), saling menggeser (*shear*), saling tarik (*tension*) dan kombinasi diantaranya. Kerusakan lapis kerak bumi yang terjadi secara tiba-tiba menimbulkan getaran yang disebarkan ke semua arah yang selanjutnya merambat sampai permukaan tanah(Kusumaningrum, 2017)

2.2 Akibat Gempa Bumi

Gempa bumi mengakibatkan dampak yang cukup besar terhadap bangunan serta lingkungan yang terkena bencana gempa bumi. Akibat gempa bumi dikategorikan menjadi dua golongan besar. Akibat yang pertama adalah akibat langsung (*direct effects*) dan akibat yang kedua adalah akibat tidak langsung (Law & Wang, 1994). Akibat gempa bumi langsung dan tidak langsung adalah sebagai berikut ini.

1. Akibat Langsung

   Akibat langsung yang dimaksud adalah kerusakan struktur tanah ataupun kerusakan sesuatu diatas tanah. Kerusakan-kerusakan akibat gempa bumi langsung adalah sebagai berikut ini.

   a) Likuifaksi
   b) Penurunan tanah dan runtuhnya lapis tanah
   c) Tanah longsor dan batu longsor
   d) Retakan permukaan tanah
   e) Kerusakan bangunan

2. Akibat Tidak Langsung

   Efek tidak langsung adalah efek yang diakibatkan oleh kondisi situs (*topographical effects*)dan kondisi tanah (*site effects*) yang mana kerusakan bangunan terparah oleh peristiwa rambatan gelombang gempa. Efek tidak langsung dapat dikategorikan sebagai berikut ini.

   a) Akibat Resonansi

      Resonansi adalah peristiwa membesarnya respon suatu objek akibat adanya kesamaan periode getar struktur dan periode getar

tanah/situs. Mengingat bangunan berada diatas tanah maka terdapat interaksi antara tanah dengan bangunan.

b) Akibat Amplifikasi

Amplifikasi adalah membesarnya respon tanah (percepatan, kecepatan ataupun simpangan) dan akan banyak berkaitan dengan tanah yang bersifat elastik atau tanah yang degradasi kekuatannya relative kecil.

c) Akibat *Wave-Field*

Wave-Field yang dimaksud adalah gelombang gerakan tanah akibat kompleksitasnya kombinasi gelombang *Rayleigh* (R-*wave*) dan gelombang *Love* (L-*wave*) yang ada di permukaan tanah.

Pengaruh gempa terhadap kerusakan bangunan yaitu ketika terjadi gempa bumi pada bidang patahan aktif yang pecah dan bergerak maka tanah serta permukaan tanah dan patahan genpanya akan bergerak secara instan. Besarnya pergerakan yang terjadi dan luas panjangnya zona patahan gempa sebanding dengan besar magnitude gempanya(Fauzi et al., 2019). Jadi semakin besar kekuatan gempanya akan semakin besar pula pergerakan dan luas wilayahnya. Rekahan tektonik di permukaan dan pergerakan tanah menimbulkan kerusakan pada bangunan dan infrastruktur yang terletak di permukaan tanah(Kusumaningrum, 2017)

2.3 Rapid Mapping

Pemetaan Cepat (*Rapid Mapping*) adalah layanan pemerintah federal yang mengumpulkan dan menyediakan geodata seperti citra udara atau satelit setelah

bencana alam, untuk mengelola dan mendokumentasikan peristiwa ini (*Federal Office of Topography swisstopo*, 2022).

Rapid Mapping (Pemetaan Cepat) adalah suatu metode atau teknik pemetaan yang dilakukan dengan cepat dan efisien dalam menanggapi keadaan darurat atau bencana(Wulan et al., 2017). Tujuan utama dari *Rapid Mapping* adalah untuk segera menghasilkan data spasial yang akurat dan *up-to-date* setelah terjadi suatu kejadian, seperti gempa bumi, banjir, atau bencana alam lainnya. Metode ini memungkinkan penyediaan informasi geografis yang cepat untuk mendukung upaya penanggulangan dan pemulihan.

Beberapa ciri khas dan langkah-langkah terkait *Rapid Mapping* melibatkan:

1. Kecepatan: *Rapid Mapping* dilakukan dengan sangat cepat, seringkali dalam waktu yang sangat singkat setelah terjadinya bencana. Hal ini penting untuk memberikan informasi yang cepat kepada pihak yang terlibat dalam penanggulangan bencana.
2. Penggunaan Teknologi Pemetaan Canggih: Metode ini menggunakan teknologi pemetaan canggih, seperti pesawat tanpa awak (*drone*), satelit, atau sensor udara lainnya. PUNA (Pesawat Udara Nir-Awak) sering digunakan dalam pemetaan cepat untuk mendapatkan gambar udara yang akurat dari wilayah terdampak.
3. Pemantauan dan Pemetaan Dampak Bencana: *Rapid Mapping* fokus pada pemantauan dan pemetaan dampak bencana, termasuk kerusakan infrastruktur, wilayah terdampak, dan kebutuhan evakuasi. Informasi ini penting dalam perencanaan penanggulangan dan pemulihan.

4. Analisis Cepat: Data yang diperoleh dari *Rapid mapping* segera diolah dan dianalisis untuk memberikan gambaran yang jelas tentang situasi terkini. Ini membantu pengambilan keputusan yang cepat dan efektif.
5. Kolaborasi dan Koordinasi: *Rapid Mapping* melibatkan kerja sama dan koordinasi antara lembaga-lembaga terkait, termasuk badan penanggulangan bencana, pemerintah daerah, organisasi kemanusiaan, dan penyedia teknologi pemetaan.
6. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG): Data hasil *Rapid mapping* sering diintegrasikan ke dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menyajikan informasi secara visual dan mudah dimengerti oleh pemangku kepentingan.

Rapid mapping memiliki peran penting dalam membantu respons cepat terhadap bencana dan menyediakan data yang diperlukan untuk mitigasi risiko di masa depan. Teknologi yang terus berkembang, seperti pesawat tanpa awak dan sensor canggih, semakin meningkatkan kemampuan *Rapid mapping* dalam memberikan informasi yang lebih akurat dan tepat waktu.

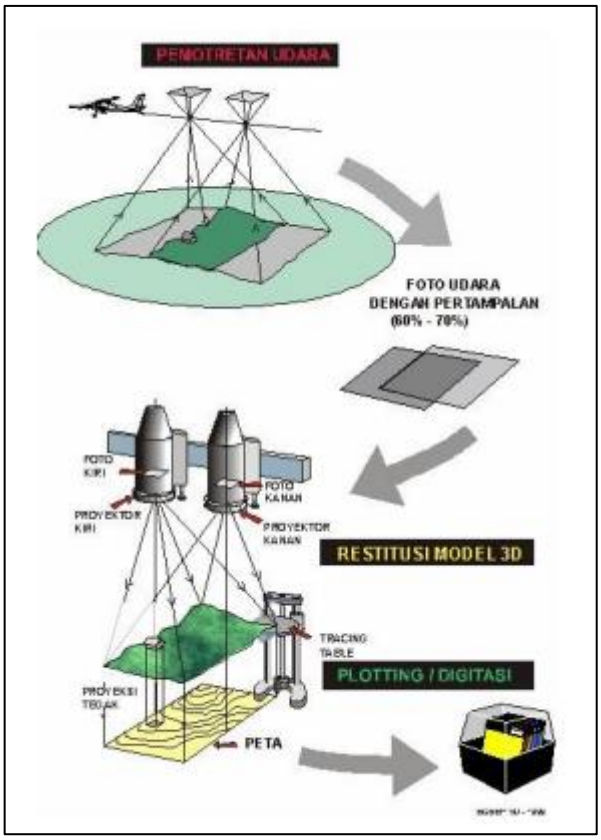
2.4 Fotogrametri

Pada Fotogrametri merupakan seni, ilmu, dan teknologi perolehan informasi tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan penafsiran foto udara. Istilah Fotogrametri berasal dari kata *photos* (=sinar), *gramma* (=sesuatu yang tergambar) dan *metron* (=mengukur). Secara sederhana maka fotogrametri dapat diartikan sebagai "pengukuran secara grafis dengan menggunakan sinar". Dari definisi tersebut dapat dimengerti bahwa fotogrametri meliputi :

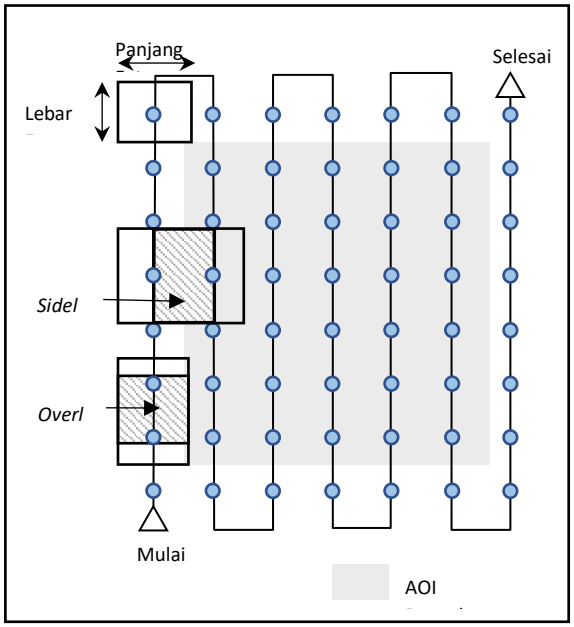
1. Perekaman obyek (pemotretan)
2. Pengukuran gambar obyek pada foto udara
3. Pemotretan hasil ukuran untuk dijadikan bentuk yang bermanfaat (peta) (Gularso dkk., 2013).

Fotogrametri adalah ilmu untuk memperoleh informasi dari suatu objek melalui proses pencatatan, pengukuran, dan interpretasi fotografis dimana aspek - aspek geometrik dari foto udara seperti sudut, jarak, koordinat, dan sebagainya merupakan faktor utama. Hasil dari fotogrametri adalah foto udara (Gularso dkk.,2015)

Fotogrametri atau *aerial surveying* adalah teknik pemetaan melalui foto udara pada umumnya dipergunakan untuk berbagai kegiatan perencanaan dan desain seperti jalan raya, jalan kereta api, jembatan, jakur pipa, tanggul, jaringan listrik, jaringan telepon, bendungan, pelabuhan, pembangunan perkotaan, dsb(Wolf & Dewitt, Elements of Photogrammetry with Applications in GIS: 3rd Edition, 2000).



Gambar 2.1 Konsep dasar *fotogrametri* (santoso,2004)



Gambar 2.2 Pengambilan Foto Udara Tegak (Brahmantara, 2017)

2.5 PUNA

Wahana udara tanpa awak atau PUNA atau disebut juga Pesawat Udara Nir-awak adalah sistem yang pertama kali dikenalkan pada perang dunia pertama dan hingga kini telah mengalami banyak perkembangan baik dalam sektor militer maupun sektor umum. Saat ini sedang dikembangkan penggunaan UAV dalam navigasi untuk keperluan pemetaan, misalnya pemotretan udara. Pemotretan udara pada awalnya menggunakan wahana pesawat terbang dalam pengambilan datanya, dengan fisik alat yang besar untuk mobilisasi personil dan penempatan instrumennya. Penggunaan pesawat berawak akan efektif dan efisien bila luas daerah yang akan difoto lebih besar dari 7500 hektar. Maka dalam perkembangannya digunakanlah berbagai jenis wahana, seperti : wahana balon udara, wahana paralayang, wahana gantole, wahana layang-layang, wahana pesawat model (*aeromodeling*)(Prayogo et al., 2020).

Pesawat Udara Nir-Awak (PUNA) atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah jenis pesawat tanpa awak yang dirancang untuk menjalankan misi tanpa adanya pilot di dalamnya. PUNA digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pemetaan udara, pengawasan, pemantauan lingkungan, dan keperluan militer. Beberapa ciri khas PUNA meliputi:

1. Tanpa Awak: Salah satu karakteristik utama PUNA adalah tidak adanya pilot di dalam pesawat. Sebagai gantinya, kendali diberikan dari jarak jauh melalui sistem pengendalian yang canggih.
2. Pemetaan dan Fotogrametri: PUNA sering digunakan untuk keperluan pemetaan dan fotogrametri. Dengan dilengkapi kamera dan sensor yang canggih, PUNA dapat mengambil gambar udara yang kemudian digunakan

untuk pembuatan peta atau pemantauan wilayah tertentu.

3. *Rapid mapping*: PUNA sering digunakan dalam teknik *Rapid mapping* atau pemetaan cepat setelah terjadinya bencana alam. Kemampuannya untuk terbang di area yang sulit dijangkau oleh manusia memungkinkan PUNA untuk dengan cepat memetakan kerusakan dan membantu dalam kegiatan penanggulangan bencana.
4. Penggunaan dalam Situasi Berisiko Tinggi: PUNA sangat berguna dalam situasi di mana kehadiran manusia dapat berisiko tinggi, seperti di area bencana, zona perang, atau dalam pemantauan lingkungan yang sulit diakses.
5. Fleksibilitas dan Manuverabilitas: Sebagian besar PUNA memiliki desain yang ringan dan fleksibel, memungkinkan mereka untuk dengan mudah berpindah-pindah dan mengeksekusi manuver yang sulit di udara.
6. Aplikasi Militer: Selain penggunaan sipil, PUNA juga banyak digunakan dalam konteks militer untuk misi pengintai, pemantauan, dan bahkan operasi serangan.

PUNA telah membuktikan nilai signifikan dalam berbagai aplikasi, memberikan kecepatan, efisiensi, dan kemampuan adaptasi yang lebih tinggi dalam situasi-situasi tertentu(Dan et al., 2020). Namun, penggunaannya juga memunculkan beberapa isu etika dan keamanan yang terkait dengan privasi dan potensi penyalahgunaan.

PUNA merupakan jenis pesawat terbang yang dikendalikan alat sistem kendali jarak jauh lewat 12 gelombang radio. *UAV/*PUNA merupakan sistem tanpa awak (*unmanned system*) yaitu sistem berbasis elektro mekanik yang dapat

melakukan misi-misi terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, UAV dapat dikendalikan manual melalui radio kontrol atau secara otomatis dengan mengolah data pada sensor (Saraoinson (Saraoinsong & Poekoel, 2018).

Gambar 2.3 *UAV* (Terradrone, 2018)

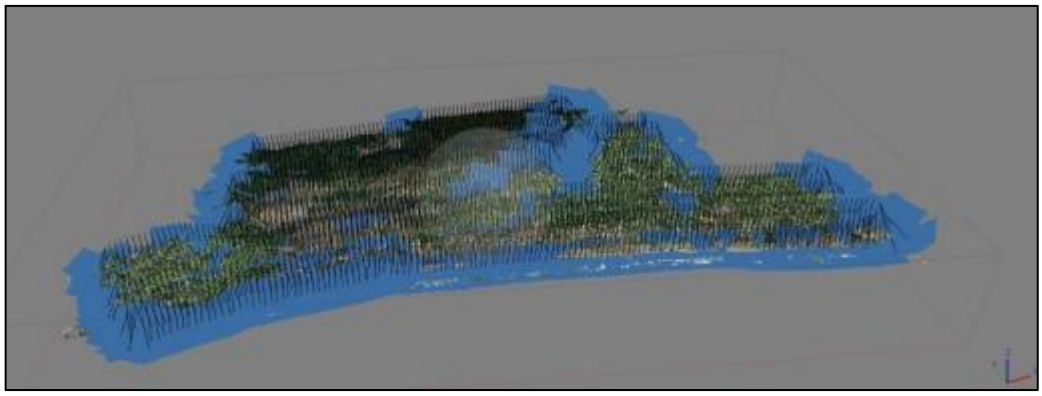
2.6 *Structure From Motion and Multi View Stereo*

Pada awalnya teknologi Sfm dikembangkan untuk membangun model tiga dimensional dari obyek dua dimensional seperti foto (image). Meskipun teknologi SfM relative baru dalam kajian geografi, pada dasarnya teknologi Sfm ini dikembangkan sejaktahun 1970 an (Saputra & Rahardiant, 2016). *Structure from Motion* (SfM) beroperasi menggunakan prinsip dasar yang sama dengan fotogrametri tradisional, yaitu struktur 3D bisa didapatkan dari beberapa gambar yang bertampalan (Putra, 2016). Tetapi, secara dasar berbeda dengan fotogrametri

tradisional, karena geometri dan lokasi, yaitu posisi kamera dan orientasi diketahui secara otomatis tanpa harus menentukan titik-titik kontrol 3D. Hal ini diselesaikan secara bersamaan menggunakan prosedur *bundle adjustment* yang iterative, berdasarkan database dari fitur yang diambil secara otomatis dari beberapa gambar yang bertampalan (Ayyubi dkk., 2017).

Perkembangan teknologi selama beberapa dekade terakhir telah membuat set data terdistribusi penuh dari resolusi sentimetri dan akurasi yang tinggi, namun kemunculan *Structure from Motion* (SfM) dengan *Multi-View Stereo* (MVS) dalam beberapa tahun terakhir telah merevolusi survei topografi tiga dimensi. SfM-MVS berasal dari bidang visi komputer dan fotogrametri, membutuhkan peralatan mahal atau keahlian spesialis dalam kondisi tertentu, dan dapat menghasilkan *point cloud* dengan kualitas yang sebanding metode survei yang ada (misalnya Pemindaian Laser Terestrial) (Smith dkk., 2015).

Multi-View Stereo (MVS) adalah kemampuan teknik-teknik ini untuk menghasilkan dataset resolusi sangat tinggi, secara bersamaan mengisolasi dan menghapus kesalahan-kesalahan besar, yang sekarang memungkinkan model 3D yang mengesankan secara visual dihasilkan begitu mudah bila dibandingkan dengan metode DEM berbasis stereo. Hal ini diperlukan untuk mengubah koordinat gambar yang diukur menjadi titik 3D, dalam proses ini. Hasilnya adalah lokasi tiga dimesni dalam bentuk *Point Cloud* dalam sistem koordinat X,Y dan Z. *Point Cloud* kemudian diproses menggunakan teknik *Multi-View Stereo* (Micheletti dkk., 2015). Gambar 2.4 merupakan contoh dari bentuk *Point Cloud* dalam sistem koordinat X,Y dan Z *Point Cloud* kemudian diproses teknik MVS.

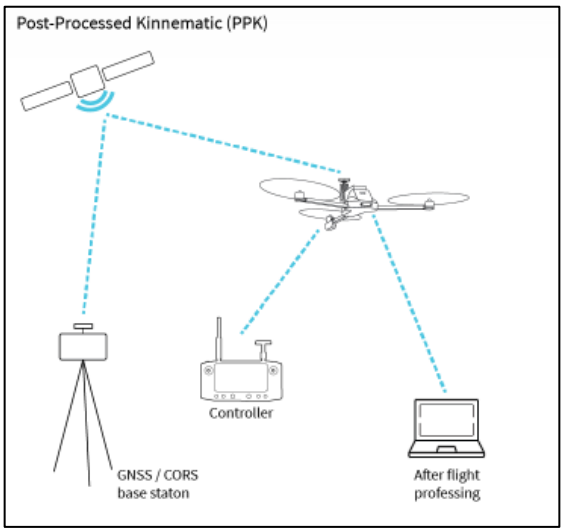


Gambar 2.4 Contoh dari proses SFM/MVS.

2.7 *Post Processing Kinematik*

Post Processing Kinematik (PPK) adalah salah satu metode pengolahan GPS berbasis data fase. PPK menjadi bagian dalam *relative positioning* GPS metode yang membutuhkan dua receiver GPS untuk melakukan pengamatan secara simultan terhadap satelit yang sama. Dua receiver tersebut bekerja saling mengikat antara *base-rover*. Dalam *relative positioning*, *base station* melakukan pengukuran jarak *(pseudoranging dan carrier phase ranging*) dengan menggunakan parameter - parameter yang ditransmisikan oleh satelit. Nilai jarak yang terukur kemudian diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan koordinat posisi *base station* per *epoch* pengamatan. Koordinat hasil olahan per *epoch* yang diperoleh pastinya berbeda dengan koordinat referensi *base station* yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu, *receiver base station* kembali melakukan perhitungan jarak, namun parameter hitungan yang digunakan kali ini adalah koordinat referensi *base station*. Nilai jarak yang dihitung dengan menggunakan parameter dari satelit tentunya berbeda dengan nilai jarak yang dihitung dengan menggunakan koordinat referensi. Selisih perbedaan nilai jarak tersebut selanjutnya dianggap sebagai range bias. Dengan menggunakan nilai *range* bias yang terhitung, masing-masing jenis kesalahan dapat dimodelkan, ditentukan nilainya, dan selanjutnya digunakan oleh

rover sebagai nilai koreksi untuk perhitungan koordinat (Sickle, 2008). Nilai koreksi tersebut dapat mengeliminir kesalahan *rover* dengan sempurna jika jarak (*baseline*) *base station* dan *rover* tidak terlalu jauh. (Permana, 2017).



