

**UJI KETELITIAN PETA FOTO HASIL PEMOTRETAN
MENGUNAKAN KAMERA NON METRIK DAN WAHANA**

UAV VTOL

(Studi di Desa Pekutatan, Kecamatan Pekutatan, Kabupaten Jembrana)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan Bidang Pertanahan

Pada Program Studi Diploma IV Pertanahan Konsentrasi Perpetaan



Disusun Oleh :

PANDU KUNCORO ADMAJA

NIT. 17263075

JURUSAN PERPETAAN

Pembimbing I : Ir. Eko Budi Wahyono, M.Si.
Pembimbing II : Harvini Wulansari, S.T.,M.Sc.
Pembahas I : Tanjung Nugroho, S.T., M.Si.
Pembahas II : Dr.Ir . Senthot Sudirman , M.S.

**SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL
KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/**

BADAN PERTANAHAN NASIONAL

2021

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebijakan Satu Peta (*One Map Policy*) merupakan terobosan kebijakan Pemerintah Republik Indonesia di era Pemerintahan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono yang dibuat dalam rangka mendukung pelaksanaan Rencana Pembangunan Nasional Jangka Panjang Nasional (RPJPN) tahun 2005-2025. Kebijakan ini terus berlanjut hingga pada masa Pemerintahan Presiden Joko Widodo, kebijakan ini kemudian dipertegas lagi ke dalam Perpres Nomor 9 Tahun 2016 (Perpres KSP) sebagai tindak lanjut diterbitkannya paket kebijakan Ekonomi VIII pada tahun 2015 untuk mengatasi banyaknya tumpang tindih penggunaan lahan di daerah yang menghambat pertumbuhan ekonomi karena tidak adanya kepastian penyediaan lahan untuk investasi pembangunan (Nurwadjedi, 2019).

Berbagai aspek teknis dan strategis akan ditingkatkan guna mendukung kebijakan satu peta pasca tahun 2019, sehingga Kebijakan Satu Peta akan dapat terus berkembang, mutakhir dan bermanfaat serta dapat mendukung perencanaan pembangunan berbasis spasial (KaBIG, 2018). Arah kebijakan satu peta pasca tahun 2019 adalah dimulai dengan penyusunan *grand design* jangka menengah, peningkatan dan pemutakhiran jumlah peta tematik, peningkatan ketelitian peta serta melakukan sinkronisasi data geospasial. Salah satu arah kebijakan satu peta adalah melakukan peningkatan ketelitian peta yang dilakukan dengan cara menyediakan Peta Dasar skala besar dan menyiapkan regulasi dan standarisasi pemetaan yang dilakukan. Di Indonesia sendiri penggunaan Peta Dasar skala besar dipergunakan untuk berbagai kepentingan antara lain untuk pemetaan desa, penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), pengelolaan Kawasan Gambut, pembangunan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) , pembangunan *Smart City*, percepatan Pemsertipikatan Tanah, serta mitigasi dan adaptasi bencana (BIG, 2018).

Untuk menjamin akurasi peta dalam pembuatan Peta Dasar, BIG menerbitkan Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar dan Peraturan Kepala BIG Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar (BIG, 2018). Ketelitian Peta Dasar tersebut mencakup ketelitian horizontal dan vertikal yang dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu kelas 1, kelas 2, dan kelas 3 untuk skala 1: 1000.000 sampai dengan skala 1: 1000. Selain ditetapkannya standar ketelitian Peta Dasar pada kedua peraturan tersebut, Badan Informasi Geospasial juga menerbitkan satu peraturan tambahan lagi yaitu, Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 yang mengatur tentang Standar Pengumpulan Informasi Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar. Pada peraturan tersebut diatur tentang pedoman pengumpulan data geospasial dasar skala besar dengan metode fotogrametri melalui proses pemotretan menggunakan wahana udara nir awak dengan sensor kamera metrik, non-metrik maupun teknologi lidar. Kementerian Agraria dan Tata Ruang (ATR/BPN) sebagai kementerian yang mengemban tugas Pendaftaran Tanah serta banyak memanfaatkan Peta Dasar skala besar, juga telah menyediakan regulasi terkait pembuatan Peta Dasar skala besar melalui Peraturan Menteri Agraria Nomor 21 Tahun 2019. Permen ini berisi ketentuan tentang pembuatan Peta Dasar Pertanahan dimana Peta Dasar Pertanahan dapat dibuat salah satunya menggunakan peta foto. Dari kedua regulasi tersebut, terdapat beberapa poin ketentuan yang berbeda antara Permen ATR/BPN No. 21 Tahun 2019 dengan Peraturan BIG No. 1 Tahun 2020 antara lain terkait penentuan besaran nilai *overlap* dan *sidelap* foto, perbedaan terkait nilai *Ground Sample Distance* (GSD) minimal foto untuk tiap skala peta, standar ketelitian minimal titik ikat untuk masing-masing kelas skala peta, Perbedaan standar metode pengukuran titik ikat dan titik uji serta berbagai hal yang sifatnya belum diatur dalam Permen ATR/BPN No.21 tahun 2019.