Gambar 2.5 Contoh dari PPK (Halo Robotics, 2022)

2.8 *Geotagging*

Penambahan informasi posisi data GPS dalam sebuah foto digital dinamakan *geotagging*. Dengan proses ini informasi letak pengambilan gambar digital pada foto dapat diketahui. Foto digital yang telah ter-geotag memuat informasi mengenai posisi sensor kamera pada saat pemotretan yang ditunjukan dengan nilai koordinat titik eksposur dalam metadatanya. *Geotagging* pada media foto digital dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara otomatis dengan menggunakan kamera digital yang telah dilengkapi dengan sensor GPS, maupun secara manual (dengan cara sinkronisasi waktu antara GPS dengan kamera) jika kamera digital tidak dilengkapi dengan sensor GPS (Kakaes, dkk., 2015 pada (Sukma Gede., 2017).

Proses *geotagging* yang teliti sangat tergantung pada waktu, perbedaan perekaman data GPS dan pemotretan foto akan memberikan hasil *geotagging* yang kurang teliti, kontrol dalam proses ini ada pada *log time* waktu perekaman GPS dan pemotretan foto, penyamaan waktu harus dilakukan untuk dapat memberikan hasil *geotagging* yang teliti.

2.8 Perangkat Lunak Pengolah Foto Udara

Agisoft Metashape merupakan perangkat lunak dalam pengolahan foto udara yang dikembangkan oleh *AgiSoft LLC*. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk pengolahan foto udara dengan pengidentifikasian secara otomatis untuk *tie point* melalui proses triangulasi udara. Proses triangulasi udara dilakukan untuk menghilangkan kesalahan antar foto dan melakukan orientasi absolut terhadap GCP. Menurut Peraturan Kepala BIG No 1 tahun 2020 Tahapan triangulasi udara dilakukan dengan memasukkan parameter *interior orientation* (IO) yang paling sedikit terdiri atas Panjang focus terkalibrasi, *principal point autocollimation*, ukuran piksel, jumlah piksel, orientasi arah sistem kamera udara dan nilai distorsi lensa. Nilai IO tersebut diisi berdasarkan hasil kalibrasi *self-calibration* yang dilakukan secara *in flight*. Syarat ketelitian hasil perataan triangulasi udara adalah:Rata-rata residual *tie point* < 1 ukuran piksel (mikron)

a. Residual maksimal setiap *tie point* yang dibentuk secara otomatis < 2,5 ukuran piksel (mikron)
b. Residual maksimal setiap *tie point* yang dibentuk secara manual < 20 mikron

c. Residual setiap ICP terhadap model dan ketelitian model terhadap ICP tidak lebih besar dari : 0,4 x nilai ketelitian peta.

Setelah semua syarat ketelitian triangulasi udara terpenuhi, kemudian dibentuk data *point cloud* dalam bentuk *dense cloud* (Supriyanto, 2019). Dengan *Agisoft* juga dapat dilakukan pembentukan *dense cloud*. *Dense Cloud* dalam perangkat lunak ini didefinisikan dari *tie point* dalam bentuk koordinat tiga dimensi dengan metode *dense image matching* dari foto udara yang dilengkapi dengan *Exterior Orientation* hasil triangulasi udara. Titik-titik ini didefinisikan dalam bentuk koordinat X,Y,Z yang memberi gambaran suatu permukaan pada suatu objek.

Selain itu, dengan *Agisoft* juga dapat dilakukan pembentukan DEM, serta pembentukan *orthomosaic* (Supriyanto, 2019). Kelebihan dari perangkat lunak ini yakni dapat mengolah mosaik foto udara dalam waktu relative singkat dengan hasil mosaic yang mempunyai keseimbangan warna yang baik, serta terlihat rapi pada sambungan antar fotonya. Sebelum dilakukan pembentukan *dense cloud* biasanya dilakukan proses ortorektifikasi dahulu untuk menghapus efek kemiringan sumbu agar foto udara menjadi lebih tegak dan vertikal. Karena pergeseran letak gambar yang berhubungan dengan perubahan relief yang masih terkandung dalam foto udara, akan mengakibatkan skala yang tidak seragam. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, secara otomatis proses peniadaan pergeseran letak oleh relief pada sembarang foto dan variasi skala juga dihapus, sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto.

2.9 Sistem Informasi Geografis

SIG adalah sistem komputer yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan memvisualisasikan data yang terkait dengan lokasi geografis. SIG memungkinkan pengguna untuk memahami dan menganalisis informasi spasial, seperti data peta, citra satelit, data medan, dan informasi lain yang terkait dengan lokasi fisik di permukaan bumi.

SIG terdiri dari sekumpulan user, aplikasi, data, software dan hardware yang saling bekerjasama dalam menyimpan, mengubah, menghapus dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis. Data yang diolah pada SIG berupa data geo spasial, yakni data spasial dan data non-pasial. Data yang berhubungan dengan kondisi geografi, seperti sungai, wilayah administrasi, gedung, jalan raya dan lain sebagainya adalah wujud data spasial. Sedangkan data yang berupa teks atau angka, yang biasanya disebut dengan atribut adalah wujud data non-spasial(Alifiana & Susanti, 2018).

SIG memiliki kemampuan untuk menvisualisasi (meragakan) pemetaan (maps) untuk kemudian diedit dan dicetak sebagai sebuah peta yang lengkap. Penguna dapat menggabungkan data yang dimiliki untuk dianalisa, diedit dan dikelola sesuai dengan apa yang diinginkan(Agus, 2012).

2.10 Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan ini tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan dan kajian.

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

No	Peneliti/ Penulis	Instansi	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Ayu Dewi Mayang Sari	Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang	2015	Kajian Pergeseran Titik Pemantauan Deformasi Menggunakan Metode Close Range Photogrammetry Berbasis UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	Metode close range photogrammetry berbasis UAV dapat diaplikasikan dalam pemantauan deformasi. Metode ini sangat baik dalam pengamatan pergeseran posisi koordinat 3D karena ketelitian yang digunakan cukup tinggi dan proses pengambilan data dapat dilakukan dengan cepat.

Tabel 2.2 Penelitian Terkait (lanjutan)

No	Peneliti/ Penulis	Instansi	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
2	Pedro Diodemus, Eko Budi Wahyono, Yendi Sufyandi	Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional Yogyakarta	2020	Pemanfaatan Foto Udara Hasil Pemotretan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Tipe *Post-Processed Kinematic* (PPK) Untuk Pemetaan Topografi	Pemetaan menggunakan uav tipe ppk
3	Steanly R.R.Pattiselann dan Agus K.Soetrisn	Program Studi Teknik Sipil - Politeknik Negeri Ambon	2020	Mitigasi Dan Pemetaan Jalur Alternatif Evakuasi Cepat Lingkar Kampus Polnam Untuk Antisipasi Potensi Tsunami Pasca Gempa Ambon Berbasis GIS Dan Foto Udara	Pemetaan berbasis GIS dan Foto Udara untuk kebencanaan

Tabel 2.3 Penelitian Terkait (lanjutan)

No	Peneliti/ Penulis	Instansi	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
4	Evy Kusumaningrum	Konsentrasi Manajemen Rekayasa Kegempaan Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta	2017	Evaluasi Kriteria Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa Bumi	Klasifikasi dan kriterian kerusakan Rumah Akibat Gempa Bumi
5	Lufti Rangga Saputra dan Ivonne Milichristi Radjawane	Prodi Sains Kebumian, dan Kelompok Keahlian Oseanografi, ITB – Institut Teknologi Bandung	2021	Pelaksanaan Pemetaan Cepat Bencana Di Indonesia	Pemetaan cepat peta terdampak bencana pada suatu lokasi dan menampilkan berbagai informasi kebencanaan yang di teliti.

UNIVERSITAS
WINAYA MUKTI

BAB 3
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data spasial berupa data hasil pengambilan foto udara dari *drone*. Data penelitian tersebut berupa data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Data tersebut kemudian dilakukan pengumpulan, pengolahan dan analisis.

3.1 Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan pengumpulan data. Adapun metode dalam pengumpulan datanya yaitu data sekunder. Menurut Sugiyono (2008: 402) data sekunder ialah "sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data".

Dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan metode penelitian yang bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya (Priyono, 2008). Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model matematis, teori dan/ atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam. Penilaian kuantitatif terdiri dari metode pengumpulan, metode pengolahan dan metode analisis yang selanjutnya akan dijelaskan sebagai berikut.

3.1.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode dalam tahapan pengumpulan data, data yang dikumpulkan berupa data sekunder. Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara

tidak langsung atau melalui media perantara (Sugiyono, 2006). Data Sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari perusahaan terkait.

Data tersebut berupa :

1. Data RAW Foto Udara
2. Data *Koordinat Base PPK*

3.1.2 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak *Agisoft Metashape* dan *ArcGIS*. Adapun uraian dalam pengolahan data penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan data foto udara

   Pengolahan data foto udara dilakukan dengan perangkat lunak *Agisoft Metashape*. Proses ini dimulai dari tahapan triangulasi udara dengan memasukkan hasil foto udara yang telah di geotagging, pembentukan data *dense cloud* setelah syarat ketelitian triangulasi udara terpenuhi, klasifikasi data *dense cloud* dan *ortomosaic*.

2. Pengolahan data SIG

   Data hasil pengolahan foto udara yang berbentuk ortofoto selanjutnya diolah dengan peramngkat lunak *ArcGIS* untuk digitasi wilayah terkena dampak gempa bumi dan di klasifikasikan tingkat kerusakannya.

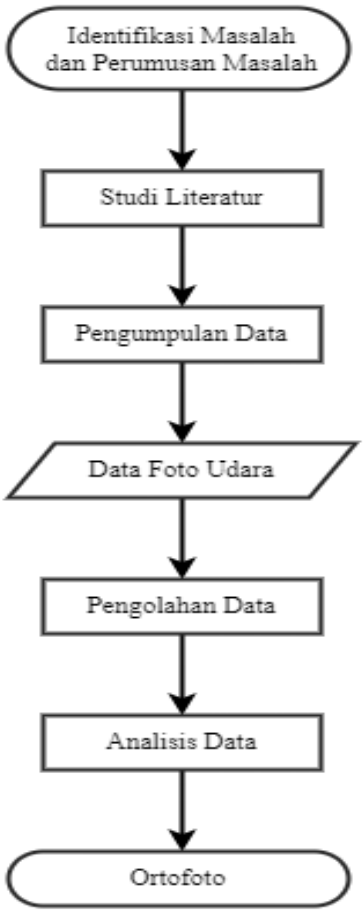
3.1.3 Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah salah satu komponen penting dalam proses Data Analisis. Metode analisis data merupakan bagian dari proses analisis dimana data yang dikumpulkan diproses untuk menghasilkan kesimpulan dalam pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif. Arti teknik pengumpulan data adalah langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data. (Sugiyono, 2013).

Fokus utama penelitian ini adalah menghasilkan peta ortofoto daerah yang terkena dampak gempa bumi menggunakan foto udara. Hal tersebut dilakukan untuk nantinya akan di analisis dan didigitasi wilayah yang terkena dampak gempa bumi tersebut serta mendapatkan peta informasi wilayah yang terdampak beserta kriteria kerusakan dan luas area terkena dampak tersebut.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran

Pada sub bab ini peneliti melakukan beberapa tahapan diantaranya yaitu persiapan, pengolahan data serta analisis data. Adapun tahapan yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

a) Tahap persiapan, terdiri dari identifikasi dan perumusan masalah, studi literatur,dan pengumpulan data.

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

   Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang terjadi pada objek penelitian serta perumusan tujuan penelitian. Permasalahan merupakan kunci utama dari tujuan pelaksanaan penelitian ini. Dalam proses perumusan masalah, peneliti melakukan perencanaan output yang dihasilkan dari hasil rumusan dan tujuan dan hal lain sebagainya.

2. Studi Literatur

   Studi Literatur atau Penelitian kepustakaan adalah penelitian yang mengkaji berbagai buku referensi serta hasil penelitian sejenis sebelumnya, membantu memperoleh landasan teori atas pertanyaan penelitian. Data dan informasi yang diperoleh dari penelitian kepustakaan dalam penelitian ini berasal dari berbagai sumber, seperti buku, makalah, dan disertasi untuk penelitian teoritis. Baik dalam perumusan pertanyaan, penggunaan data, analisis dan penyusunan rencana penelitian atau rekomendasi.

3. Pengumpulan Data

   Tahap pengumpulan data sekunder dilakukan untuk mendapatkan data-data yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun data yang digunakan adalah data RAW foto udara dan RAW data pengamatan GNSS

b) Tahap Pengolahan Data

Setelah data yang diperlukan terhimpun, maka dilakukan pengolahan data. Pada tahap ini peneliti memastikan bahwa data yang telah terkumpul dapat

memenuhi kriteria dalam penelitian dengan menggali informasi data secara mendalam. Dalam melakukan pengolahan data foto udara dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape*, dari proses *Align, Point Cloud, Build Mesh, Build DEM, Build Texture, Build Orthomosaic,* serta *Export Orthomosaic*. Selain itu dalam melakukan pengolahan data pengamtan GNSS menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center* serta perangkat lunak *RedToolbox* untuk *geotagging* hasil foto udara

c) Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis secara spasial terkait data yang telah terkumpul dan telah melalui tahap pengolahan. Analisis dilakukan untuk mengetahui hasil *ortofoto* yang baik dan analisis wilayah terdampak gempa bumi.

3.3 Operasionalisasi Penelitian

Operasionalisasi penelitian terdiri dari lokasi penelitian, data penelitian dan jadwal perencanaan penelitian. Lokasi penelitian adalah tempat/lokasi kegiatan penelitian dilaksanakan. Data penelitian adalah unsur terpenting dalam penelitian sebagai objek penelitian. Jadwal perencanaan penelitian adalah rencana penelitian dilakukan dalam satuan waktu, sebagai kontrol dari pelaksanaan penelitian agar sesuai dengan rencana.

3.3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini dilaksanakan di Kabupaten Cianjur 106º42’ - 107º25’ Bujur Timur dan 6º 21’ - 7º 25’ Lintang Selatan atau berada di bagian selatan dari garis khatulistiwa. dilakukan di Kecamatan Cugenang

Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat, area kerja dari penelitian adalah sebagai berikut.

Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian (Gooogle Earth 2023)

3.3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data RAW foto udara

   Data RAW foto udara yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diambil secara langsung dengan cara akuisisi lapangan dengan menggunakan wahana Drone DJI Matrice 300. Data RAW foto udara tersebut kemudian diolah dan digeotagging hingga mendapatkan data ortofoto.

2. Data koordinat *base* PPK

   Foto udara membutuhkan data koordinat *base* PPK (*Post Processing Kinematic*) yang digunakan sebagai titik kontrol udara dalam pemetaan

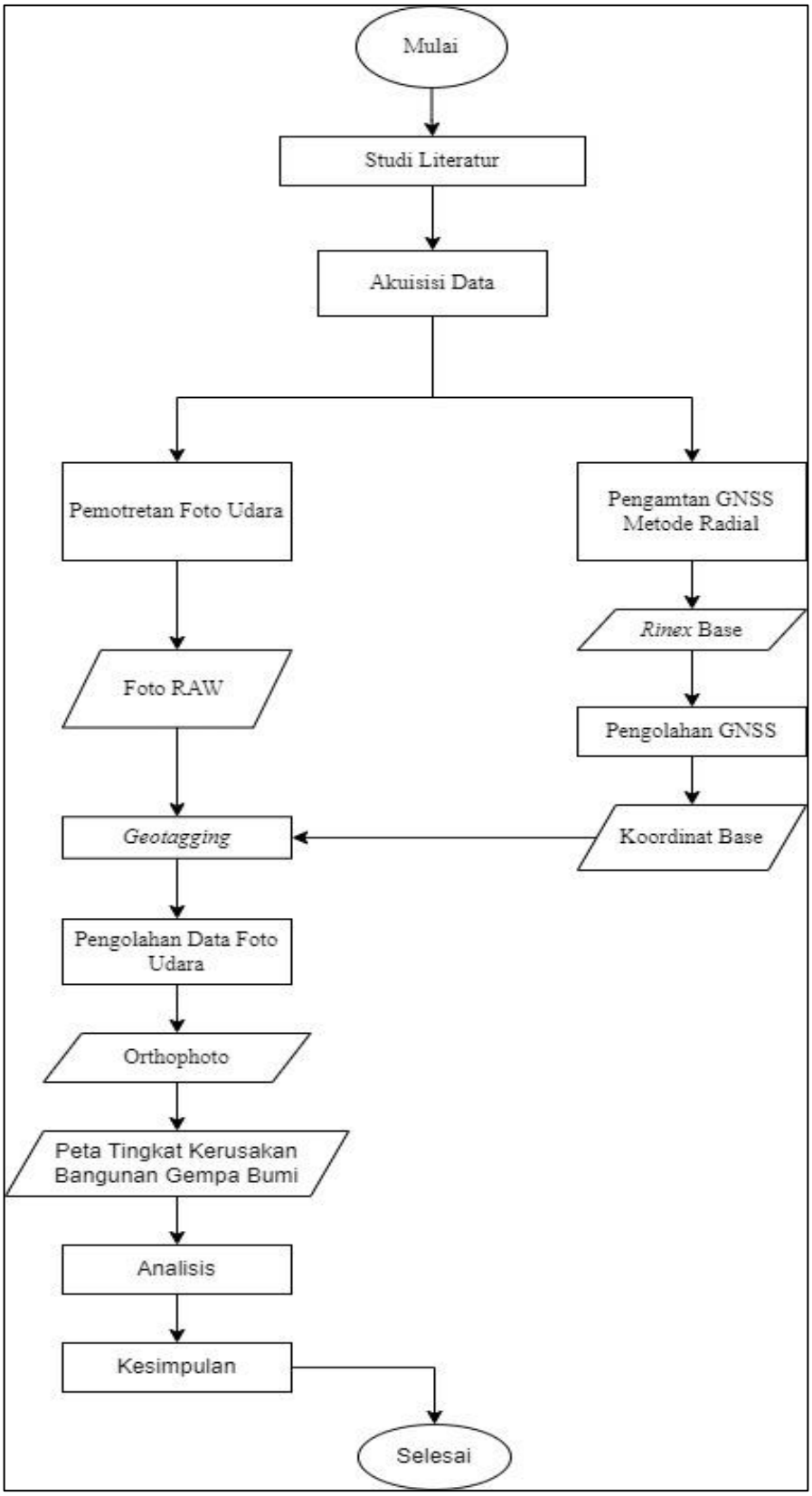
udara. Pengolahan data *base* PPK diawali dengan mengunduh raw data hasil pengamatan GNSS dalam format *rinex* dengan hasil akhir koordinat dan *baseline*.

Data diatas merupakan sumber data yang digunakan didapatkan dari data sekunder dari PT. Zenit Era Utama Servizio.

3.3.3 Rancangan Penelitian

Rencana menyeluruh dari penelitian yang dilakukan disajikan dalam bentuk rancangan penelitian. Rancangan penelitian merupakan pengembangan dari kerangka pemikiran. Pengembangan kerangka berpikir diwujudkan dalam bentuk diagram alir penelitian yang diawali dari pengidentifikasian masalah yang terjadi, kemudian studi literatur, proses pengumpulan data, pengolahan data, Analisis data hingga proses pengambilan kesimpulan dan pembuatan laporan penelitian.

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam penelitian ini. Berawal dari latar belakang masalah pemanfaatan teknologi *drone* dalam pemetaan cepat dibidang kebencanaan yang tentunya perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui daerah secara *real time* pasca bencana gempa bumi yang terjadi dengan wahana *drone*. Kemudian dirumuskan permasalahan mengenai hasil dari *drone* menggunakan tipe PPK yang nantinya akan diolah menjadi ortofoto, sebagai acuan yang nantinya akan didigitasi untuk mengetahui daerah yang terkena dampak kerusakan akibat gempa bumi. Berangkat dari hal tersebut disusunlah penelitian ini untuk megetahui tersebut. Adapun rancangan penelitian yang telah disusun oleh penulis, secara rinci disajikan dalam diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari tahapan berdasarkan diagram alir di atas sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur, yaitu mencari informasi terkait permasalahan yang dibahas, serta informasi mengenai metode yang cocok digunakan untuk menganalisis permasalahan tersebut. Hasil dari tahapan ini adalah terkumpulnya sumber referensi yang diperlukan untuk penulisan dan pelaksanaan tugas akhir. Studi literatur ini dilakukan dengan cara membaca laporan penelitian dan jurnal sebelumnya serta menganalisis dan mengkaji permasalahan pada lokasi penelitian. Dengan mengetahui metode dan analisis yang tepat maka permasalahan yang terjadi dapat diselesaikan dengan baik dan benar.

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap akuisisi data sekunder dilakukan untuk mendapatkan data-data yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun data yang digunakan adalah data RAW foto udara. Data tersebut didapatkan dari hasil akuisisi foto udara dengan *drone* tipe *quadcopter* yang menggunakan sensor kamera non- metrik. Besaran nilai parameter rencana jalur terbang untuk nilai *forward overlap* sebesar 75% dan nilai *side overlap* sebesar 65%. Berdasarkan cakupan *Area of* Interest (AOI) penelitian dan penggunaan kapasitas baterai *drone*, rencana jalur terbang ditentukan sesuai dengan area yang ditentukan.