Dalam Peraturan BIG No. 1 Tahun 2020 disebutkan bahwa metode untuk pengukuran titik ikat (GCP) dengan menggunakan metode Statik dan

menggunakan GNSS. Berbeda dengan Permen ATR/BPN No 21 Tahun 2019, dimana menurut Permen ini disebutkan bahwa metode yang digunakan untuk pengukuran GCP dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan metode Statik dan RTK-NTRIP dengan standar ketelitian yang ditentukan. Dengan adanya perbedaan antara 2 peraturan yang berlaku tersebut maka perlu kiranya dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan pemotretan ditinjau dari kedua peraturan yang berlaku tersebut, selain melakukan pengujian terhadap ketelitian peta dan pengujian signifikansi perbedaan ketelitian koordinat peta foto dari hasil pengolahan foto udara dengan titik ikat (GCP) dan titik uji (ICP) yang diukur dengan menggunakan metode pengukuran Statik dan RTK-NTRIP.

Selain permasalahan belum sinkronnya regulasi yang mengatur pemanfaatan teknologi foto udara, permasalahan lain yang dihadapi oleh Kementerian ATR/BPN adalah terkait tingginya kebutuhan penyediaan Peta Dasar skala besar khususnya Peta Dasar Pertanahan, penyediaan Peta Dasar Pertanahan merupakan hal yang sangat penting untuk dilaksanakan guna mendukung kegiatan Pendaftaran Tanah di Indonesia . Kegiatan Pendaftaran Tanah melalui pensertipikatan tanah sebagai salah satu tugas dari Kementerian ATR/BPN hingga akhir tahun 2020 telah mencapai angka 82 juta bidang tanah, dari total 126 juta bidang tanah di Indonesia Fadli (2020). Dari jumlah bidang tanah yang terdaftar saat ini, ternyata belum semua bidang tanah terdigitalisasi dan terpetakan sesuai dengan posisinya. Pada tahun 2019 total luasan bidang tanah bersertifikat yang sudah terdigitalisasi dan memiliki georeferensi yang baik baru seluas 17,81 juta Ha (26,8%) dari keseluruhan luas tanah di Indonesia di luar kawasan hutan (66,2 juta Ha) (sumber: data spasial Kementerian ATR/BPN, diolah Bappenas, 2019). Salah satu penyebab belum terpetakannya bidang-bidang tanah dengan benar tersebut disebabkan oleh kurangnya infrastruktur pertanahan di Indonesia pada masa lampau, yang salah satunya yaitu belum lengkapnya Peta Dasar Pendaftaran.

Penyediaan Peta Dasar Pendaftaran dengan skala besar merupakan hal yang menjadi prioritas untuk dilaksanakan, karena peta ini merupakan landasan

(*Base Map*) bagi pembuatan peta-peta pertanahan termasuk Peta Pendaftaran dan peta tematik lainnya. Selain itu Peta Dasar juga difungsikan sebagai alat untuk melakukan *quality control (QC)* terhadap kegiatan pengukuran dan pemetaan dalam rangkaian proses Pendaftaran Tanah. Setiap bidang tanah dari hasil pengukuran dalam rangka Pendaftaran Tanah seharusnya dipetakan pada Peta Dasar Pendaftaran. Dihimpun dari data Kementerian ATR/BPN jumlah ketersediaan Peta Dasar Pendaftaran di wilayah Indonesia sampai tahun 2019 adalah seluas $\pm 33.972.698,12$ Ha atau sekitar (52,81%) dari total cakupan wilayah non hutan (Kementerian ATR 2019).