3. Tahap Pengolahan Data

Tahap Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data hasil pengukuran. Ada beberapa tahapan dalam pengolahan data, yaitu pengolahan pengamatan GNSS dan pengolahan foto udara. Pada pengolahan pegamatan GNSS atau RAW data *Rinex Base* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center* untuk *processing* baseline dan menghasilkan koordinat *base*. Yang nantinya hasil tersebut akan digunakan pada geotagging pada saat pengolahan foto. Untuk pengolahan foto udara dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape*, sebelum dilakukan pengolahan dalam pembentukan *orthomosaic* hasil foto udara dilakukan *process geotagging* setelah hasil foto tergeotagging atau penambahan informasi posisi data pada foto tersebut lalu dilakukannya pengolahan foto menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape* dari *process Align, build Tilde model point cloud, build Mesh, build DEM, build Texture, build Orthomosaic*, serta *Export Orthomosaic* yang nantinya akan di analisis menggunakan perangkat lunak *ArcGIS*.

4. Tahap Analisis Data

Tahapan Analisis yang dilakukan antara lain :

1. Analisis ketelitian model

   Analisis ketelitian model dilakukan dengan cara menganalisis nilai ketelitian geometris *Post Processing Kinematik*. Analisis ketelitian geometris tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil ketelitian *orthomosaic* dari proses *geotagging* dari hasil pengukuran metode *Post Processing Kinematik*.

2. Analisis kerusakan akibat bencana gempa bumi

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan hasil dari proses pengolahan foto udara yang sudah menjadi ortofoto, lalu dilakukan proses penyimpanan, analisis, dan evaluasi dari hasil ortofoto tersebut menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* dalam proses analisis tersebut dengan cara mendigitasi kerusakan bangunan terkena dampak, serta analisis daerah seperti terjadi longsor dan lain sebagainya.

3.4.4 Tahap Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan adalah pengambilan data menggunakan *UAV* dapat mempercepat usaha untuk menyajikan data informasi secara *real time* serta informasi hasil dari informasi pemetaan cepat.

UNIVERSITAS
WINAYA MUKTI

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

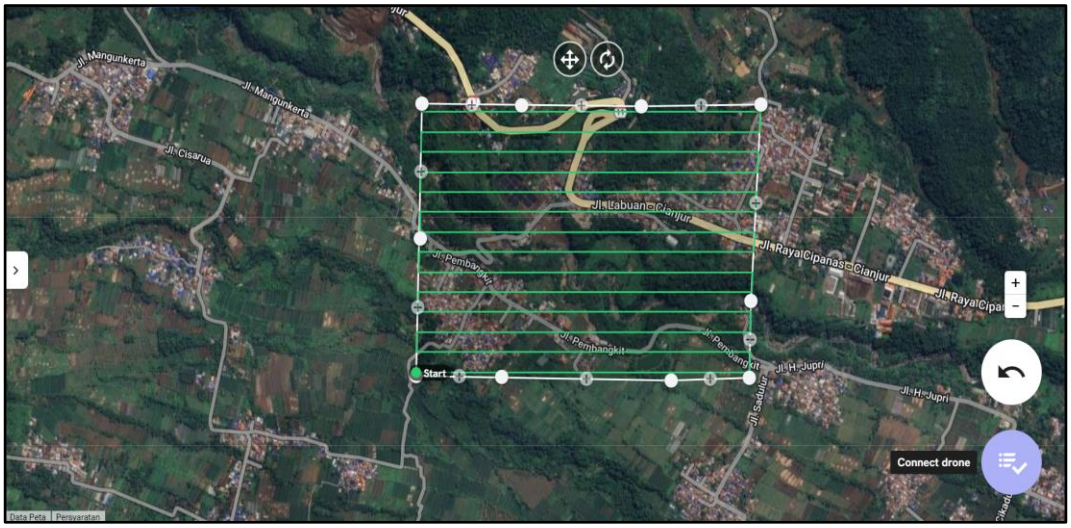
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil dari pemetaan cepat menggunakan wahana *UAV*. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui dampak kerusakan serta analisis daerah longsoran yang terjadi akibat gempa bumi.

4.1 Hasil Akuisisi Data

Akuisisi data yang dihasilkan terdiri atas akuisisi data pemetaan tegak, dan akuisisi data pengukuran *base* PPK. Akuisisi data foto tegak dilakukan dengan jumlah akuisisi empat kali. Untuk akuisisi data pengukuran *base* dilakukan pada saat pernerbangan. Rincian dari hasil akuisisi tersebut dijelaskan sebagai berikut.

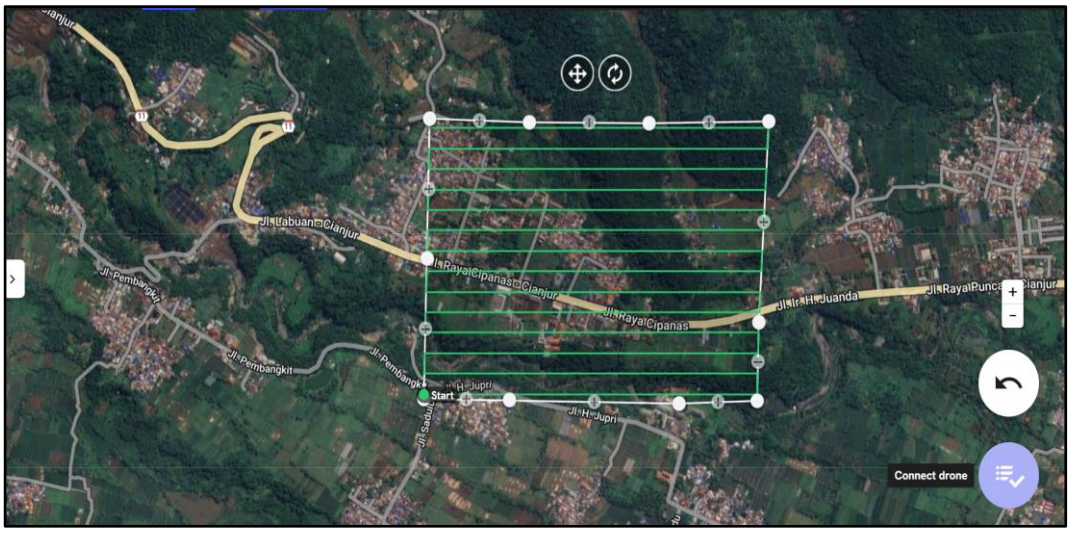
4.1.1 Hasil Akuisisi Data *Drone*

Pemetaan *drone* dilakukan dengan 4 kali akuisisi yakni pada tanggal 2 Desember 2022. *Drone* yang digunakan adalah tipe *quadcopter*. Rencana jalur terbang dibuat dengan tinggi terbang 150 m dan nilai *forward overlap* sebesar 75% serta nilai *side overlap* sebesar 65%. Dari pembuatan rencana terbang tersebut ditentukan 4 misi penerbangan yang mencakup *Area of Interest* penelitian, yang ditunjukkan oleh gambar di bawah.



Gambar 4. 1 Misi Penerbangan 1

Pada gambar diatas, tinggi terbang misi penerbangan 1 tersebut 150 m, dengan *forward overlap* sebesar 75% serta nilai *side overlap* sebesar 65%, didapatkan hasil foto pada misi tersebut sebanyak 219 foto.



Gambar 4. 2 Misi penerbangan 2

Pada misi penerbangan 2 tersebut, tinggi terbang 150 m, dengan *forward overlap* sebesar 75% serta nilai *side overlap* sebesar 65%, dan didapatkan hasil foto pada misi tersebut sebanyak 266 foto.

Gambar 4. 3 Misi penerbangan 3

Pada misi penerbangan 3, tinggi terbang 150 m, dengan *forward overlap* sebesar 75% serta nilai *side overlap* sebesar 65%, dan didapatkan hasil foto pada misi tersebut sebanyak 244 foto.

Gambar 4. 4 Misi penerbangan 4

Berdasarkan 4 misi penerbangan tersebut tinggi terbang 150 m, dengan *forward overlap* sebesar 75% serta nilai *side overlap* sebesar 65%, dan didapatkan hasil foto pada misi tersebut sebanyak 195 foto. Hasil dari keseluruhan misi penerbangan berkisar 924 foto. Adapun rincian hasil akuisisi foto udara disajikan dalam tabel 4.1. sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Rincian hasil akuisisi foto udara

No	*Epoch*	Misi Terbang	Jumlah Foto (buah)
1	2 Desember 2022	Misi 1	219
		Misi 2	266
		Misi 3	244
		Misi 4	195

4.1.2 Hasil Akuisisi *Base* PPK

Pengukuran *base* dilakukan dengan metode *GNSS/GPS* PPK. Berdasarkan ini nantinya akan digunakan sebagai pemberian pada koordinat dan meningkatkan akurasi hasil posisi dan pemetaan yang dihasilkan dari misi *drone*. Pengamatan *GNSS* PPK dilakukan terhadap 3 titik. Berikut disajikan hasil pengamatan *GNSS* PPK dalam tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran *BASE*

No	Nama Titik	Koordinat			H	V
		Easting	*Northing*	*Elevation*	*prec.*	*prec.*
1	BENJOT	730714,898	9246785,749	712,029	0,010	0,035
2	SMP ZAD IQBS	729272,145	9248604,778	835,820	0,021	0,071
3	TAPAL KUDA	730528,108	9248062,825	782,460	0,011	0,057

4.2 Hasil Pengolahan Data

Pengolahan data pengamatan *GNSS base* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center* sedangkan untuk pengolahan foto udara dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *RedtoolBox* dan *Agisoft Metashape*. Adapun proses pengolahan terdiri dari proses *geotagging*, proses *Align Photos*, pembuatan *dense cloud*, klasifikasi data *dense cloud* dan pembuatan *ortomosaic*. Adapun analisis dilakukan pengolahan menggunakan *software ArcGIS*.

4.2.1 Pengolahan *Base Rinex* PPK

Proses pengolahan *base rinex* PPK dimulai dengan atur *coordinate system setting*, *import base* beserta *cors* yang sudah didapatkan, lakukan pengolahan *baseline process* sehingga mendapatkarn koordinat *fix* yang nantinya akan digunakan untuk proses pada *geotagging* foto. Untuk hasil *baseline proses* dan *report* dapat dilihat pada gambar di bawah.

Project file data		Coordinate System	
Name:	D:\CIANJUR\PROCESSING \PROCESSING.vce	Name:	World wide/UTM
Size:	72 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	07/12/2022 23.33.38 (UTC:7)	Zone:	48 South
Time zone:	SE Asia Standard Time	Geoid:	
Reference number:		Vertical datum:	
Description:		Calibrated site:	
Comment 1:			
Comment 2:			
Comment 3:			

Baseline Processing Report

Processing Summary

Observation	From	To	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	ΔHeight (Meter)
CJUR --- BENJOT (B1)	CJUR	BENJOT	Fixed	0,010	0,035	283°43'50"	5756,023	232,131
CJUR --- SMP ZAD IQBS (B2)	CJUR	SMP ZAD IQBS	Fixed	0,021	0,071	294°17'31"	7726,005	355,922
CJUR --- TAPAL KUDA (B3)	CJUR	TAPAL KUDA	Fixed	0,011	0,057	294°33'04"	6358,818	302,562

Acceptance Summary

Processed	Passed	Flag	Fail
3	3	0	0

Gambar 4. 5 *Baseline Processing*

Project file data		Coordinate System	
Name:	D:\CIANJUR\PROCESSING \PROCESSING.vce	Name:	World wide/UTM
Size:	72 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	07/12/2022 23.33.38 (UTC:7)	Zone:	48 South
Time zone:	SE Asia Standard Time	Geoid:	
Reference number:		Vertical datum:	
Description:		Calibrated site:	
Comment 1:			
Comment 2:			
Comment 3:			

Point List

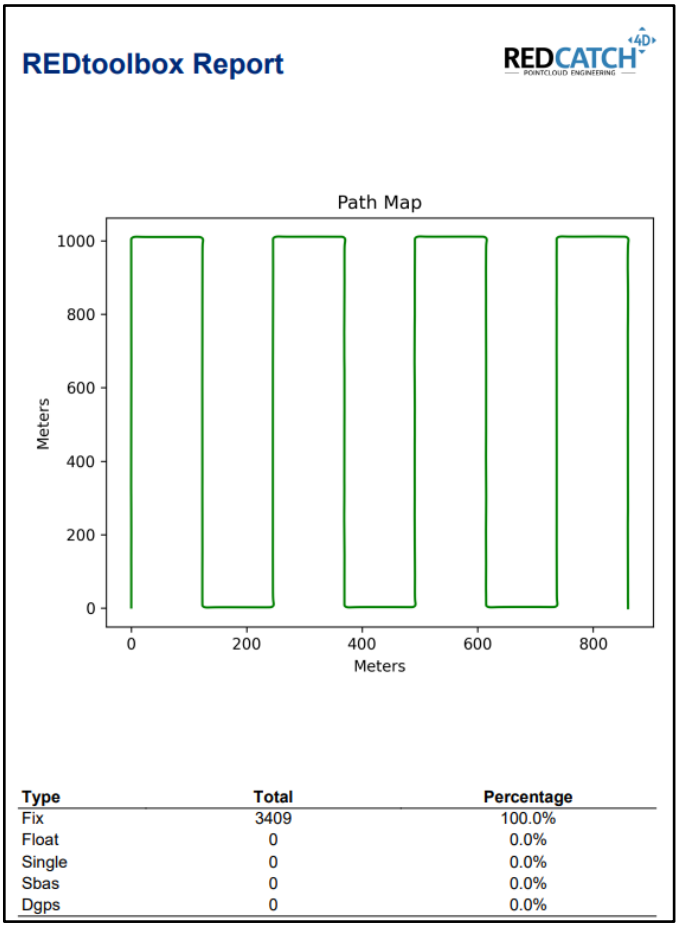
ID	Easting (Meter)	Northing (Meter)	Elevation (Meter)	Feature Code
BENJOT	730714,898	9246785,749	712,029	
CJUR	736301,860	9245394,390	479,898	
SMP ZAD IQBS	729272,145	9248604,778	835,820	
TAPAL KUDA	730528,108	9248062,825	782,460	

07/12/2022 23.39.44	D:\CIANJUR\PROCESSING\PROCESSING.vce	Trimble Business Center

Gambar 4. 6 *Point List* Koordinat UTM

4.2.2 Pengolahan *REDtoolbox*

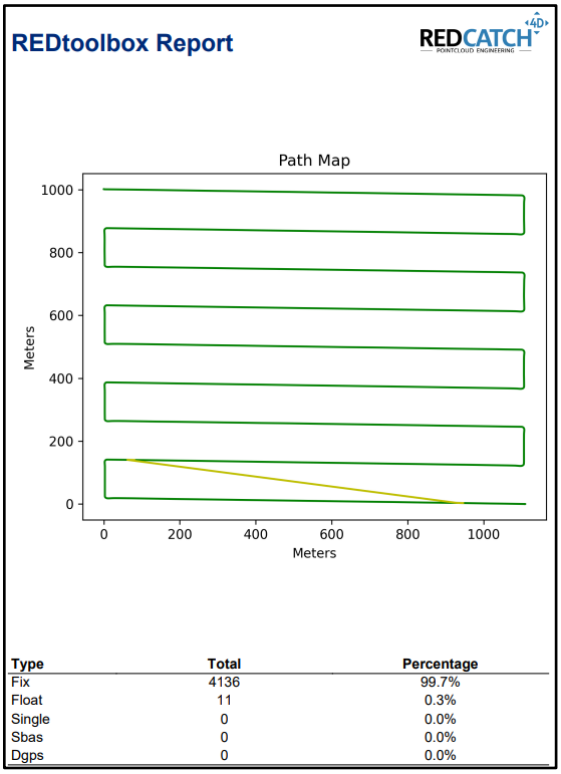
Setelah proses pengolahan *base rinex*, selanjutnya dilakukan proses pengolahan *REDtoolbox* untuk *geotagging* pada hasil akuisisi foto udara. *Geotagging* foto dilakukan menggunakan *software REDtoolbox* dimulai membuat *project* dan *import* foto yang akan di *geotagging* dan memasukan data *log file rover* dengan jenis file *.MRK* dan *rover* jenis .obs setelah itu masukan data *base rinex* yang sudah diolah sebelumnya, dan lakukan proses pengolahan untuk mendapatkan *report* hasil pengolahan *geotagging*. Proses *geotagging* ini dilakukan pada setiap misi penerbangan serta pengamatan GNSS pada saat proses misi penerbangan. Untuk hasil *report* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Type	Total	Percentage
Fix	3409	100.0%
Float	0	0.0%
Single	0	0.0%
Sbas	0	0.0%
Dgps	0	0.0%

Gambar 4. 7 *Report geotagging* misi penerbangan 1

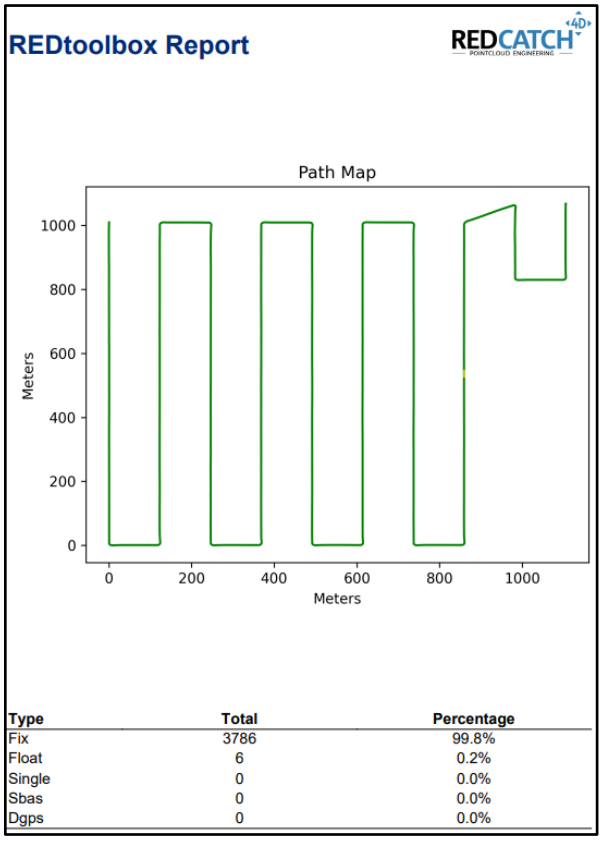
Pada misi penerbangan 1, pengolahan *geotagging* foto didapatkan 100% *fix* dari keseluruhan foto misi penerbangan 1, dimana proses *geotagging* tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil foto pada akusisi misi penerbangan tersebut. Proses geotagging tersebut dengan memasukan data hasil pengamatan GNSS beserta *log file* dan *obs rover* misi penerbangan 1.



Type	Total	Percentage
Fix	4136	99.7%
Float	11	0.3%
Single	0	0.0%
Sbas	0	0.0%
Dgps	0	0.0%

Gambar 4. 8 Report geotagging misi penerbangan 2

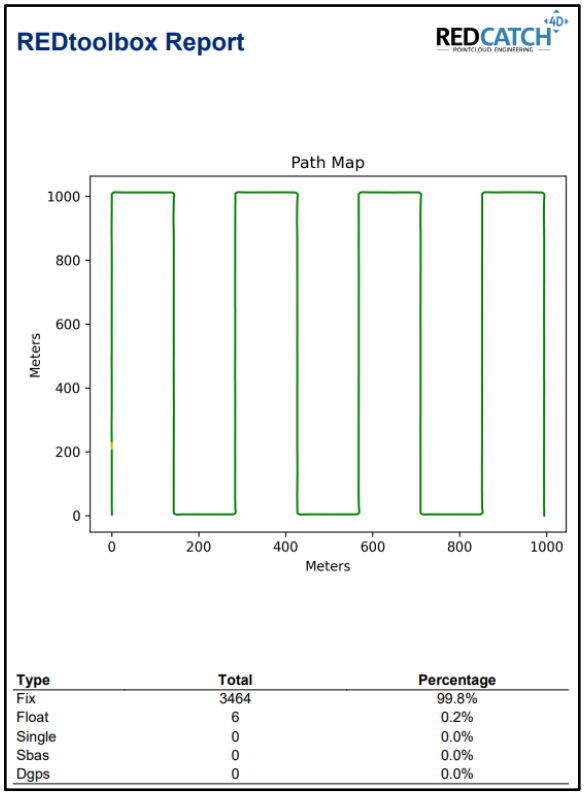
Pada misi penerbangan 2, pengolahan *geotagging* foto didapatkan 99.7% *fix* dan 0.3% *float* dari keseluruhan foto misi penerbangan 2, dimana proses *geotagging* tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil foto pada akusisi misi penerbangan tersebut. Proses geotagging tersebut dengan memasukan data hasil pengamatan GNSS beserta *log file* dan *obs rover* misi penerbangan 2.



Type	Total	Percentage
Fix	3786	99.8%
Float	6	0.2%
Single	0	0.0%
Sbas	0	0.0%
Dgps	0	0.0%

Gambar 4. 9 *Report geotagging* misi penerbangan 3

Pada misi penerbangan 3, pengolahan *geotagging* foto didapatkan 99.8% *fix* dan 0.2% *float* dari keseluruhan foto misi penerbangan 3, dimana proses *geotagging* tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil foto pada akusisi misi penerbangan tersebut. Proses geotagging tersebut dengan memasukan data hasil pengamatan GNSS beserta *log file* dan *obs rover* misi penerbangan 3.



Type	Total	Percentage
Fix	3464	99.8%
Float	6	0.2%
Single	0	0.0%
Sbas	0	0.0%
Dgps	0	0.0%

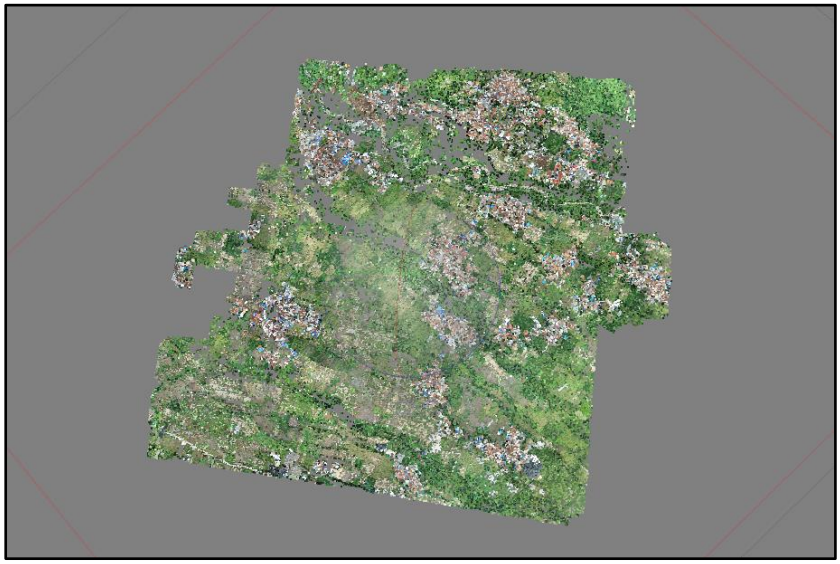
Gambar 4. 10 *Report geotagging* misi penerbangan 4

Pada misi penerbangan 4, pengolahan *geotagging* foto didapatkan 99.8% *fix* dan 0.2% *float* dari keseluruhan foto misi penerbangan 4, dimana proses *geotagging* tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil foto pada akusisi misi penerbangan tersebut. Proses geotagging tersebut dengan memasukan data hasil pengamatan GNSS beserta *log file* dan *obs rover* misi penerbangan 4.

4.2.3 Pengolahan *Align Photos*

Proses *align photos* merupakan sebuah modul yang mengemas dua proses yaitu *image matching* dan *bundle adjustment*, *Align Photos* dilakukan untuk mengidentifikasi titik-titik yang ada di masing-masing foto dan melakukan proses penyelarasan titik yang sama di dua atau lebih foto. Proses *align photos* akan menghasilkan model 3D awal, posisi kamera dan foto disetiap perekaman. Sehingga pada proses *align photos* ini menghasilkan gambar yang dapat

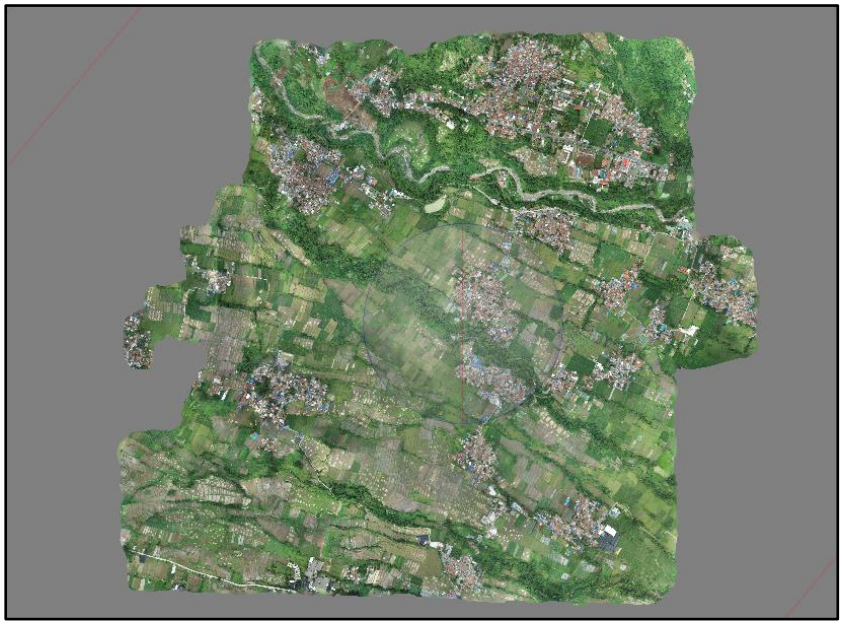
membentuk *point cloud* pada foto-foto yang memiliki hubungan pada *overlap* dan *sidelap*.



Gambar 4. 11 Proses *Align Photos*

4.2.4 Pengolahan *Dense Cloud*

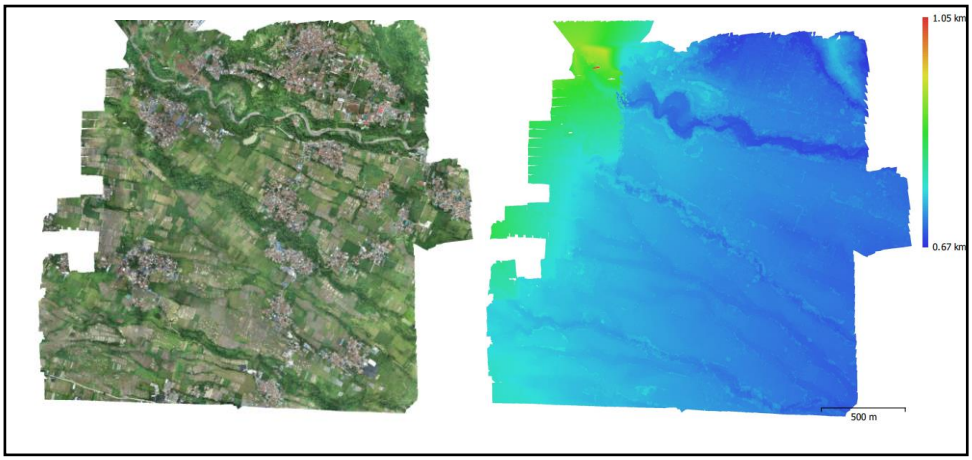
Selanjutnya dilakukan proses pengolahan *dense cloud*. *Dense cloud* didapatkan dari proses peningkatan kepadatan dari *tie point* pada proses sebelumnya. Jumlah titik yang dihasilkan dari proses peningkatan ini sebesar 510.533 titik.



Gambar 4. 12 *Dense Cloud*

4.2.5 Pengolahan Dem dan *Orthomosaic*

Data *dense cloud* juga dijadikan dasar untuk pembuatan DEM. *Orthomosaic* dan DEM menjadi *output* yang akan dijadikan model dalam perolehan ekstraksi koordinat pemantauan lereng. Hasil pembuatan model pada salah satu *epoch* ditunjukkan pada Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4. 13 Sampel pembuatan DEM dan *Orthomosaic*

Model *orthomosaic* dan DEM dalam setiap *epoch* pengukuran memiliki ketelitian resolusi spasial yang berbeda.

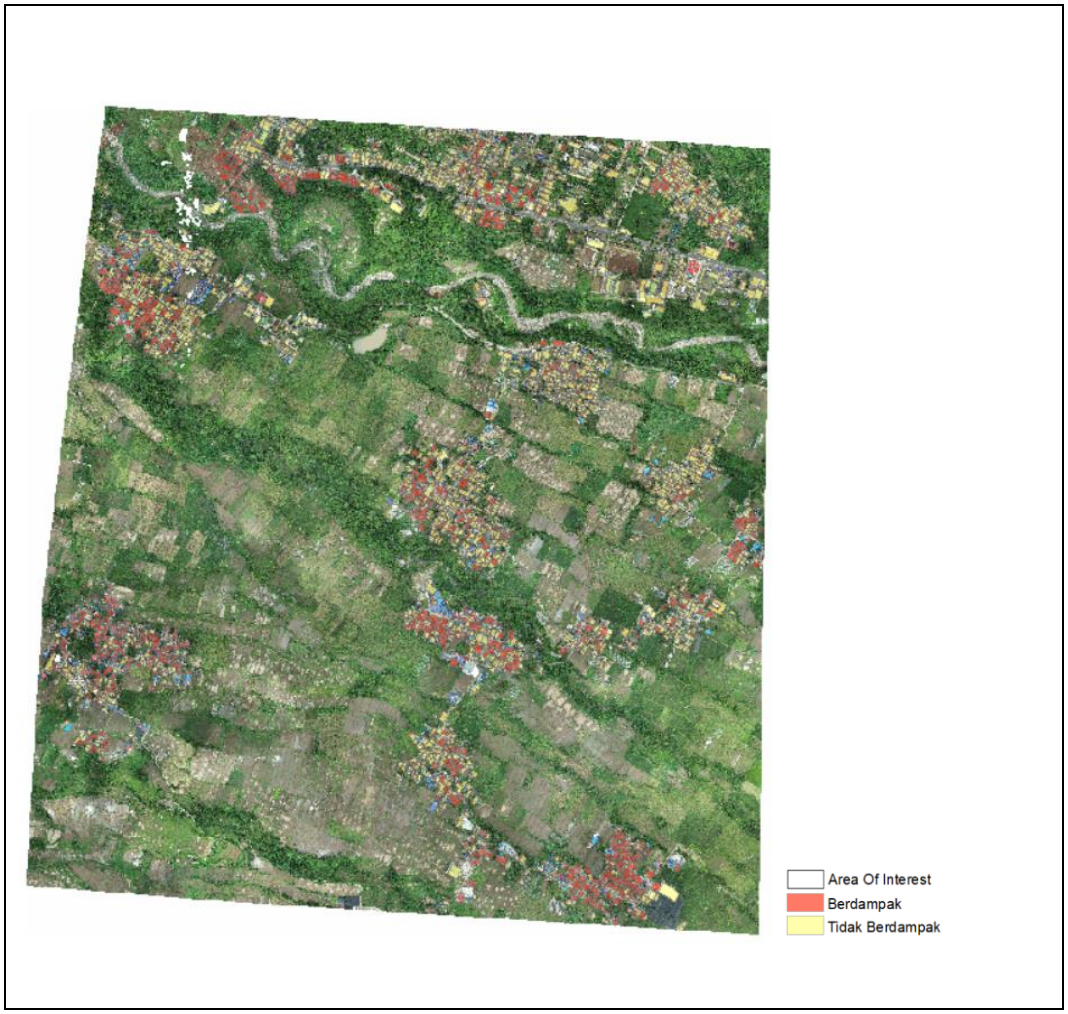
4.3 Hasil Analisis Dampak Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Bumi Cianjur

Berdasarkan interpretasi hasil pemotretan foto udara, analisis kerusakan gempa Cianjur di antaranya terdapat tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi dan terjadinya longsoran yang cukup luas dan cukup merusak bangunan dan jalan transportasi menjadi tertutup.

Tabel 4. 3 Klasifikasi Dampak Kerusakan

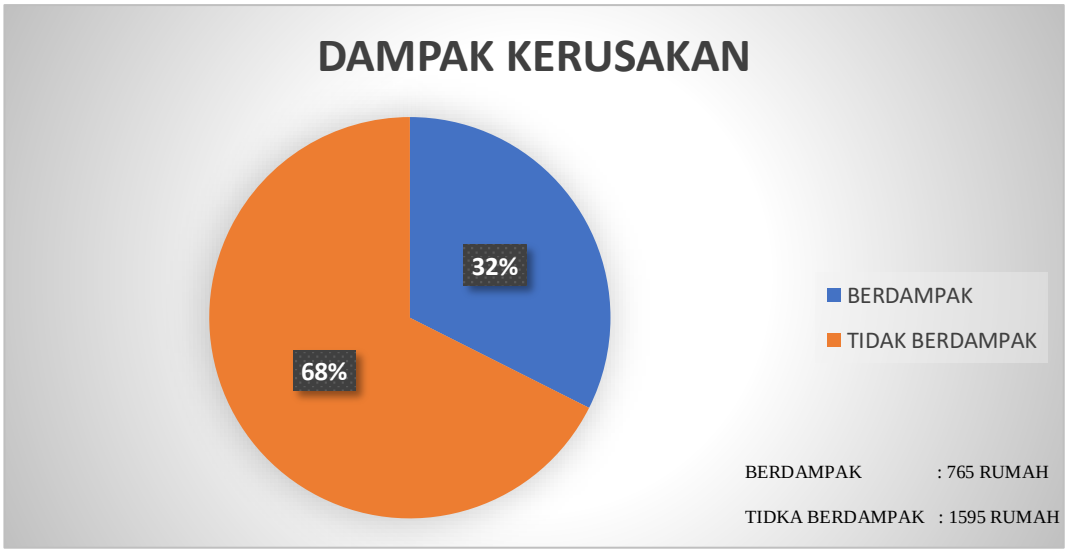
Klasifikasi Kerusakan	Deskripsi	Interpretasi Citra
Berdampak	Terdapat kerusakan pada atap bangunan, ditandai dengan warna kuning	
Tidak Berdampak	Tidak ada kerusakan pada atap bangunan, ditandai dengan warna merah	

Pada analisis dampak kerusakan gempa bumi di Kabupaten Cianjur dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 14 Dampak Kerusakan Gempa Bumi

Berdasarkan gambar di atas, kerusakan tersebut dapat dilihat pada diagram batang di bawah ini.



Berdasarkan analisis dari hasil foto udara lalu dianalisis didapatkan dampak kerusakan bangunan yang di tampilkan oleh diagram di atas. Kerusakan tersebut terjadi pada bagian dari 5 kelurahan di Kecamatan Cugenang, 5 bagian kelurahan tersebut diantaranya Kelurahan Cijedil, Kelurahan Mangunkerta, Kelurahan Sarampad, Kelurahan Benjot, dan Kelurahan Gasol. Pada diagram diatas didapatkan 765 rumah berdampak dengan persentase sebesar 32% dan 1595 rumah tidak berdampak dengan persentase sebesar 68%.

Dalam tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi pada 5 kelurahan dimana terdapat tingkat kerusakan bangunan pada tiap sebagian kelurahan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 4 Dampak Kerusakan Pada Sebagian Kelurahan Akibat Gempa Bumi di Kecamatan Cugenang

No	Kelurahan	Berdampak	Tidak Berdampak
1	Benjot	238	211
2	Cijedil	125	458
3	Gasol	145	567
4	Mangunkerta	112	246
5	Sarampad	145	113

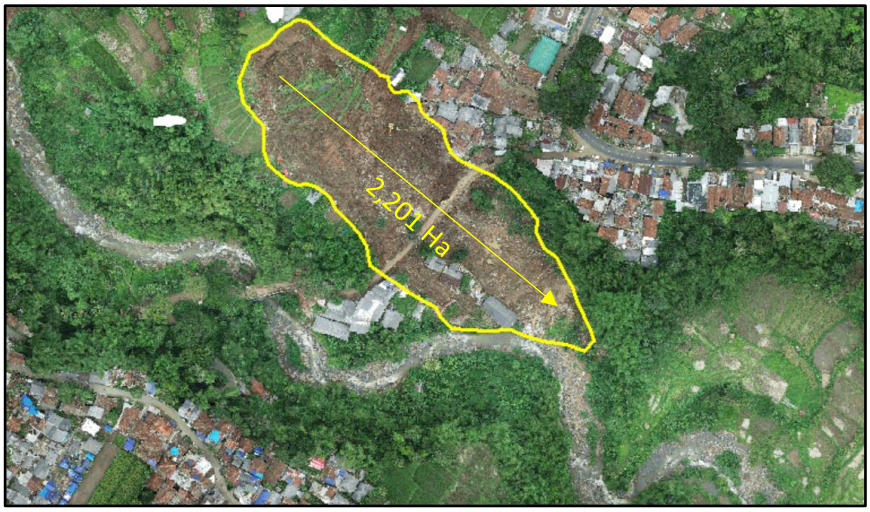
4.3 Hasil Analisis Luasan Terkena Dampak Akibat Gempa Bumi Cianjur

Berdasarkan interpretasi hasil pemotretan foto udara, analisis luasan terkena dampak gempa cianjur di antaranya luasan dari tiap kelurahan serta longsoran yang cukup luas dan cukup merusak bangunan dan jalan transportasi menjadi tertutup. Berdasarkan analisis menggunakan *ArcGIS* luasan dari tiap sebagian kelurahan yang berada di Kecamatan Cugenang, terdapat kerusakan luasan di sebagaian

Kelurahan Benjot sebesar 4.88 Ha atau 48752.326031 m², sebagian Kelurahan Cijedil sebesar 8.42 Ha atau 84199.337287 m², sebagian Kelurahan Gasol 7.25 Ha atau 72518.382312 m², sebagian Kelurahan Mangunkerta 3.90 Ha atau 39079.991151 m², dan sebagian Kelurahan Sarampad 2.25 Ha atau 22548.695068 m².

Gambar 4. 15 Contoh Luasan Area Terdampak

Selain luasan rumah terdampak akibat gempa bumi, terdapat bencana longsor yang terjadi. Berdasarkan hasil interpretasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 16 Luasan Area longsoran

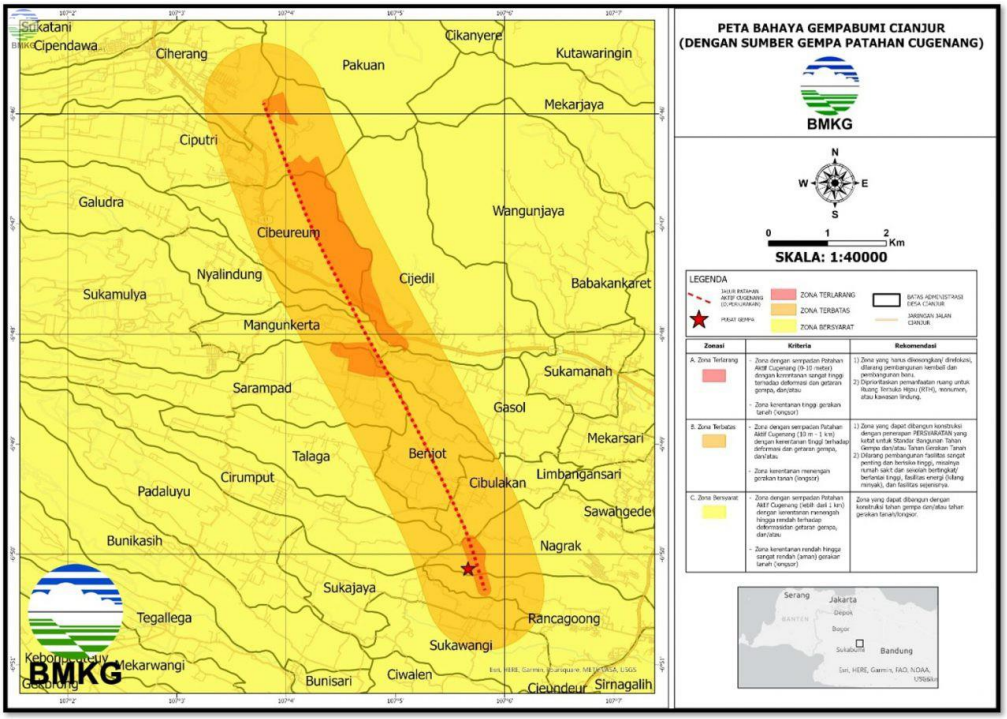
Pada gambar di atas tersebut merupakan hasil digitasi menggunakan *ArcGIS* orhtomosaic mendapatkan perhitungan luasan longsor sebesar 2.201 Ha. Longsoran tersebut berada di Kelurahan Cijedil yang tedapat di dekat perbatasan yang dibatasi dengan batas alam sungai, kelurahan tersebut adalah Kelurahan Cijedil dan Mangunkerta sehingga menutup akses jalan antara kedua kelurahan tersebut.

Gambar 4. 17 Sebelum terdampak longsor

Dapat dilihat bahwa longsoran tersebut menyebabkan beberapa bangunan yang terdapat di daerah longsoran hancur, terdapat ± 20 rumah hancur akibat longsor yang terjadi pada saat gempa bumi di Kabupaten Cianjur.