Untuk mengatasi kekurangan ketersediaan Peta Dasar, Kementerian ATR/BPN telah bekerja sama dengan Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa (LAPAN) untuk melakukan pengadaan citra satelit resolusi tinggi (CSRT). Dari data LAPAN jumlah raw CSRT untuk saat ini mencakup luasan 51,17 juta hektar atau 79,55 persen dari luas wilayah Indonesia. Dari data tersebut bila dibandingkan dengan data dari Direktorat Pengukuran dan Pemetaan Dasar, maka masih terdapat wilayah yang belum tersedia CSRT LAPAN seluas 13,15 juta hektar atau 20,45% (Tempo.co 2019). Adapun ketersediaan peta foto udara digital yang diinventarisir di Kementerian ATR/BPN baru seluas ± 941.739 Hektar atau kurang lebih 1,45 persen (ATR/BPN 2017 dalam Kusmiarto 2017).

Adanya kemajuan teknologi di bidang pemetaan dalam beberapa dekade terakhir ini, mengakibatkan teknologi pemetaan dalam pembuatan Peta Dasar juga mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Terdapat beberapa teknologi pemetaan yang dianggap cukup efektif dalam penyediaan peta skala besar antara lain; Pemotretan Udara, Pemotretan Udara Lidar, *Airborne* Radar, Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) dan *Spaceborne* Radar (BIG, 2018). Salah satu teknologi yang dianggap relevan dalam pengadaan Peta Dasar adalah pemanfaatan teknik fotogrametri modern dengan menggunakan Wahana Udara Nir Awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dan dengan menggunakan kamera standar atau kamera non metrik. Salah satu teknologi yang saat ini banyak digunakan untuk pembuatan peta foto adalah dengan

memanfaatkan wahana UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). Pemanfaatan UAV dalam fotogrametri pada umumnya dilengkapi dengan kamera digital non metrik. Kamera non metrik adalah kamera yang tidak memiliki *fiducial mark* Yudhawan (2016). Adapun syarat kamera non metrik yang dapat dipergunakan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk peta skala besar adalah menggunakan kamera dengan sensor digital yang dilengkapi dengan lensa *fixed*, memiliki sistem penentuan posisi GNSS dan perangkat lunak untuk pengolahan *trajectory* dengan tambahan peralatan yang bersifat operasional (system Orientasi IMU) (BIG, 2020).

Penggunaan UAV dengan ukuran yang relatif kecil digunakan untuk mendapatkan data dengan tingkat resolusi tinggi termasuk didalamnya data 3D. Saat ini penggunaan teknologi UAV telah merubah sudut pandang dunia survei, industri dan penelitian dikarenakan semakin banyaknya penyediaan layanan teknologi UAV di bidang tersebut, biaya operasional UAV yang semakin murah, teknologi yang relatif mudah dioperasikan, serta fleksibilitas dari UAV itu sendiri, dimana kemampuan UAV untuk terbang rendah dan bermanuver dengan baik sehingga tidak terlalu sulit terkait perizinannya, begitu juga fleksibilitas dalam proses pengambilan datanya terkait luasan dan intensitas yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna. (Pajares 2015).

Teknologi UAV terbaru yang cukup mutakhir saat ini dan mulai banyak dipergunakan adalah teknologi *hybrid* UAV atau biasa disebut UAV *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL). UAV VTOL merupakan jenis UAV yang mengkombinasikan dua macam mode terbang pesawat, yaitu mode *rotary wing* dan juga mode *fixed wing*. Adapun mode *rotary wing* difungsikan untuk mengurangi kesulitan pada saat *take off* dan *landing* atau ketika tidak terdapat area pendaratan yang ideal untuk UAV, sedangkan untuk mode *fixed wing* difungsikan untuk pesawat dalam mode terbang jelajah dikarenakan pada mode ini pesawat bisa menggunakan mode *glider* untuk menghemat energi dimana kecepatan putaran motor pesawat menjadi berkurang sehingga durasi terbang pesawat menjadi lebih lama. (Tamtomi, Sulistiyani, & Komarudin 2016).