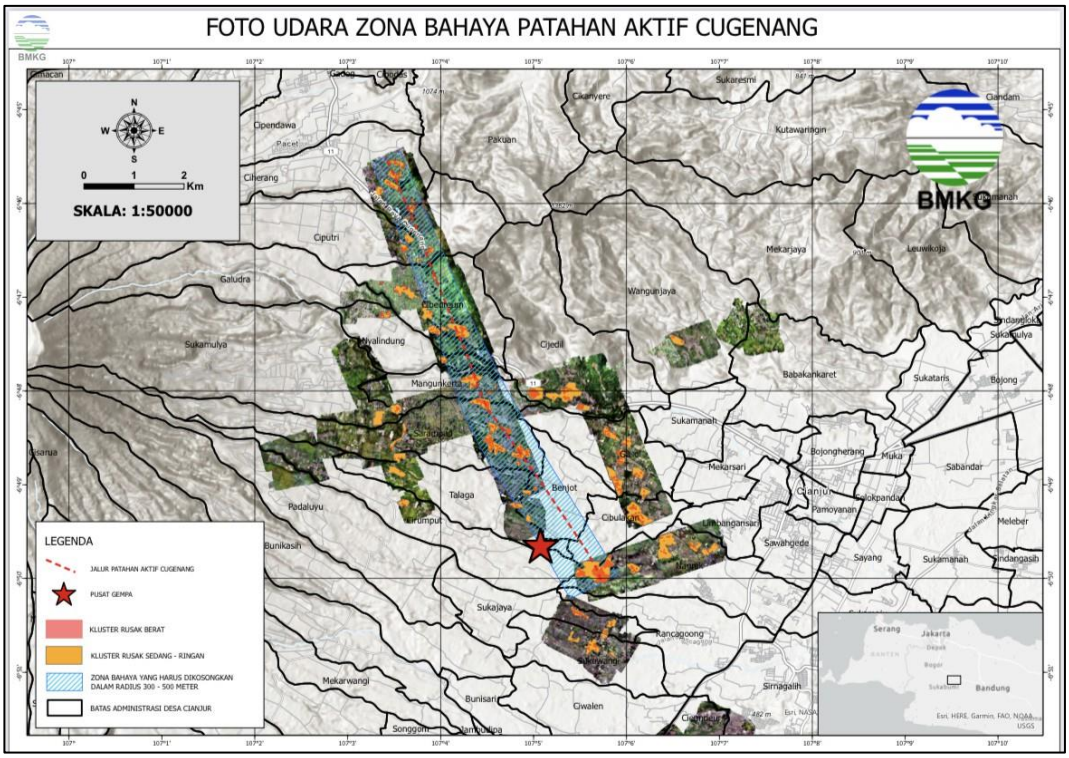
4.4 Hasil Analisis Wilayah Kerusakan Berdasarkan Daerah Akibat Gempa Bumi Cianjur

Berdasarkan hasil analisis pemotretan foto udara analisis wilayah kerusakan akibat gampa bumi terdapat bahaya zona bahaya beserta kriterianya.



Gambar 4. 18 Peta bahaya gempa bumi cianjur

Dalam peta tersebut 3 zona bahaya gempa bumi yakni Zona Terlarang (Merah), Zona Terbatas (Orange) dan Zona Bersyarat (Kuning). Zona Terlarang (Merah) memiliki kriteria Zona dengan "sempadan" Patahan Aktif Cugenang 0 – 9 meter ke kanan dan ke kiri tegak lurus jurus patahan, yang merupakan zona kerentanan sangat tinggi akibat deformasi dan getaran gempa, dan/atau merupakan zona kerentanan tinggi gerakan tanah (longsor) (bmkg, 2022).



Gambar 4. 19 foto udara zona bahaya patahan aktif cugenang

Menurut BMKG setelah dilakukan analisis *focal mechanism* dan sebaran titik gempa-gempa susulan, analisis citra satelit dan foto udara, serta survei lapangan secara detail oleh BMKG terhadap pola sebaran dan karakteristik *surface rupture* (retakan/rekahan permukaan tanah), sebaran titik longsor, kelurusan morfologi, dan pola sebaran kerusakan bangunan, maka disimpulkan bahwa gempa Cianjur disebabkan oleh sesar baru Cugenang. Sesar Cugenang membentang sepanjang kurang lebih 9 kilometer dan melintasi sedikitnya 9 desa. Dari 9 desa yang dilintasi Sesar Cugenang, delapan di antaranya termasuk Kecamatan Cugenang. Kedelapan desa itu di antaranya Desa Ciherang, Desa Ciputri, Cibeureum, Nyalindung, Mangunkerta, Sarampad, Cibulakan, dan Desa Benjot. Satu desa terakhir, Nagrak, lokasinya di dalam wilayah Kecamatan Cianjur.

Maka dari itu peneliti mengambil batasan wilayah kerja pemotretan foto udara di daerah tersebut sesuai pernyataan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.

UNIVERSITAS
WINAYA MUKTI

BAB 5
KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dari pemetaan cepat pasca gempa bumi di Kabupaten Cianjur menggunakan wahana PUNA diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Hasil analisis dari pemetaan cepat pasca gempa bumi di kabupaten cianjur menggunakan wahana PUNA didapatkan hasil tingkat kerusakan bangunan dari sebagian kelurahan yang ada di Kecamatan Cugenang di klasifikasikan menjadi 2 yaitu berdampak dan tidak berdampak, dimana terdapat 765 rumah berdampak akibat gempa bumi dengan persentase sebesar 32% dan tidak berdampak 1595 rumah dengan persentase sebesar 68%.
2. Hasil analisis terdapat luasan kerusakan bangunan akibat gempa bumi sebagaian Kelurahan Benjot sebesar 4.88 Ha, sebagian Kelurahan Cijedil sebesar 8.42 Ha atau, sebagian Kelurahan Gasol 7.25 Ha atau, sebagian Kelurahan Mangunkerta 3.91 Ha atau, dan sebagian Kelurahan Sarampad 2.25 Ha atau. Selain luasan kerusakan bangunan terdapat longsor yang cukup besar dengan analisis luasan longsoran 2.201 Ha di Kelurahan Cijedil yang dimana longsor tersebut menutup akses jalan menuju kelurahan yang ada di sebelahnya yaitu Kelurahan Mangunkerta dan menyebabkan ± 20 rumah runtuh akibat longsor, yang dimana daerah tersebut merupaka jalur sesar cugenang.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk diterapkan pada penelitian sejenisselanjutnya. Saran tersebut diantaranya adalah.

1. Model hasil orthomosaic agar lebih di perhatikan dan memakai *photo point* pada saat pengukuran dilapangan agar hasil *orthomosaic* lebih bagus dan lebih terliti terhadap akurasinya.
2. Peran pemetaan partisipatif oleh masyarakat atau instansi lain juga dapat diberdayakan sehingga membantu lebih cepat lagi. Pentingnya kolaborasi tanggap darurat bencana antar instansi akan membantu mempercepat proses penyelamatan dan pemulihan. Peta yang dihasilkan juga harus dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dalam penyusunan rencana dan kebijakan penanganan bencana agar manajemen bencana di Indonesia dapat terlaksana secara efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman, A., Budipraja, M. A., Khoirullah, N., Helmi, F., & Sophian, R. I. (2020). Brief Communication: Rapid Assessment of landslide events based on UAV photogrametry: The 9 January 2021 Cimanggung Landslide, Sumedang, Indonesia. *Geological Sciences and Applied Geology*, *4*(2), 19–25. http://jurnal.unpad.ac.id/gsag/article/view/32063

Anfasha, A., Pranantya, P. A., & Sukiyah, E. (2016). Karakteristik Morfometri dan morfotektonik DAS cibeet segmen selaawi Girijaya dan DAS cikundul segmen Cibadak Majalaya, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, *14*(2), 185–194.

Astuty, Y. I., Mardalena, A., & WIbowo, A. (2023). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Di Kabupaten Cianjur. *Jurnal Spatial Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, *23*(1), 48–59. https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/spatial/article/view/32649

Dan, M., Jalur, P., Evakuasi, A., Ambon, G., Gis, B., & Foto, D. A. N. (2020). *Jurnal simetrik vol.10, no.2, desember 2020*. *10*(2), 362–367.

Dini, A. S., & Saputra, A. (2019). Analisis Kerusakan Bangunan Tempat Tinggal Akibat Bencana Gempabumi Di Kecamatan Palu Barat Kota Palu Tahun 2018. Seminar Nasional Geografi UMS X, 2011, 91–99.

Dinas PMPTSP KABUPATEN CIANJUR (2022). Gambaran Umum Daerah. Diakses Pada 5 September 2023 dari https://dpmptsp.cianjurkab.go.id/post/read/193/gambaran-umum-daerah.html.

Diodemus, P., Wahyono, E. B., & Sufyandi, Y. (2021). Analisis Pemanfaatan Foto Udara Hasil Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Tipe Post-Processed Kinematic (Ppk) Untuk Pemetaan Topografi. Seminar Nasional Geomatika, 885. https://doi.org/10.24895/sng.2020.0-0.1204

Fakultas, S., Geologi, T., Padjadjaran, U., Teknik, F., Universitas, G., Geologi, T., & Cimanggung, K. (2021). Komunikasi Singkat: Kajian Cepat Kejadian Longsor Berdasarkan Fotogrametri UAV: Longsor Cimanggung 9 Januari

2021, Sumedang, Indonesia. 4, 19–25.

Fauzi, Y., Hartono, H., Brotopuspito, K. S., & Kongko, W. (2019). Penggunaan Foto Udara Format Kecil Untuk Identifikasi Kerentanan Lingkungan Terhadap Bencana Tsunami Di Yogyakarta International Airport (Yia). *Geomatika*, *25*(2), 63. https://doi.org/10.24895/jig.2019.25-2.970.

Indra, S., Nia, S., & Romansah, K. (2023). Pelatihan Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) untuk Pemetaan Area Terdampak Bencana pada BPBD Kota Samarinda. 7(5), 1–8.

Kusumaningrum, E. (2017). *Evaluasi Kriteria Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa Bumi*. 1–152. https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/27859/11914011 Evy Kusumaningrum.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Partisipasi, D., Menggunakan, M., Dasar, P., Geomatika, D. T., Teknik, F., & Lingkungan, S. (2017). DARI PEMETAAN FOTOGRAMETRI METODE FOTO FORMAT KECIL Yanto Budisusanto , Anggoro Wahyu Widodo , Agung Budi Cahyono. 1.

Pranadiarso, T., Hidayah, E., & Halik, G. (2022). Pemetaan Cepat Genangan Banjir Menggunakan Teknologi Remote Sensing. Rekayasa Sipil, 16(2), 132–141. https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2022.016.02.9

Prayogo, I. P. H., Manoppo, F. J., & Lefrandt, L. I. R. (2020). Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan Kerangka Ground Control Point (GCP). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, *10*(1), 6.

Suprojo, B., Rosyidi, F. A., & Pinuji, S. (2021). Pemetaan Tematik Dan Tata Ruang Kepulauan Lengkap Berbasis Sistem Informasi Geografis Agar Tercapainya Manajemen Pertanahan. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, *4*(2), 73–84. https://doi.org/10.14710/elipsoida.2021.15157

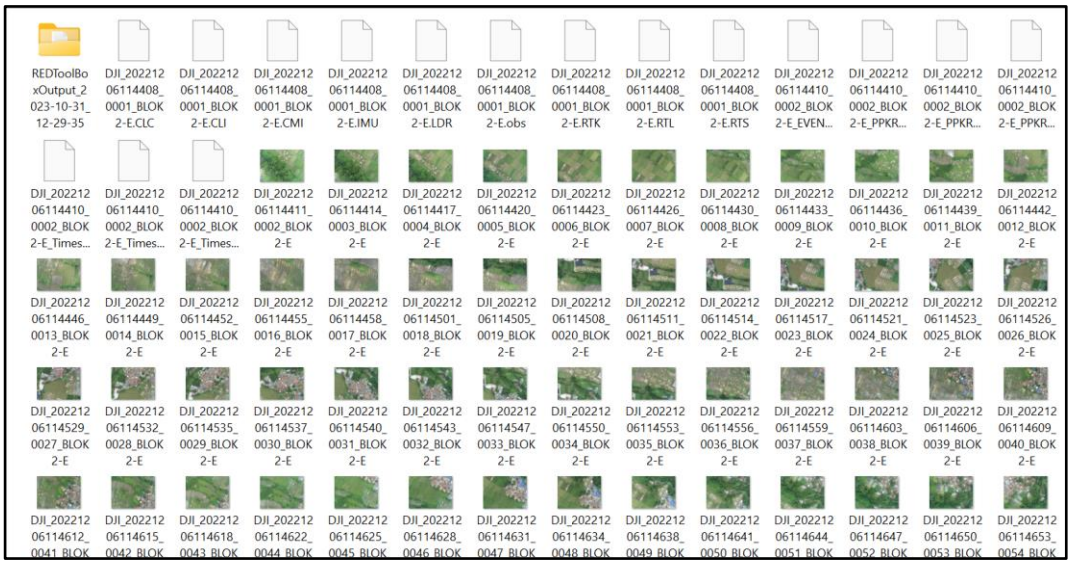
Supendi, P., Priyobudi, P., Jatnika, J., Sianipar, D., Ali, Y. H., Heryandoko, N., Daryono, D., Adi, S. P., Karnawati, D., Anugerah, S. D., Fatchurochman, I., & Sudrajat, A. (2022). Analisis gempa bumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5.6 tanggal 21 November 2022. Badan Meterorologi, Klimatologi, Dan Geofisika (BMKG), November, 1–4.

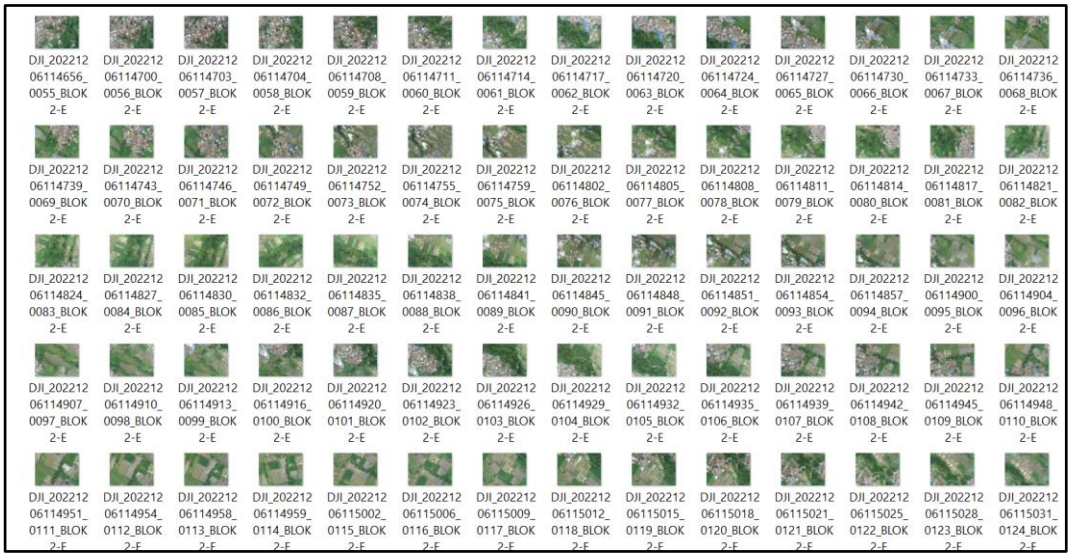
https://www.bmkg.go.id/berita/?p=42632&lang=ID&tag=cianjur.

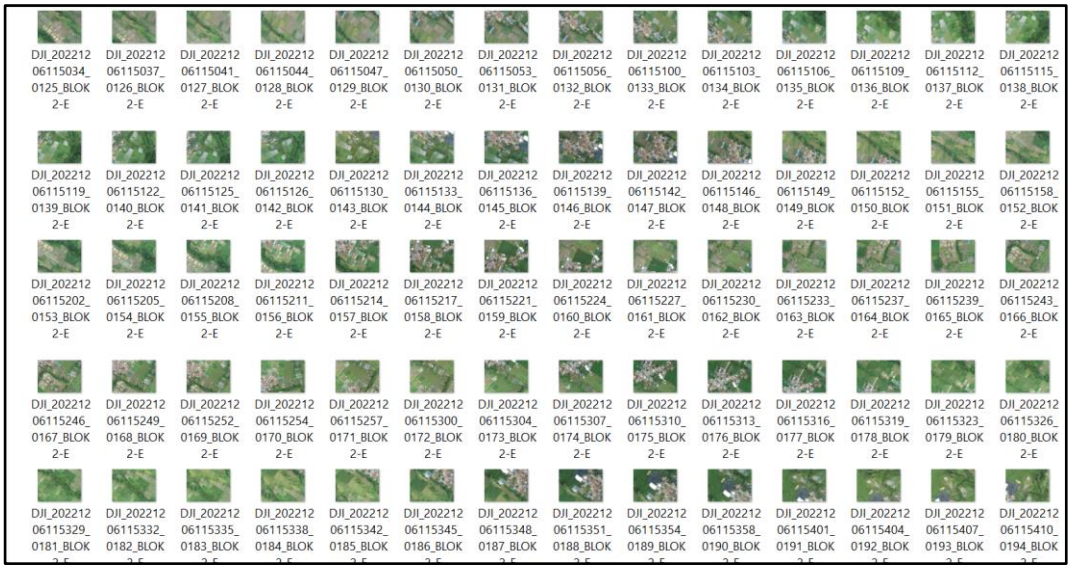
Wulan, T. R., Ambarwulan, W., Putra, A. S., Putra, M. D., Maryanto, D., Pinem, F., & Maulana, E. (2017). Pemetaan Cepat Kawasan Terdampak Bencana Longsor dan Banjir di Kabupaten Bangli, Provinsi Bali. *Majalah Geografi Indonesia*, *31*(2), 44. https://doi.org/10.22146/mgi.26230

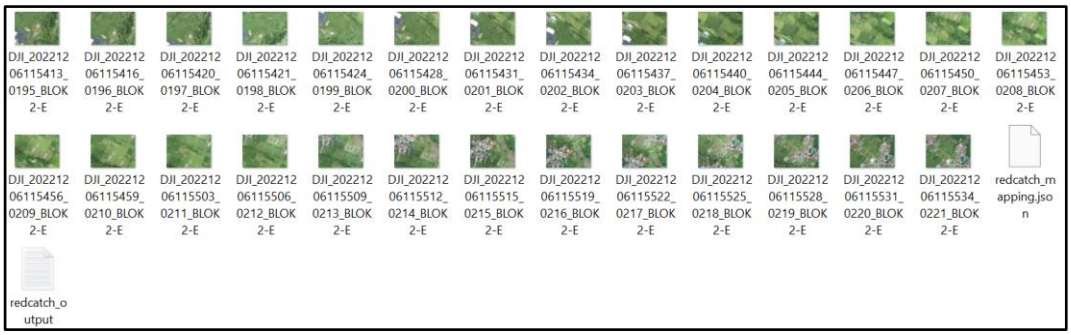
Zega, A. (2007). Peranan Geodesi dalam Mitigasi Bencana Alam. In *Jurnal Ilmiah IKIP Gunungsitoli* (Vol. 9, Issue 2, pp. 45–49).

LAMPIRAN

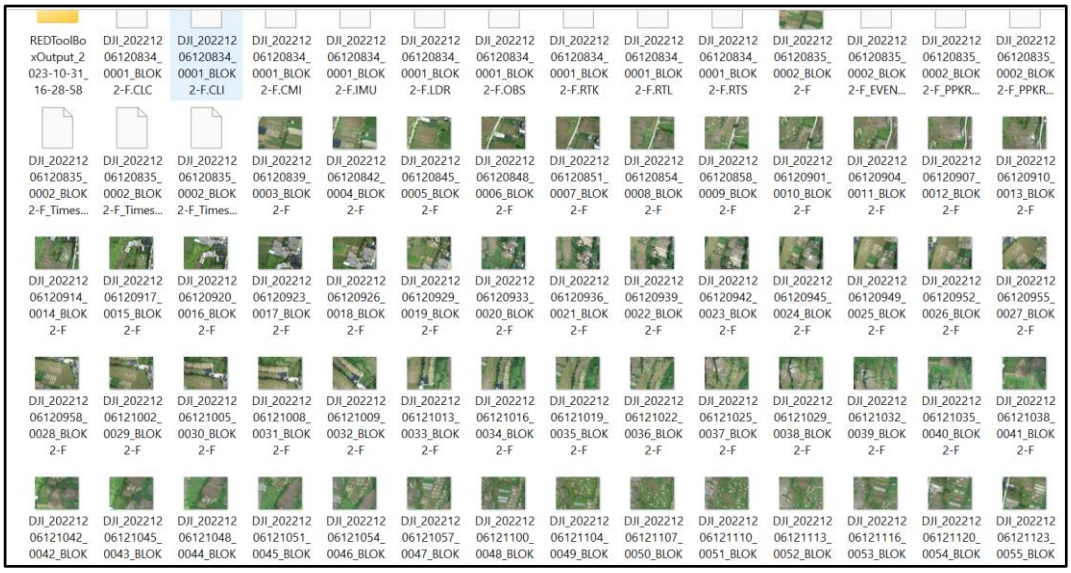

REDToolBoxOutput_2023-10-31_12-29-35
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.CLC
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.CLI
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.CMI
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.IMU
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.LDR
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.obs
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.RTK
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.RTL
DJI_20221206114408_0001_BLOK2-E.RTS
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_EVEN...
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_PPKR...
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_PPKR...
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_PPKR...
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_Times...
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_Times...
DJI_20221206114410_0002_BLOK2-E_Times...
DJI_20221206114411_0002_BLOK2-E
DJI_20221206114414_0003_BLOK2-E
DJI_20221206114417_0004_BLOK2-E
DJI_20221206114420_0005_BLOK2-E
DJI_20221206114423_0006_BLOK2-E
DJI_20221206114426_0007_BLOK2-E
DJI_20221206114430_0008_BLOK2-E
DJI_20221206114433_0009_BLOK2-E
DJI_20221206114436_0010_BLOK2-E
DJI_20221206114439_0011_BLOK2-E
DJI_20221206114442_0012_BLOK2-E
DJI_20221206114446_0013_BLOK2-E
DJI_20221206114449_0014_BLOK2-E
DJI_20221206114452_0015_BLOK2-E
DJI_20221206114455_0016_BLOK2-E
DJI_20221206114458_0017_BLOK2-E
DJI_20221206114501_0018_BLOK2-E
DJI_20221206114505_0019_BLOK2-E
DJI_20221206114508_0020_BLOK2-E
DJI_20221206114511_0021_BLOK2-E
DJI_20221206114514_0022_BLOK2-E
DJI_20221206114517_0023_BLOK2-E
DJI_20221206114521_0024_BLOK2-E
DJI_20221206114523_0025_BLOK2-E
DJI_20221206114526_0026_BLOK2-E
DJI_20221206114529_0027_BLOK2-E
DJI_20221206114532_0028_BLOK2-E
DJI_20221206114535_0029_BLOK2-E
DJI_20221206114537_0030_BLOK2-E
DJI_20221206114540_0031_BLOK2-E
DJI_20221206114543_0032_BLOK2-E
DJI_20221206114547_0033_BLOK2-E
DJI_20221206114550_0034_BLOK2-E
DJI_20221206114553_0035_BLOK2-E
DJI_20221206114556_0036_BLOK2-E
DJI_20221206114559_0037_BLOK2-E
DJI_20221206114603_0038_BLOK2-E
DJI_20221206114606_0039_BLOK2-E
DJI_20221206114609_0040_BLOK2-E
DJI_20221206114612_0041_BLOK
DJI_20221206114615_0042_BLOK
DJI_20221206114618_0043_BLOK
DJI_20221206114622_0044_BLOK
DJI_20221206114625_0045_BLOK
DJI_20221206114628_0046_BLOK
DJI_20221206114631_0047_BLOK
DJI_20221206114634_0048_BLOK
DJI_20221206114638_0049_BLOK
DJI_20221206114641_0050_BLOK
DJI_20221206114644_0051_BLOK
DJI_20221206114647_0052_BLOK
DJI_20221206114650_0053_BLOK
DJI_20221206114653_0054_BLOK

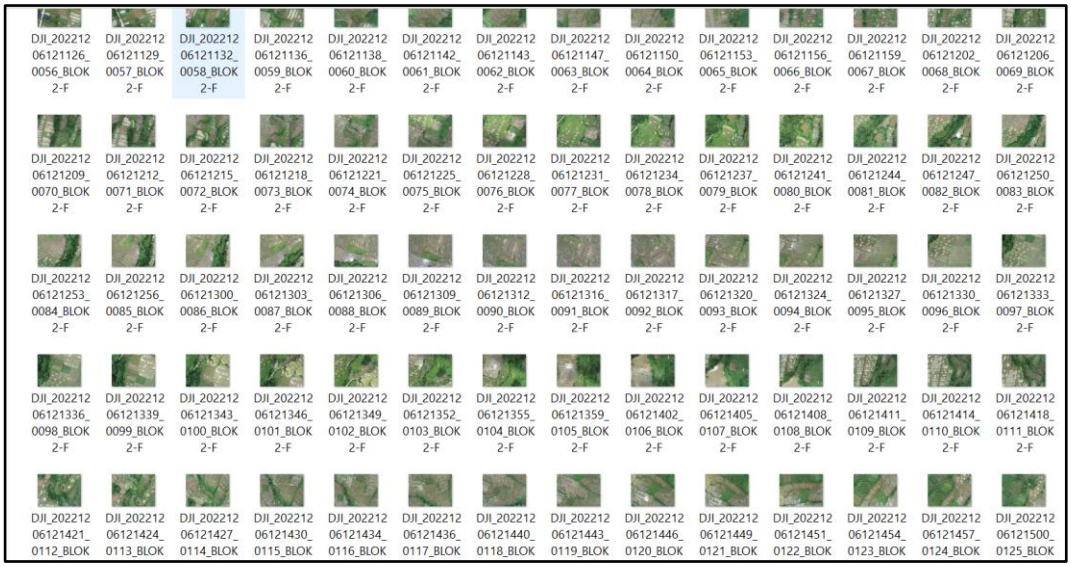

DJI_20221206114656_0055_BLOK2-E
DJI_20221206114700_0056_BLOK2-E
DJI_20221206114703_0057_BLOK2-E
DJI_20221206114704_0058_BLOK2-E
DJI_20221206114708_0059_BLOK2-E
DJI_20221206114711_0060_BLOK2-E
DJI_20221206114714_0061_BLOK2-E
DJI_20221206114717_0062_BLOK2-E
DJI_20221206114720_0063_BLOK2-E
DJI_20221206114724_0064_BLOK2-E
DJI_20221206114727_0065_BLOK2-E
DJI_20221206114730_0066_BLOK2-E
DJI_20221206114733_0067_BLOK2-E
DJI_20221206114736_0068_BLOK2-E
DJI_20221206114739_0069_BLOK2-E
DJI_20221206114743_0070_BLOK2-E
DJI_20221206114746_0071_BLOK2-E
DJI_20221206114749_0072_BLOK2-E
DJI_20221206114752_0073_BLOK2-E
DJI_20221206114755_0074_BLOK2-E
DJI_20221206114759_0075_BLOK2-E
DJI_20221206114802_0076_BLOK2-E
DJI_20221206114805_0077_BLOK2-E
DJI_20221206114808_0078_BLOK2-E
DJI_20221206114811_0079_BLOK2-E
DJI_20221206114814_0080_BLOK2-E
DJI_20221206114817_0081_BLOK2-E
DJI_20221206114821_0082_BLOK2-E
DJI_20221206114824_0083_BLOK2-E
DJI_20221206114827_0084_BLOK2-E
DJI_20221206114830_0085_BLOK2-E
DJI_20221206114832_0086_BLOK2-E
DJI_20221206114835_0087_BLOK2-E
DJI_20221206114838_0088_BLOK2-E
DJI_20221206114841_0089_BLOK2-E
DJI_20221206114845_0090_BLOK2-E
DJI_20221206114848_0091_BLOK2-E
DJI_20221206114851_0092_BLOK2-E
DJI_20221206114854_0093_BLOK2-E
DJI_20221206114857_0094_BLOK2-E
DJI_20221206114900_0095_BLOK2-E
DJI_20221206114904_0096_BLOK2-E
DJI_20221206114907_0097_BLOK2-E
DJI_20221206114910_0098_BLOK2-E
DJI_20221206114913_0099_BLOK2-E
DJI_20221206114916_0100_BLOK2-E
DJI_20221206114920_0101_BLOK2-E
DJI_20221206114923_0102_BLOK2-E
DJI_20221206114926_0103_BLOK2-E
DJI_20221206114929_0104_BLOK2-E
DJI_20221206114932_0105_BLOK2-E
DJI_20221206114935_0106_BLOK2-E
DJI_20221206114939_0107_BLOK2-E
DJI_20221206114942_0108_BLOK2-E
DJI_20221206114945_0109_BLOK2-E
DJI_20221206114948_0110_BLOK2-E
DJI_20221206114951_0111_BLOK2-E
DJI_20221206114954_0112_BLOK2-E
DJI_20221206114958_0113_BLOK2-E
DJI_20221206114959_0114_BLOK2-E
DJI_20221206115002_0115_BLOK2-E
DJI_20221206115006_0116_BLOK2-E
DJI_20221206115009_0117_BLOK2-E
DJI_20221206115012_0118_BLOK2-E
DJI_20221206115015_0119_BLOK2-E
DJI_20221206115018_0120_BLOK2-E
DJI_20221206115021_0121_BLOK2-E
DJI_20221206115025_0122_BLOK2-E
DJI_20221206115028_0123_BLOK2-E
DJI_20221206115031_0124_BLOK2-E

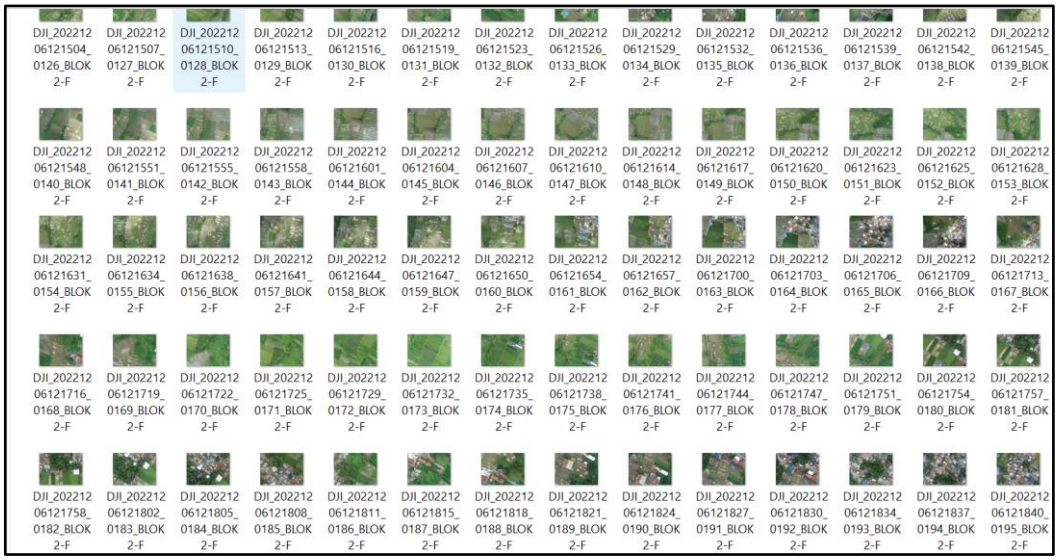


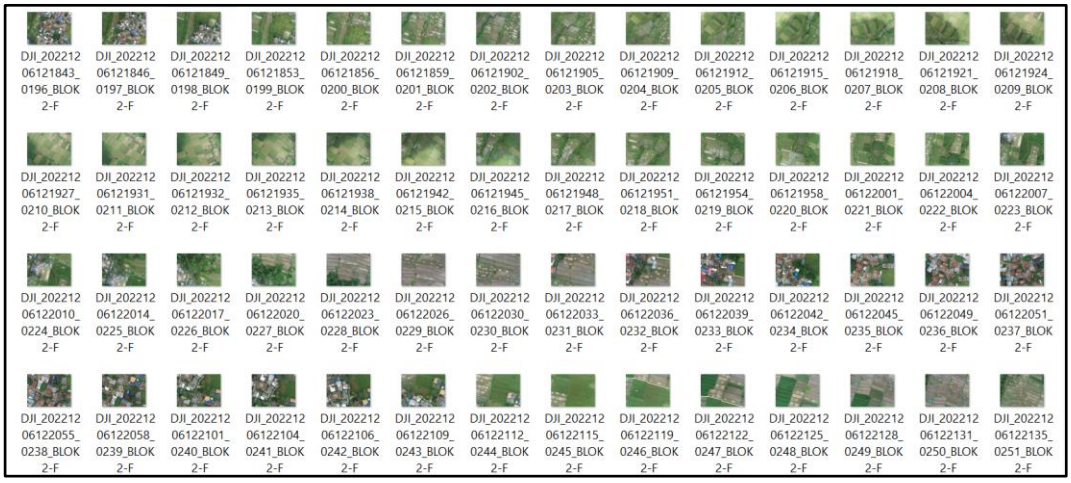


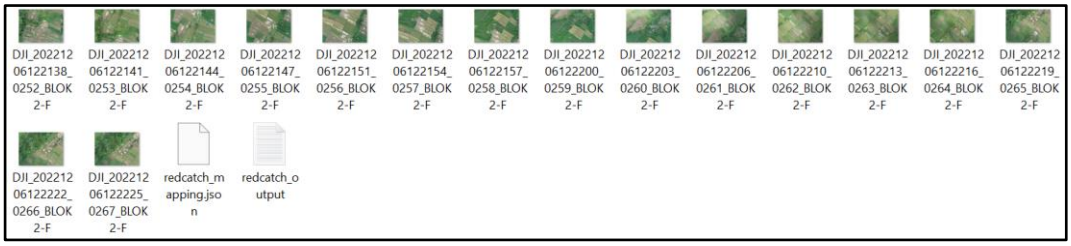
Lampiran 1 Data RAW Foto Udara Bagian 1



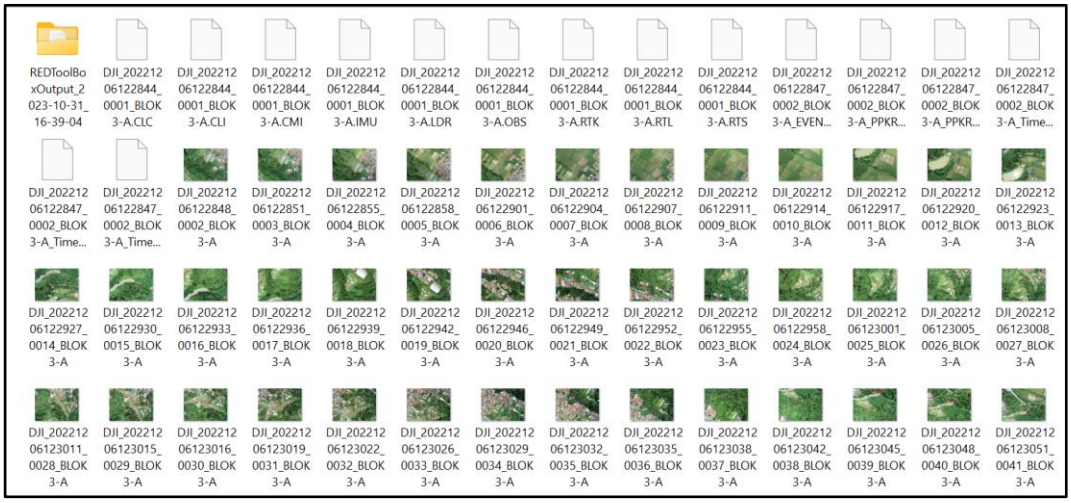

DJI_202212 06121126_ 0056_BLOK 2-F
DJI_202212 06121129_ 0057_BLOK 2-F
DJI_202212 06121132_ 0058_BLOK 2-F
DJI_202212 06121136_ 0059_BLOK 2-F
DJI_202212 06121138_ 0060_BLOK 2-F
DJI_202212 06121142_ 0061_BLOK 2-F
DJI_202212 06121143_ 0062_BLOK 2-F
DJI_202212 06121147_ 0063_BLOK 2-F
DJI_202212 06121150_ 0064_BLOK 2-F
DJI_202212 06121153_ 0065_BLOK 2-F
DJI_202212 06121156_ 0066_BLOK 2-F
DJI_202212 06121159_ 0067_BLOK 2-F
DJI_202212 06121202_ 0068_BLOK 2-F
DJI_202212 06121206_ 0069_BLOK 2-F
DJI_202212 06121209_ 0070_BLOK 2-F
DJI_202212 06121212_ 0071_BLOK 2-F
DJI_202212 06121215_ 0072_BLOK 2-F
DJI_202212 06121218_ 0073_BLOK 2-F
DJI_202212 06121221_ 0074_BLOK 2-F
DJI_202212 06121225_ 0075_BLOK 2-F
DJI_202212 06121228_ 0076_BLOK 2-F
DJI_202212 06121231_ 0077_BLOK 2-F
DJI_202212 06121234_ 0078_BLOK 2-F
DJI_202212 06121237_ 0079_BLOK 2-F
DJI_202212 06121241_ 0080_BLOK 2-F
DJI_202212 06121244_ 0081_BLOK 2-F
DJI_202212 06121247_ 0082_BLOK 2-F
DJI_202212 06121250_ 0083_BLOK 2-F
DJI_202212 06121253_ 0084_BLOK 2-F
DJI_202212 06121256_ 0085_BLOK 2-F
DJI_202212 06121300_ 0086_BLOK 2-F
DJI_202212 06121303_ 0087_BLOK 2-F
DJI_202212 06121306_ 0088_BLOK 2-F
DJI_202212 06121309_ 0089_BLOK 2-F
DJI_202212 06121312_ 0090_BLOK 2-F
DJI_202212 06121316_ 0091_BLOK 2-F
DJI_202212 06121317_ 0092_BLOK 2-F
DJI_202212 06121320_ 0093_BLOK 2-F
DJI_202212 06121324_ 0094_BLOK 2-F
DJI_202212 06121327_ 0095_BLOK 2-F
DJI_202212 06121330_ 0096_BLOK 2-F
DJI_202212 06121333_ 0097_BLOK 2-F
DJI_202212 06121336_ 0098_BLOK 2-F
DJI_202212 06121339_ 0099_BLOK 2-F
DJI_202212 06121343_ 0100_BLOK 2-F
DJI_202212 06121346_ 0101_BLOK 2-F
DJI_202212 06121349_ 0102_BLOK 2-F
DJI_202212 06121352_ 0103_BLOK 2-F
DJI_202212 06121355_ 0104_BLOK 2-F
DJI_202212 06121359_ 0105_BLOK 2-F
DJI_202212 06121402_ 0106_BLOK 2-F
DJI_202212 06121405_ 0107_BLOK 2-F
DJI_202212 06121408_ 0108_BLOK 2-F
DJI_202212 06121411_ 0109_BLOK 2-F
DJI_202212 06121414_ 0110_BLOK 2-F
DJI_202212 06121418_ 0111_BLOK 2-F
DJI_202212 06121421_ 0112_BLOK
DJI_202212 06121424_ 0113_BLOK
DJI_202212 06121427_ 0114_BLOK
DJI_202212 06121430_ 0115_BLOK
DJI_202212 06121434_ 0116_BLOK
DJI_202212 06121436_ 0117_BLOK
DJI_202212 06121440_ 0118_BLOK
DJI_202212 06121443_ 0119_BLOK
DJI_202212 06121446_ 0120_BLOK
DJI_202212 06121449_ 0121_BLOK
DJI_202212 06121451_ 0122_BLOK
DJI_202212 06121454_ 0123_BLOK
DJI_202212 06121457_ 0124_BLOK
DJI_202212 06121500_ 0125_BLOK