Pemanfaatan teknologi UAV juga diaplikasikan untuk berbagai kegunaan, seperti dibidang pertambangan, survei infrastruktur, survei batas wilayah, dan berbagai survei lainnya termasuk juga di bidang survei kadastral. Sesuai PMNA No. 3 Tahun 1997 yang sampai saat ini masih dijadikan pedoman dalam kegiatan survei kadastral, terdapat beberapa ketentuan dalam kegiatan survey yang harus dipatuhi yaitu, (1) Pemetaan kadaster harus menggunakan sistem koordinat TM3⁰ sebagai sistem koordinatnya, (2) Peta Dasar Pendaftaran menggunakan skala 1 : 1.000 untuk perumahan dan lokasi terbangun, 1 : 2.500 untuk pertanian dan 1 : 10.000 untuk kehutanan, (3) Tanda batas bidang tanah menggunakan patok beton atau pipa dengan ukuran antara 5-20 cm untuk luasan bidang tanah di bawah 10 Hektar, (4) Produk fotogrametri seperti peta foto, *orthophoto* dan *blow up* foto dapat digunakan sebagai Peta Dasar Pendaftaran khususnya untuk lokasi yang terbuka. (Rokhmana & Utomo 2016a).

Dari segi fungsionalitasnya selain digunakan dalam proses percepatan pemetaan bidang tanah dan kegiatan pengukuran pemetaan kadastral, produk hasil foto udara dalam bentuk Peta Dasar ini juga dapat digunakan untuk pemanfaatan lainnya yaitu (BIG, 2018):

1. Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kabupaten Jembrana dimana dalam melaksanakan kegiatan pembuatan Rencana Detail Tata Ruang membutuhkan Peta Dasar berskala besar minimal 1 : 5000.
2. Pemetaan Desa pada Skala 1: 5000
3. Pengelolaan Kawasan Gambut pada Skala 1:2500
4. Pembangunan KEK dan KI serta pengadaan tanah pada Skala 1 : 1000
5. Pembangunan Kota Cerdas (*Smart City*) pada Skala 1 : 1000
6. Penetapan Batas kawasan hutan pada skala 1 : 5000.
7. Percepatan Pendaftaran Tanah pada Skala 1 : 500-1 :5000
8. Mitigasi dan Adaptasi Bencana pada Skala 1 : 1000 - 1: 5000
9. Serta peningkatan implementasi kebijakan satu peta dari skala 1 : 50.000 menjadi skala yang lebih besar.

Sedemikian pentingnya ketersediaan Peta Dasar dan juga besarnya manfaat dari Peta Dasar, maka peneliti merasa penting untuk melakukan penelitian terkait proses dan produk Peta Dasar yang dibuat dengan menggunakan wahana *Fixed wing VTOL* sebagai bahan penulisan skripsi dengan judul “**Uji Ketelitian Peta Foto Hasil Pemotretan Menggunakan Kamera Non Metrik Dan Wahana UAV VTOL (Studi di Desa Pekutatan, Kecamatan Pekutatan, Kabupaten Jembrana, Bali)**”.

B. Rumusan Masalah

Selain untuk menguji ketelitian Peta Foto yang dihasilkan dari proses pemotretan dengan menggunakan wahana UAV VTOL dan kamera non metrik, penelitian ini juga bertujuan untuk meneliti perbandingan ketelitian yang dihasilkan dari pengukuran GCP dengan menggunakan metode Statik dan RTK-NTRIP dalam proses pembuatan foto udara, sehingga nantinya bisa diperoleh metode pengukuran GCP yang efektif dan dapat digunakan dalam proses pemotretan untuk menghasilkan peta foto dengan ketelitian yang memenuhi kriteria sesuai Permen ATR/BPN No. 21 Tahun 2019.

Dari penjelasan diatas selanjutnya dapat dirumuskan permasalahan kedalam dua pertanyaan seperti berikut :

1. Apakah kriteria ketelitian Peta Foto yang dihasilkan dengan menggunakan UAV VTOL memenuhi kriteria ketelitian Peta Dasar sesuai Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan?
2. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar koordinat (x, y, z) Peta Foto yang diolah dengan menggunakan *Ground Control Point* (GCP) yang diukur dengan metode pengukuran Statik dan metode *Real Time Kinematic* / RTK-NTRIP ?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui nilai ketelitian Peta Foto yang diperoleh dari akuisisi foto udara menggunakan UAV VTOL dan kamera non metrik pada kelas dan

skala optimum Peta yang diklasifikasikan berdasarkan peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 21 Tahun 2019.

- b. Mengetahui signifikansi perbedaan koordinat (x,y,z) Peta Foto yang diolah dengan menggunakan *Ground Control Point* (GCP) yang diukur dengan metode pengukuran Statik dan metode *Real Time Kinematic* / RTK-NTRIP.

2. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian meliputi kegunaan dari segi akademis (pengembangan kajian pertanahan) dan dari segi praktis (untuk kepentingan pembangunan khususnya pembangunan pertanahan).

a. Manfaat ilmiah/akademis

Bagi kepentingan ilmiah dibidang pertanahan, hasil dari penelitian ini memberikan gambaran mengenai seberapa besar tingkat ketelitian Planimetrik Peta Foto dengan menggunakan wahana UAV VTOL.

b. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada Kementerian ATR/BPN serta kantor pertanahan lainnya untuk dapat menggunakan foto udara hasil akuisisi data menggunakan wahana UAV VTOL.

D. Keaslian Penelitian

Frandika (2017) melakukan penelitian menggunakan UAV *Quadcopter* DJI Phantom III Advance dimana untuk penelitian ini dihasilkan peta foto. Berdasarkan selisih koordinat titik uji pada peta foto dan ICP (*Independent Check Point*) diperoleh nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 0,079 m adapun besaran nilai CE90 (*Circular Error 90%*) sebesar 0,1210 m. Berdasarkan kelas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial nomor 15 tahun 2014 sehingga diperoleh hasil bahwa *orthophoto* memenuhi ketelitian pembuatan peta skala 1 : 1000 kelas 1.

Setiawan (2018) melakukan penelitian menggunakan UAV *Quadcopter* DJI Phantom III Advance untuk menghasilkan peta foto dengan akuisisi data pada 2 kondisi yaitu topografi datar dan miring. Berdasarkan selisih koordinat titik uji pada peta foto dan ICP (*Independent Check Point*) diperoleh nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 0,072 m dengan nilai CE90 (*Circular Error 90%*) sebesar 0,109 m untuk pengamatan pada kondisi topografi datar dan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 0,051 m dengan nilai CE90 (*Circular Error 90%*) sebesar 0,072 m untuk pengamatan pada kondisi topografi miring, untuk CE90 ICP lebih teliti topografi miring dibandingkan topografi datar. Perbedaan kedua nilai CE90 ICP yaitu pada topografi datar sebesar 0.109 m dan miring sebesar 0.077 m. Kedua CE90 ICP kurang dari 0,2 m sehingga keduanya termasuk dalam ketelitian Peta Dasar skala 1:1000 kelas 1.

Astanto (2018) menggunakan UAV tipe *quadcopter* untuk pengukuran bidang tanah non-pertanian. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar peta hasil pemotretan dengan UAV untuk pengukuran bidang tanah dengan cara kombinasi lebih efisien dibandingkan dengan pengukuran metode *terrestrial* secara trilaterasi. Berdasarkan tabel RMSE GCP Report dari *Software Agisoft Metashape V.1.4.1*, rata-rata kesalahan dari akar kuadrat selisih nilai koordinat sebenarnya dengan nilai koordinat pada Peta Dasar (penentuan posisi foto) untuk absis X adalah sebesar 0,828147 cm dan Y sebesar 0,385237 cm. Total nilai RMSE koordinat GCP pada posisi X dan Y sejumlah 0,913365 cm dan telah memenuhi persyaratan peta skala 1 : 1000.

Revan (2018) melakukan kajian pemetaan fotogrametri menggunakan UAV untuk menghasilkan peta *orthophoto*. Metode yang digunakan adalah pemotretan dengan UAV dan dilengkapi dengan pengukuran GCP untuk proses georeferensinya. Peta *orthophoto* yang dihasilkan kemudian diuji ketelitian posisi horizontal dan vertikalnya. ICP (*Independent Check Point*) dari hasil hasil pengukuran dengan GPS digunakan pada uji ketelitian. Berdasarkan nilai uji diperoleh nilai RMSE sebesar 0,777 m dan vertikal 0,586 m dengan Nilai CE90 sebesar 0,1179 m serta nilai LE90 sebesar 0,96502 m. Merujuk pada Peraturan Kepala BIG No.15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI, peta

orthophoto yang dihasilkan memenuhi kriteria skala 1:1000 pada kelas 1 pada ketelitian horizontal dan skala 1:5000 pada kelas 1 untuk ketelitian vertikal.