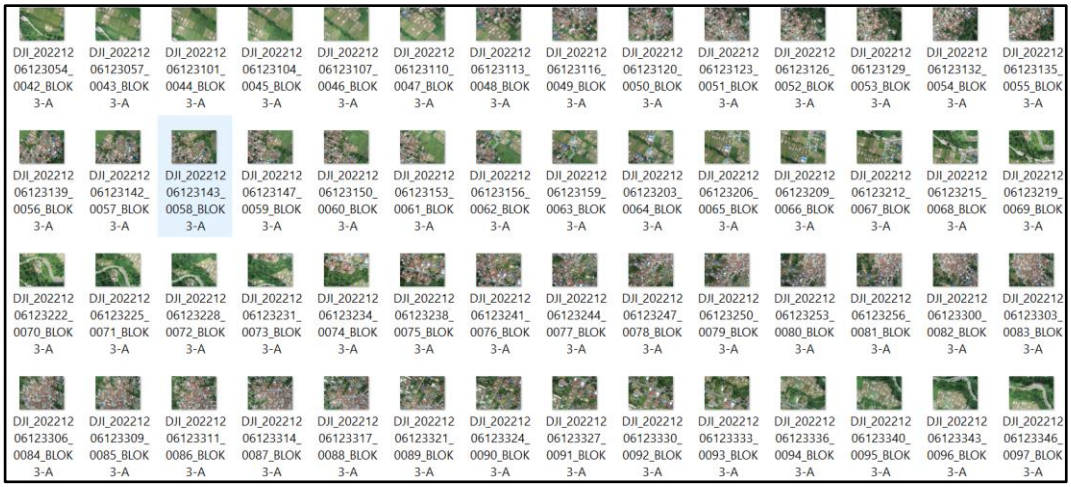

DJI_202212 06121504_ 0126_BLOK 2-F
DJI_202212 06121507_ 0127_BLOK 2-F
DJI_202212 06121510_ 0128_BLOK 2-F
DJI_202212 06121513_ 0129_BLOK 2-F
DJI_202212 06121516_ 0130_BLOK 2-F
DJI_202212 06121519_ 0131_BLOK 2-F
DJI_202212 06121523_ 0132_BLOK 2-F
DJI_202212 06121526_ 0133_BLOK 2-F
DJI_202212 06121529_ 0134_BLOK 2-F
DJI_202212 06121532_ 0135_BLOK 2-F
DJI_202212 06121536_ 0136_BLOK 2-F
DJI_202212 06121539_ 0137_BLOK 2-F
DJI_202212 06121542_ 0138_BLOK 2-F
DJI_202212 06121545_ 0139_BLOK 2-F
DJI_202212 06121548_ 0140_BLOK 2-F
DJI_202212 06121551_ 0141_BLOK 2-F
DJI_202212 06121555_ 0142_BLOK 2-F
DJI_202212 06121558_ 0143_BLOK 2-F
DJI_202212 06121601_ 0144_BLOK 2-F
DJI_202212 06121604_ 0145_BLOK 2-F
DJI_202212 06121607_ 0146_BLOK 2-F
DJI_202212 06121610_ 0147_BLOK 2-F
DJI_202212 06121614_ 0148_BLOK 2-F
DJI_202212 06121617_ 0149_BLOK 2-F
DJI_202212 06121620_ 0150_BLOK 2-F
DJI_202212 06121623_ 0151_BLOK 2-F
DJI_202212 06121625_ 0152_BLOK 2-F
DJI_202212 06121628_ 0153_BLOK 2-F
DJI_202212 06121631_ 0154_BLOK 2-F
DJI_202212 06121634_ 0155_BLOK 2-F
DJI_202212 06121638_ 0156_BLOK 2-F
DJI_202212 06121641_ 0157_BLOK 2-F
DJI_202212 06121644_ 0158_BLOK 2-F
DJI_202212 06121647_ 0159_BLOK 2-F
DJI_202212 06121650_ 0160_BLOK 2-F
DJI_202212 06121654_ 0161_BLOK 2-F
DJI_202212 06121657_ 0162_BLOK 2-F
DJI_202212 06121700_ 0163_BLOK 2-F
DJI_202212 06121703_ 0164_BLOK 2-F
DJI_202212 06121706_ 0165_BLOK 2-F
DJI_202212 06121709_ 0166_BLOK 2-F
DJI_202212 06121713_ 0167_BLOK 2-F
DJI_202212 06121716_ 0168_BLOK 2-F
DJI_202212 06121719_ 0169_BLOK 2-F
DJI_202212 06121722_ 0170_BLOK 2-F
DJI_202212 06121725_ 0171_BLOK 2-F
DJI_202212 06121729_ 0172_BLOK 2-F
DJI_202212 06121732_ 0173_BLOK 2-F
DJI_202212 06121735_ 0174_BLOK 2-F
DJI_202212 06121738_ 0175_BLOK 2-F
DJI_202212 06121741_ 0176_BLOK 2-F
DJI_202212 06121744_ 0177_BLOK 2-F
DJI_202212 06121747_ 0178_BLOK 2-F
DJI_202212 06121751_ 0179_BLOK 2-F
DJI_202212 06121754_ 0180_BLOK 2-F
DJI_202212 06121757_ 0181_BLOK 2-F
DJI_202212 06121758_ 0182_BLOK 2-F
DJI_202212 06121802_ 0183_BLOK 2-F
DJI_202212 06121805_ 0184_BLOK 2-F
DJI_202212 06121808_ 0185_BLOK 2-F
DJI_202212 06121811_ 0186_BLOK 2-F
DJI_202212 06121815_ 0187_BLOK 2-F
DJI_202212 06121818_ 0188_BLOK 2-F
DJI_202212 06121821_ 0189_BLOK 2-F
DJI_202212 06121824_ 0190_BLOK 2-F
DJI_202212 06121827_ 0191_BLOK 2-F
DJI_202212 06121830_ 0192_BLOK 2-F
DJI_202212 06121834_ 0193_BLOK 2-F
DJI_202212 06121837_ 0194_BLOK 2-F
DJI_202212 06121840_ 0195_BLOK 2-F

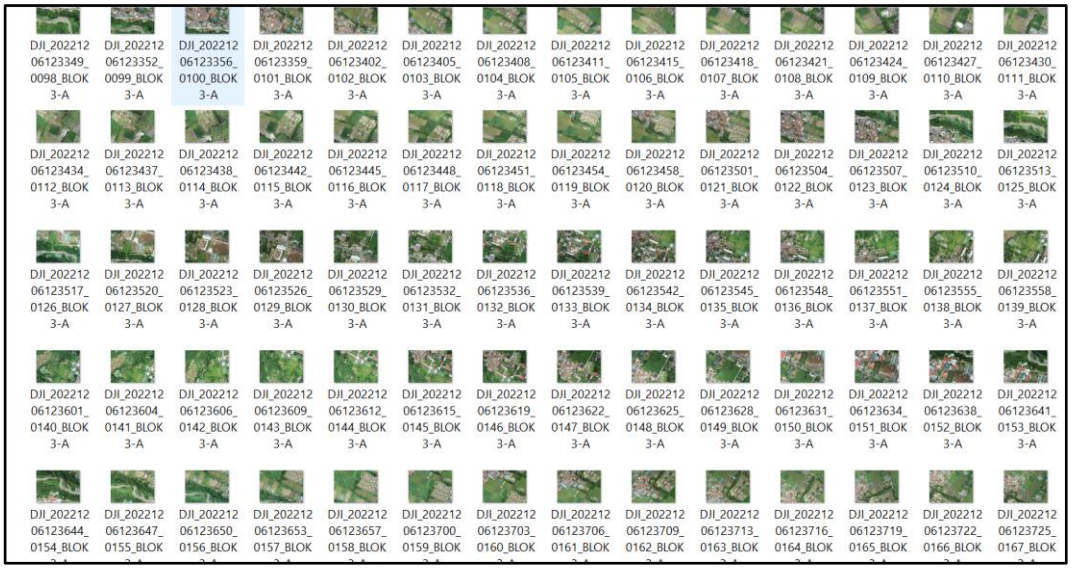

DJI_202212 06121843_ 0196_BLOK 2-F
DJI_202212 06121846_ 0197_BLOK 2-F
DJI_202212 06121849_ 0198_BLOK 2-F
DJI_202212 06121853_ 0199_BLOK 2-F
DJI_202212 06121856_ 0200_BLOK 2-F
DJI_202212 06121859_ 0201_BLOK 2-F
DJI_202212 06121902_ 0202_BLOK 2-F
DJI_202212 06121905_ 0203_BLOK 2-F
DJI_202212 06121909_ 0204_BLOK 2-F
DJI_202212 06121912_ 0205_BLOK 2-F
DJI_202212 06121915_ 0206_BLOK 2-F
DJI_202212 06121918_ 0207_BLOK 2-F
DJI_202212 06121921_ 0208_BLOK 2-F
DJI_202212 06121924_ 0209_BLOK 2-F
DJI_202212 06121927_ 0210_BLOK 2-F
DJI_202212 06121931_ 0211_BLOK 2-F
DJI_202212 06121932_ 0212_BLOK 2-F
DJI_202212 06121935_ 0213_BLOK 2-F
DJI_202212 06121938_ 0214_BLOK 2-F
DJI_202212 06121942_ 0215_BLOK 2-F
DJI_202212 06121945_ 0216_BLOK 2-F
DJI_202212 06121948_ 0217_BLOK 2-F
DJI_202212 06121951_ 0218_BLOK 2-F
DJI_202212 06121954_ 0219_BLOK 2-F
DJI_202212 06121958_ 0220_BLOK 2-F
DJI_202212 06122001_ 0221_BLOK 2-F
DJI_202212 06122004_ 0222_BLOK 2-F
DJI_202212 06122007_ 0223_BLOK 2-F
DJI_202212 06122010_ 0224_BLOK 2-F
DJI_202212 06122014_ 0225_BLOK 2-F
DJI_202212 06122017_ 0226_BLOK 2-F
DJI_202212 06122020_ 0227_BLOK 2-F
DJI_202212 06122023_ 0228_BLOK 2-F
DJI_202212 06122026_ 0229_BLOK 2-F
DJI_202212 06122030_ 0230_BLOK 2-F
DJI_202212 06122033_ 0231_BLOK 2-F
DJI_202212 06122036_ 0232_BLOK 2-F
DJI_202212 06122039_ 0233_BLOK 2-F
DJI_202212 06122042_ 0234_BLOK 2-F
DJI_202212 06122045_ 0235_BLOK 2-F
DJI_202212 06122049_ 0236_BLOK 2-F
DJI_202212 06122051_ 0237_BLOK 2-F
DJI_202212 06122055_ 0238_BLOK 2-F
DJI_202212 06122058_ 0239_BLOK 2-F
DJI_202212 06122101_ 0240_BLOK 2-F
DJI_202212 06122104_ 0241_BLOK 2-F
DJI_202212 06122106_ 0242_BLOK 2-F
DJI_202212 06122109_ 0243_BLOK 2-F
DJI_202212 06122112_ 0244_BLOK 2-F
DJI_202212 06122115_ 0245_BLOK 2-F
DJI_202212 06122119_ 0246_BLOK 2-F
DJI_202212 06122122_ 0247_BLOK 2-F
DJI_202212 06122125_ 0248_BLOK 2-F
DJI_202212 06122128_ 0249_BLOK 2-F
DJI_202212 06122131_ 0250_BLOK 2-F
DJI_202212 06122135_ 0251_BLOK 2-F

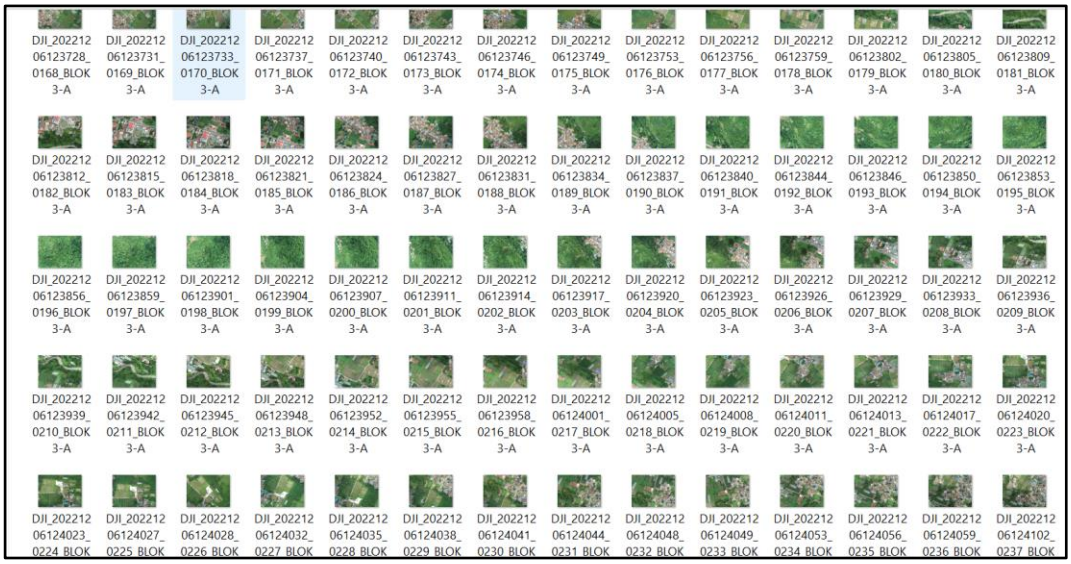


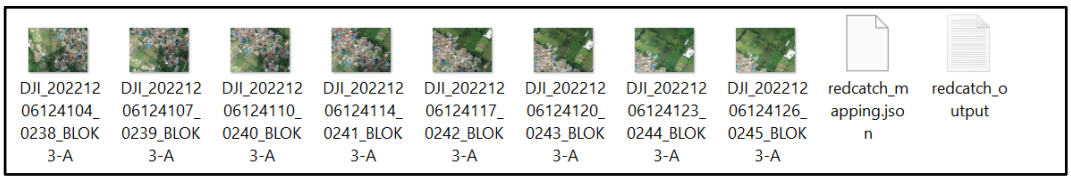
Lampiran 2 Data RAW Foto Udara Bagian 2



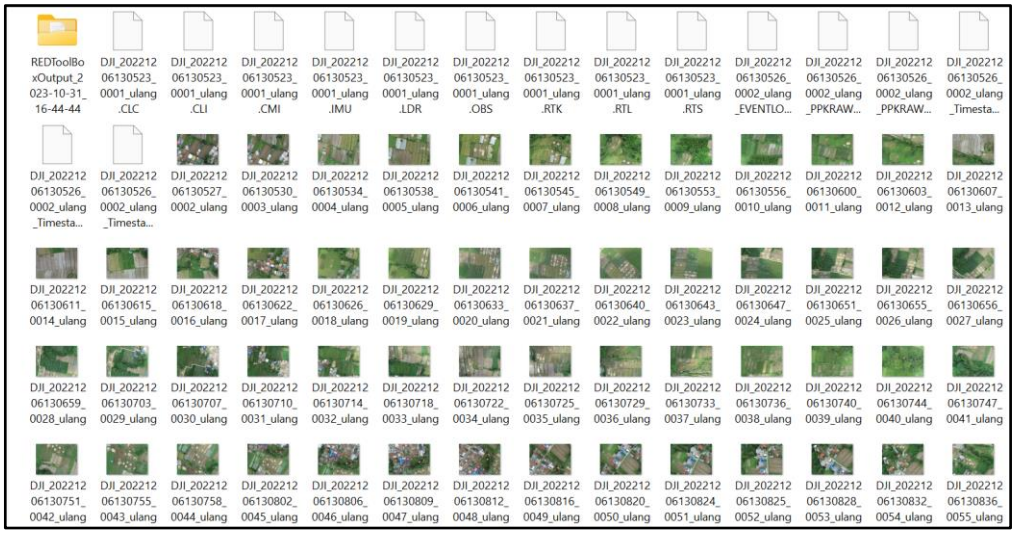


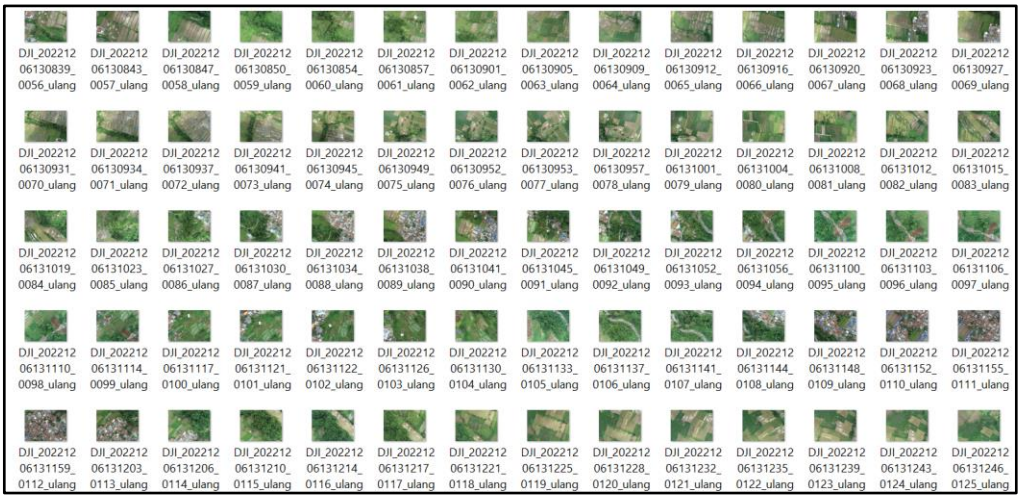


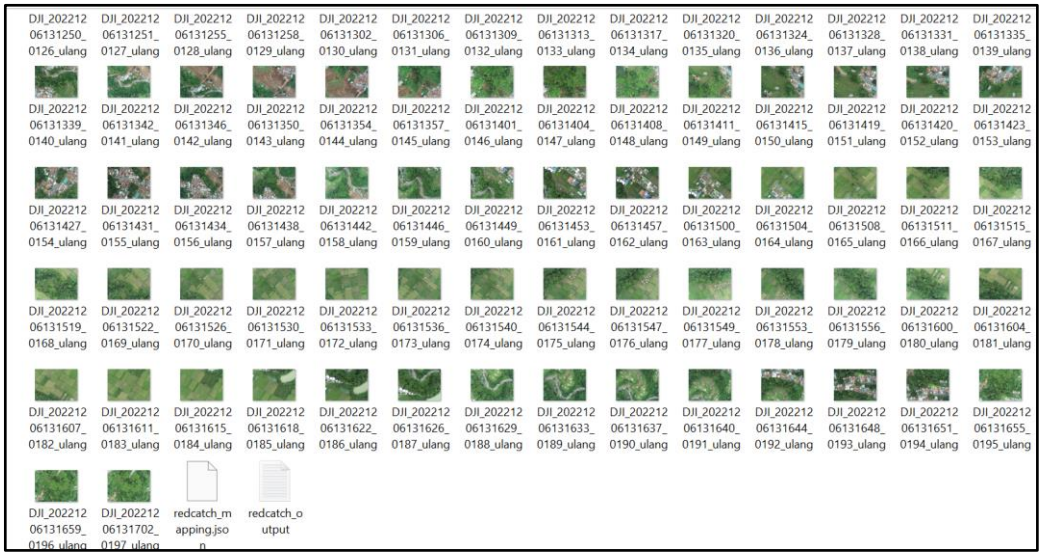




Lampiran 3 Data RAW Foto Udara Bagian 3







Lampiran 4 Data RAW Foto Udara Bagian 4

EP800 (8.8mm)

892 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	**4864 x 3648**	**8.8 mm**	**2.61 x 2.61 µm**

	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	**3395.87**	2.7	1.00	-0.02	-0.16	-0.21	0.19	-0.21	-0.37	-0.35
Cx	**-11.7561**	0.065		1.00	0.04	0.02	-0.00	0.00	0.23	0.01
Cy	**-3.8906**	0.05			1.00	0.03	-0.03	0.04	0.03	0.49
K1	**-0.00743526**	4.8e-05				1.00	-0.73	0.68	0.05	0.03
K2	**0.00572119**	9.8e-05					1.00	-0.98	-0.06	-0.06
K3	**-0.00362868**	8.3e-05						1.00	0.06	0.06
P1	**-0.00112774**	2.5e-06							1.00	0.11
P2	**-0.00141046**	3.1e-06								1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Lampiran 5 Parameter Kalibrasi *Bundle Adjusment*

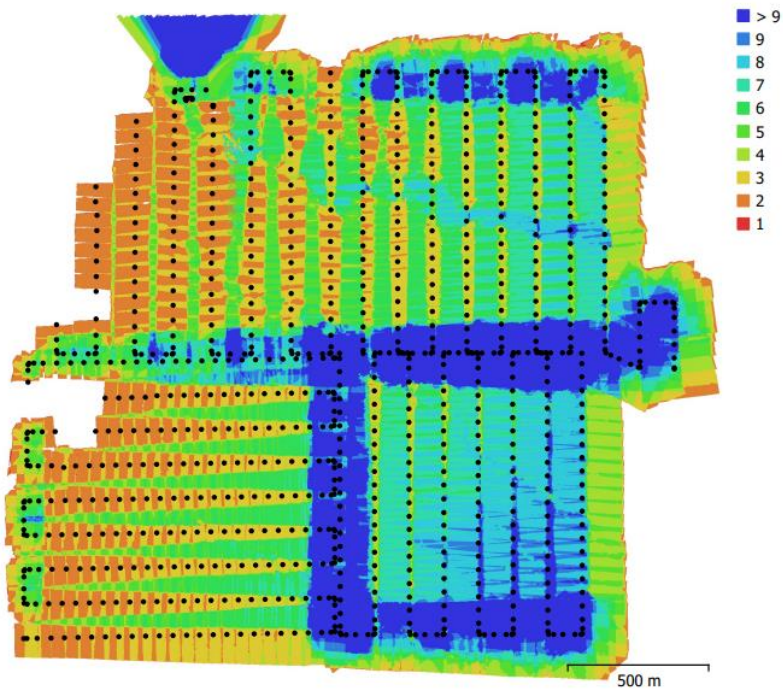


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	892	Camera stations:	892
Flying altitude:	148 m	Tie points:	1,000,169
Ground resolution:	4.22 cm/pix	Projections:	2,946,719
Coverage area:	4.67 km²	Reprojection error:	1.27 pix