Alfi (2019) melakukan pengujian foto udara hasil pemotretan UAV yang dilakukan di Desa Nawangsasi, Musi Rawas, Sumatera Selatan. Nilai RMSE hasil pengukuran titik kontrol yang dihasilkan dalam kegiatan ini telah memenuhi standar Kementerian Agraria dan Tata Ruang dengan ketelitian horizontal pengamatan 0.033 m, dan ketelitian vertikal pengamatan adalah 0.076 m sedangkan akurasi peta *orthophoto* yang dihasilkan juga memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang karena nilai CE90 hasil pengolahan data foto udara adalah sebesar 0,0851 m dan kurang dari 1,25 m.

Sukismantoro (2020) Melakukan penelitian dengan menggunakan wahana DJI Phantom 3 Pro yang dilengkapi dengan modul GPS PPK (*post processing kinematic*) Dengan melakukan penelitian perbandingan ketelitian foto udara dengan menggunakan metode *direct* dan *indirect georeferencing* maka diperoleh hasil uji ketelitian nilai akurasi geometri horizontal (CE90) dari *orthophoto* yang diolah dengan metode *direct georeferencing* yaitu sebesar 1,072 m. Untuk hasil uji ketelitian nilai akurasi geometri horizontal (CE90) dari *orthophoto* yang diolah dengan metode *indirect georeferencing* yaitu sebesar 0,246 m. Berdasarkan Permen ATR/Ka BPN No. 21 tahun 2019, hasil uji ketelitian geometri horizontal pada peta *orthophoto* yang diolah dengan metode *direct georeferencing* menghasilkan peta *orthophoto* dengan skala optimal 1:2500 pada kelas 2, sedangkan pada peta *orthophoto* yang diolah dengan metode *indirect georeferencing* menghasilkan peta *orthophoto* dengan skala optimal 1:1000 pada kelas 1.

Deodemus (2020) meneliti penggunaan UAV *quadcopter* seri Dji Phantom 3 yang dilengkapi modul PPK dalam pembuatan peta topografi. Adapun dari hasil penelitiannya diperoleh kesimpulan UAV PPK mampu menghasilkan nilai ketelitian horizontal (CE90) sebesar 0,386 meter dan nilai ketelitian vertikal (LE90) sebesar 0,551 meter. Dari hasil penelitian juga dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan Permen ATR/KaBPN No. 21 tahun 2019,

hasil uji ketelitian geometri horizontal memenuhi standar teknis skala peta maksimal pada skala 1 :1000 kelas 2 dan juga DSMnya memenuhi standar teknis skala peta 1: 2500 kelas 2 dengan interval kontur 1 meter.

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan ketujuh penelitian di atas yaitu sama-sama melakukan pembuatan Peta Foto menggunakan UAV dengan GCP yang diuji ketelitian geometrinya (horizontal dan vertikal). Perbedaan pada penelitian ini yaitu menggunakan wahana UAV VTOL dengan ketinggian terbang 300 meter dan menggunakan sensor kamera non metrik Sony A5100 lensa *fixed*. Sedangkan dalam Pengukuran GCP dan ICPnya dilakukan dengan menggunakan 2 metode pengukuran yang berbeda yaitu metode Statik dan RTK NTRIP. Adapun untuk evaluasi pelaksanaan pemotretannya akan di evaluasi dengan menggunakan Permen ATR/BPN No. 21 Tahun 2019 dan PerBIG No. 1 Tahun 2020.

BAB VII

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Peta foto hasil akuisisi data dengan wahana UAV VTOL *Horizon Skywalker* dengan tinggi terbang +/- 300 meter dan menggunakan sensor kamera non metrik Sony A5100 lensa *fixed* 20 mm dengan metode pengukuran GCP statik akan menghasilkan nilai CE90 sebesar 0,407 dan nilai LE90 sebesar 0.814, sedangkan untuk metode pengukuran GCP dengan metode RTK NTRIP menghasilkan nilai CE90 sebesar 0,440 dan nilai LE90 sebesar 0,774. Sehingga dari hasil perhitungan ketelitian Geometrik (CE90 dan LE90) maka peta foto yang dihasilkan dengan metode pengukuran GCP secara Statik dan RTK NTRIP dapat memenuhi klasifikasi ketelitian Peta dasar pada skala 1 : 1000 kelas 2 untuk ketelitian horizontal dan skala 1 : 2500 kelas 2 untuk ketelitian vertikal sehingga hipotesis 1 diterima dan hipotesis 2 ditolak.
2. Dari hasil perhitungan uji beda berpasangan antara koordinat X, Y dan Z pada peta foto dan model DSM yang diolah dengan menggunakan metode pengukuran GCP statik dan GCP RTK NTRIP, kesemuanya menghasilkan nilai t hitung lebih kecil dari t tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara peta foto yang dihasilkan dengan menggunakan metode pengukuran GCP secara RTK NTRIP dan dengan metode Statik, sehingga hipotesis yang ke 3 dapat diterima.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, masukan yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan terkait ketelitian GCP yang diukur dengan menggunakan metode Fast Statik dengan waktu pengamatan 20 menit dengan jarak *baseline* kurang dari 5 km dan GCP yang diukur dengan metode RTK NTRIP dengan pengukuran yang menggunakan

metode statik dengan sesi pengamatan penuh (lebih dari 2 jam) sebagai data pembanding untuk mengetahui perbedaan ketelitian pada kedua metode tersebut.

2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan terhadap ketelitian peta foto hasil akuisisi data dengan UAV VTOL terkait ketelitian geometri , bentuk dan luasan bidang tanah dan juga ketelitian pada atribut peta sesuai dengan Permen ATR/BPN No 21.Tahun 2019.
3. Untuk menghasilkan peta foto yang ditujukan untuk pembuatan Peta Dasar dengan spesifikasi dan ketelitian yang diharapkan maka proses perencanaan, akuisisi, pengolahan hingga penyajian harus sesuai pedoman yang di tetapkan dalam hal ini adalah Peraturan menteri Agrariaia dan Tata Ruan Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan dan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. (2000). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z. (2000). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya : Cetakannya ketiga*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z., Jones., & Kahar, J. (1995). *Survei dengan GPS*: PT Pradnya Paramita.
- Adzhan, D, Yuwono, BD, Awaluddin, M 2014, 'Aplikasi *mobile ip* (Telkomsel, Indosat, XL) untuk verifikasi TDT orde-3 menggunakan metode RTK-NTRIP (studi kasus : Stasiun Cors Undip), *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 4, no. 3, hlm. 95-104
- Alfi, KV 2019, 'Pembuatan Peta Kerja Pendaftaran Tanah Kawasan Pertanian dengan Menggunakan Foto Udara Format Kecil Mengacu pada Petunjuk Teknis PTSL 2017', *Skripsi* . Universitas Gadjah Mada.
- Amrizal, (2014). *Modul Guru Pembelajar, Paket Keahlian Geomatikan*. Medan :Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- Astanto, HD 2018, 'Pemanfaatan Teknologi UAV (Unmanned Aerial Vehicle)/Drone Tipe Quadcopter Untuk Pengukuran Bidang Tanah Non-Pertanian', *Skripsi*. Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Battulwar, R, Winkelmaier, G , Valencia, J, Naghadehi, MZ, Peik, B, Abbasi, B, Parvin, B, Sattarvand, J,2020, 'A practical methodology for generating high-resolution 3d models of open-pit slopes using UAVs: flight path planning and optimization', *Jurnal Remote Sensing*, vol. 12, No.14 hlm 1-20.
- Deodemus, Pedro. 2020. Pemanfaatan Foto Udara Hasil Pemotretan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* Tipe Post-Processed Kinematik (PPK) Untuk Pemetaan Topografi. *Skripsi*. STPN
- Eisenbeiß, H 2009, 'UAV Photogrammetry', Disertasi pada Institut für Geodäsie und Photogrammetrie Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