Lampiran 6 *Ground Resolution*

Digital Elevation Model

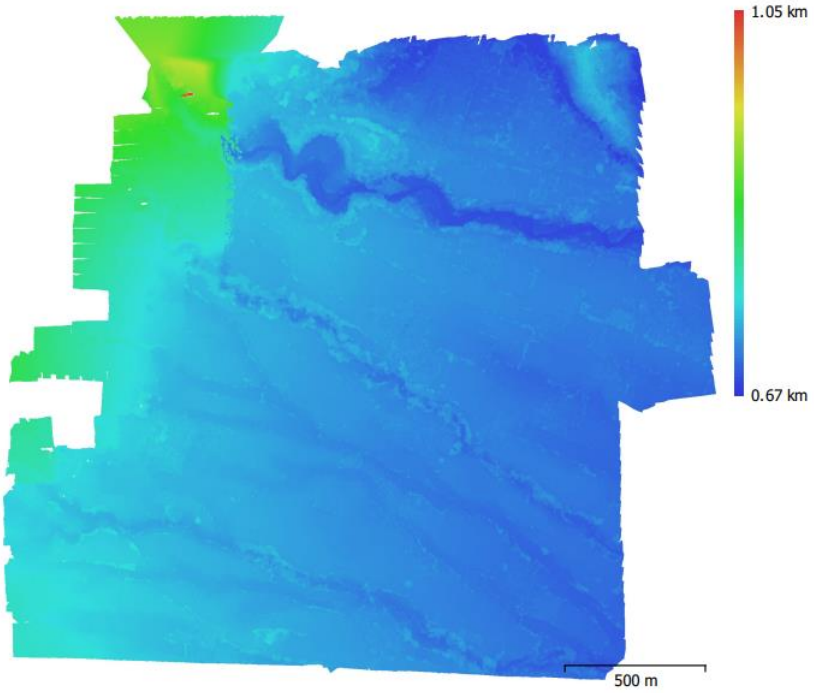


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution:	16.9 cm/pix
Point density:	35 points/m²

Lampiran 7 *Reconstructed Digital Elevation Model*

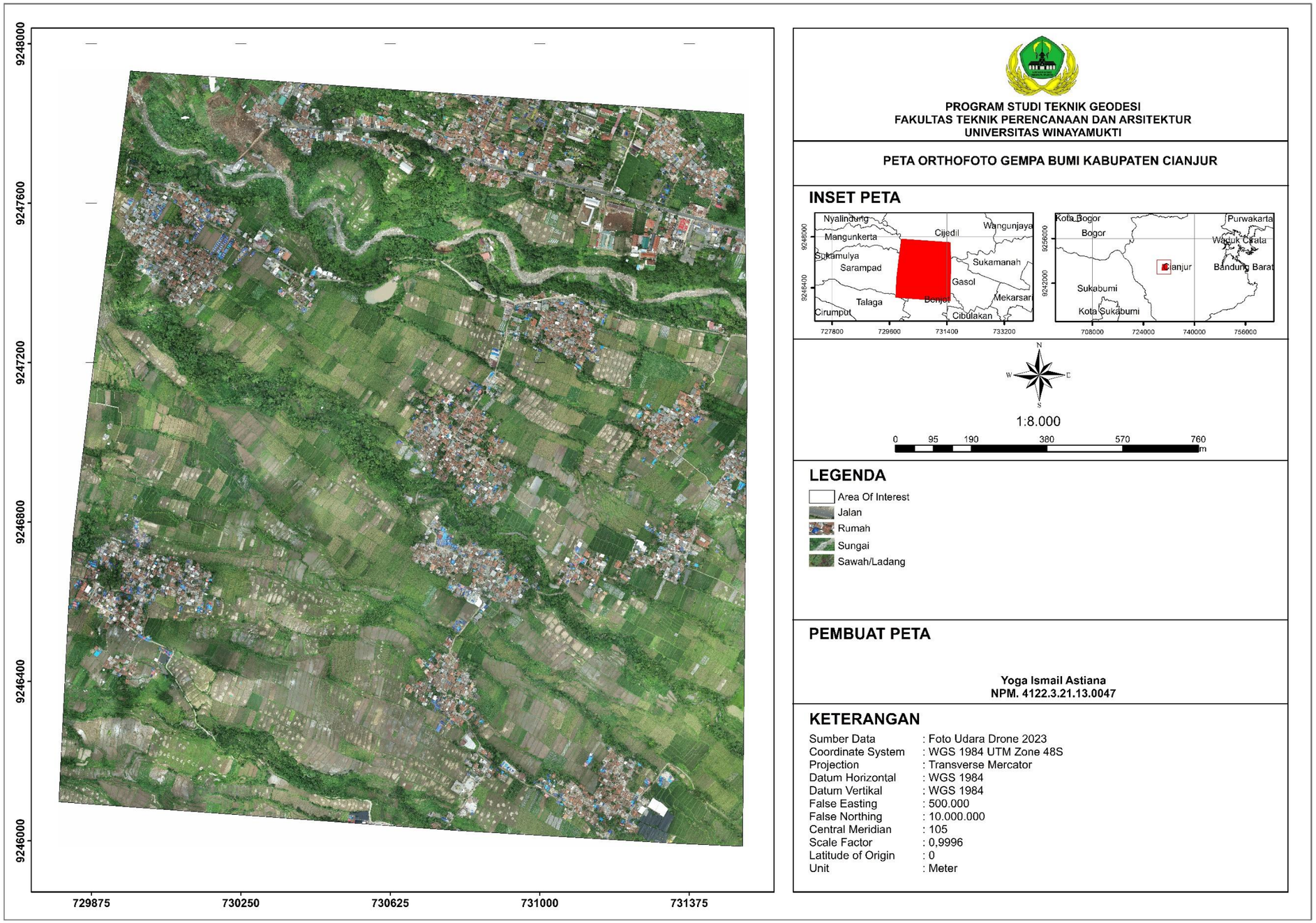
Processing Parameters

General	
Cameras	892
Aligned cameras	892
Coordinate system	WGS 84 (EPSG::4326)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll
Tie Points	
Points	1,000,169 of 1,171,008
RMS reprojection error	0.346941 (1.27022 pix)
Max reprojection error	1.12589 (70.8647 pix)
Mean key point size	3.56361 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	6.70 GB
Average tie point multiplicity	3.1772
Alignment parameters	
Accuracy	High
Generic preselection	No
Reference preselection	Source
Key point limit	100,000
Key point limit per Mpx	1,000
Tie point limit	4,000
Exclude stationary tie points	Yes
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	31 minutes 0 seconds
Matching memory usage	15.70 GB
Alignment time	10 minutes 28 seconds
Alignment memory usage	830.50 MB
Date created	2023:12:08 10:57:08
Software version	2.0.2.16102
File size	97.34 MB
Point Cloud	
Points	191,978,547
Coordinate precision	4.22 cm
Point attributes	
Color	3 bands, uint8
Normal	
Point classes	
Created (never classified)	191,978,547
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	16
Processing time	4 minutes 5 seconds
Point cloud generation parameters	
Processing time	14 minutes 3 seconds
Date created	2023:12:08 11:52:10
Software version	2.0.2.16102
File size	2.46 GB
Model	
Faces	38,079,752

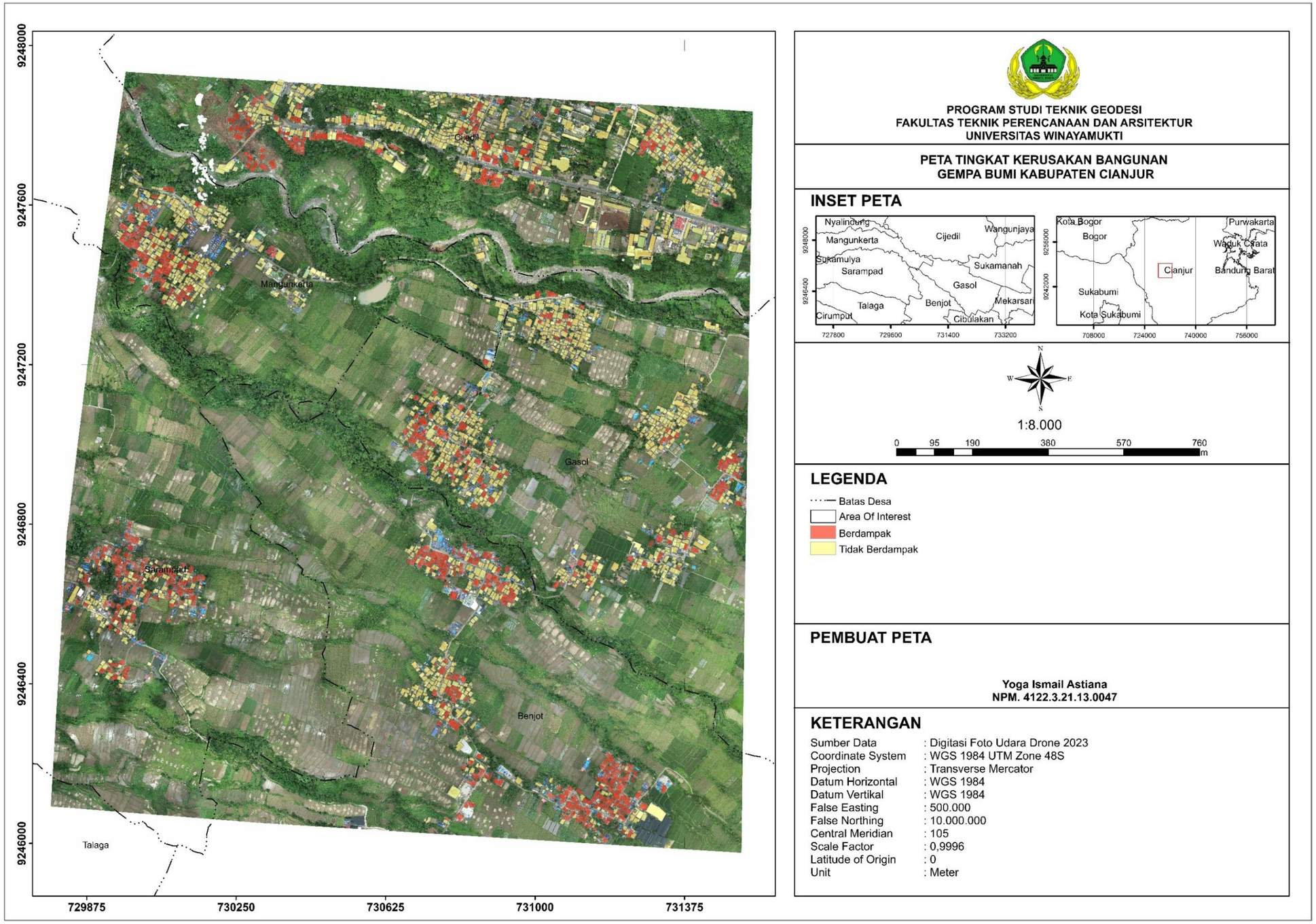
Vertices	19,055,765
Vertex colors	3 bands, uint8
Texture	4,096 x 4,096, 4 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	16
Processing time	4 minutes 5 seconds
Point cloud generation parameters	
Processing time	14 minutes 3 seconds
Reconstruction parameters	
Surface type	Height field
Source data	Point cloud
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	No
Processing time	12 minutes 4 seconds
Memory usage	8.17 GB
Texturing parameters	
Mapping mode	Adaptive orthophoto
Blending mode	Mosaic
Texture size	4,096
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	Yes
UV mapping time	1 minutes 55 seconds
UV mapping memory usage	5.26 GB
Blending time	14 minutes 20 seconds
Blending memory usage	6.14 GB
Blending GPU memory usage	2.21 GB
Date created	2023:12:08 11:58:45
Software version	2.0.2.16102
File size	1.60 GB
EM	
Size	14,987 x 13,560
Coordinate system	WGS 84 (EPSG::4326)
Reconstruction parameters	
Source data	Point cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	1 minutes 20 seconds
Memory usage	312.56 MB
Date created	2023:12:08 12:17:18
Software version	2.0.2.16102
File size	608.30 MB
rthomosaic	
Size	59,947 x 54,240
Coordinate system	WGS 84 (EPSG::4326)
Colors	3 bands, uint8
Reconstruction parameters	
Blending mode	Mosaic
Surface	DEM
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	No
Processing time	20 minutes 11 seconds
Memory usage	1.48 GB
Date created	2023:12:11 08:52:13
Software version	2.0.2.16102
File size	19.58 GB

System	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	2.0.2 build 16102
OS	Windows 64 bit
RAM	127.78 GB
CPU	13th Gen Intel(R) Core(TM) i9-13900K
GPU(s)	NVIDIA GeForce RTX 4070
	NVIDIA GeForce RTX 4070

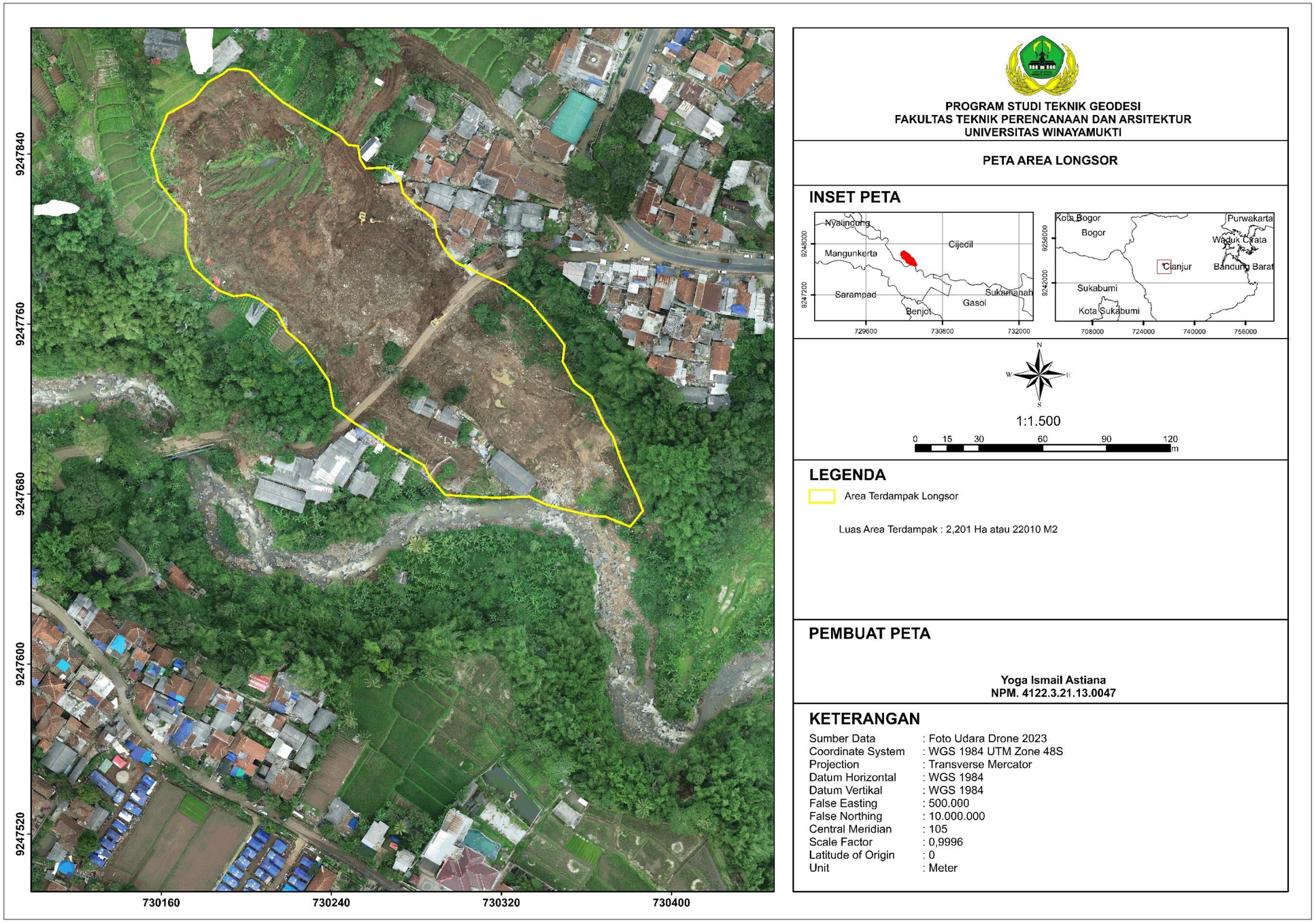
Lampiran 8 *Processing parameters*



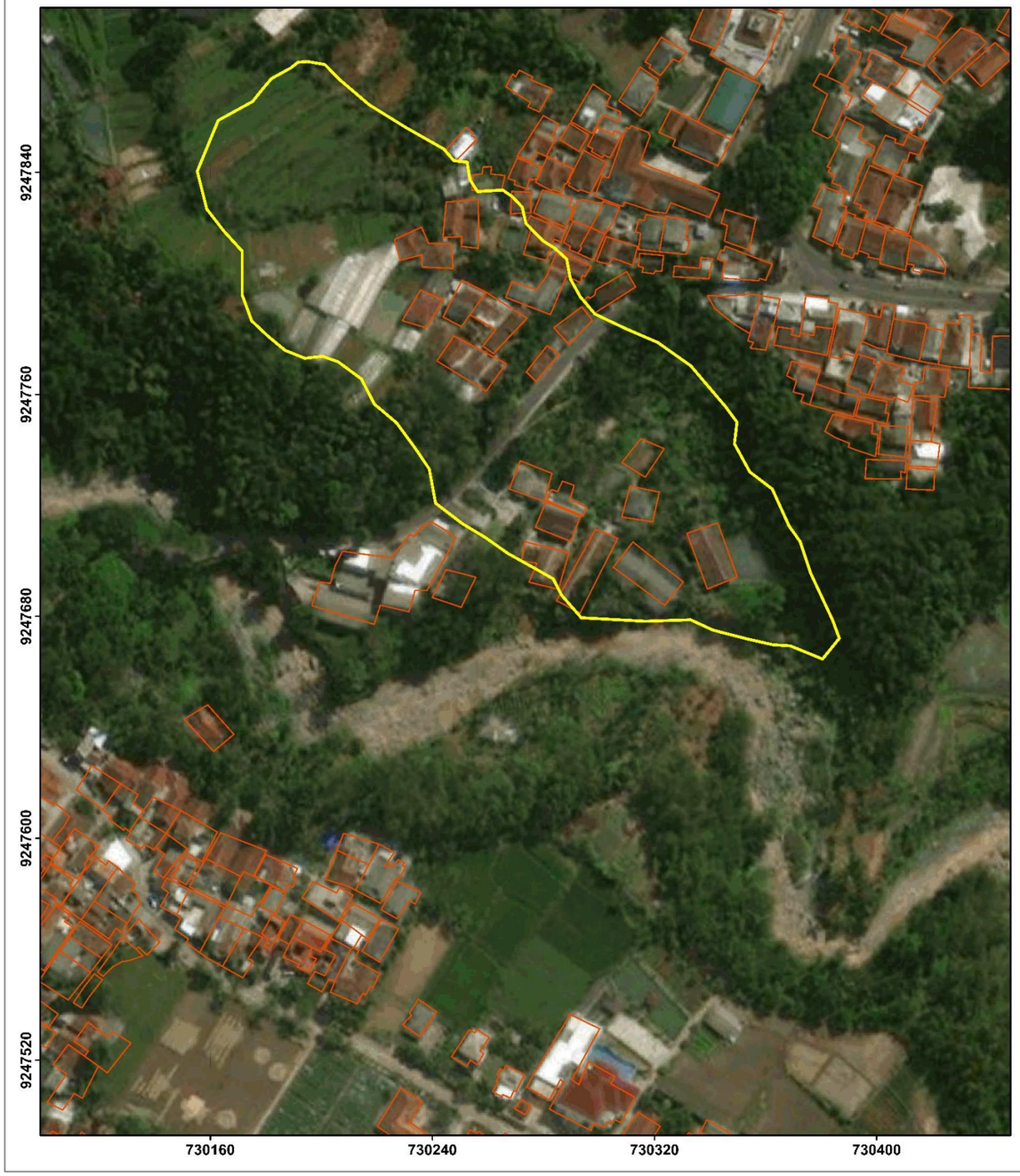
Lampiran 9 Peta Orthofoto Gempa Bumi Cianjur



Lampiran 10 Peta Tingkat Kersuakan Bangunan



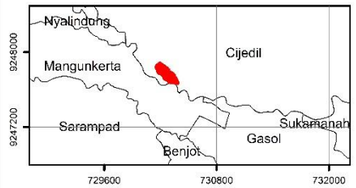
Lampiran 11 Peta Luas Dan Area Longsor

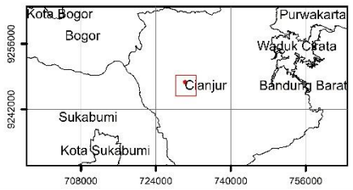


PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN ARSITEKTUR
UNIVERSITAS WINAYAMUKTI

PETA AREA LONGSOR

INSET PETA





1:1.500

0 15 30 60 90 120 m

LEGENDA

Area Terdampak Longsor
Rumah

Luas Area Terdampak : 2,201 Ha atau 22010 M2

PEMBUAT PETA

Yoga Ismail Astiana
NPM. 4122.3.21.13.0047

KETERANGAN

Sumber Data	: Citra Satelit Imagery 2022
Coordinate System	: WGS 1984 UTM Zone 48S
Projection	: Transverse Mercator
Datum Horizontal	: WGS 1984
Datum Vertikal	: WGS 1984
False Easting	: 500.000
False Northing	: 10.000.000
Central Meridian	: 105
Scale Factor	: 0,9996
Latitude of Origin	: 0
Unit	: Meter

Lampiran 12 Peta Bangunan Terdampak Longsor