- Fidera, MMA, dan Ihsan, M 2020, 'Pemanfaatan fotogrametri untuk model 3 dimensi dengan visualisasi menggunakan teknologi Augmented Reality (AR)', *Jurnal ENMAP (Environment & Mapping)*, vol 1, no 2, hlm 67-80
- Frandika. 2017. Uji Ketelitian Hasil Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle Quadcopter Untuk Pembuatan Peta Dasar Pendaftaran. *Skripsi*. STPN.
- Gularso, Herjuno dkk. 2015. Penggunaan Foto Udara Format Kecil Menggunakan Wahana Udara Nir-Awak Dalam Pemetaan Skala Besar. *Jurnal*. <http://jurnal.big.go.id/index.php/GM/article/viewFile/472/325>, (diakses tanggal 16 Desember 2020).
- Gunawan, D., Yuwono, BD. & Sasmito, B 2016, 'Analisis Pengolahan Data Gps Menggunakan Perangkat Lunak Rtklib' *Jurnal Geodesi Undip*, Vol.5, No.2 ,hlm 38
- Hafiz, EG, Awaluddin, M, Yuwono, BD 2014, 'Analisis pengaruh panjang *baseline* terhadap ketelitian pengukuran situasi dengan menggunakan metode GNSS metode RTK-NTRIP ', *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 3, no. 1, hlm. 315-331.
- Husna, SN, Subiyanto, S, Hani'ah 2016, 'Penggunaan parameter orientasi eksternal (eo) untuk optimalisasi digital triangulasi fotogrametri untuk keperluan ortofoto', *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 5, No.4 hlm 178-187.
- Hlotov, V, Marusazh, Ksiejka, Z 2019, 'The proposal of determining the focal length of a nonmetric digital camera for UAV ', *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol 603, no 2, hlm 1-11
- Javadnejad, F 2017, 'Small Unmanned Aircraft Systems (UAS) for Engineering Inspections and Geospatial Mapping', Tesis pada fakultas Civil and Construction Engineering Oregon State University .
- Kusmiarto, 2017, 'Problematika pembenahan data spasial bidang tanah di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional', Prosiding Seminar: Problematika Pertanahan dan Strategi Penyelesaiannya, Yogyakarta, diakses pada selasa, 12 Desember 2020, <https://www.researchgate.net/publication/320211528>.

- Maharani, Monica dkk. *Kajian Proses Orthorektifikasi Citra Satelit Resolusi Tinggi Multiple Image untuk Pemetaan Skala Besar*. Jurnal. Prosiding FIT-ISI 2016.
- Moffit, FH 1982, *Surveying Seventh Edition*. Harper & Row Publisher, Inc : New York.
- Mustofa FC, Aditya,T, & Sutanta H 2018, ‘Sistem informasi pertanahan partisipatif untuk pemetaan bidang tanah’, *Majalah Ilmiah Globe*, vol 20, no.1. hlm 1-12.
- Nicheletti, N, Chandler, JH, dan Lane, SN 2015, *Structure from motion (SFM) photogrammetry*. IN: Clarke, L.E. and Nield, J.M. (Eds.) *Geomorphological Techniques (Online Edition)*. London: British Society for Geomorphology, Vol. 2, No. 2.2.
- Nugroho Prijono dan Parseno. 2004. “Evaluasi Ketelitian Geometrik Citra Ikonos Level Geo Daerah Datar Terhadap Peta Orthophoto Skala 1:2500”. Universitas Gajah Mada 2004.
- Nurwadjadi, 2019, *Kebijakan Satu Peta untuk Pembangunan Indonesia*, Cibinong, Badan Informasi Geospasial RI.
- Pajares, G 2015, ‘Overview and current status of remote sensing applications based on unmanned aerial vehicles (uavs)’, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol 81, no 4, hlm 281-313.
- Paine, DP 1993, *Fotografi Udara dan Penafsiran Citra Untuk Pengelolaan Sumber Daya*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Rokhmana, CA, Tjahjadi, ME, dan Agustina, FD 2019, ‘Cadastral Surveys with Non-metric Camera Using Uav: A Feasibility Study’, in *The 1st International Conference on Geodesy, Geomatics, and Land Administration 2019*, KnE Engineering, hlm. 227-237.
- Rokhmana, CA dan Utomo, S 2016, ‘The low-cost UAV-based remote sensing system capabilities for large scale cadastral mapping’, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol 47.

- Rokhmana, CA, Nuha, MU 2019, 'Modification of pocket camera as a sensor for UAV-based plant health detection system', *2019 5th International Conference on Science and Technology (ICST)*, vol. 1, hlm 1-6
- Rokhmana, CA 2013, 'Percepatan pemetaan kadaster memanfaatkan teknologi wahana udara tanpa awak', *Jurnal Bhumi*, vol. 38, hlm 263-268
- Ramadhon, Syafril 2015, 'Analisis Pengaruh Total Electron Content (TEC) di Lapisan Ionosfer pada Data Pengamatan GNSS RT-PPP' *Swara Patra*, Volume 5 No.1, diposting pada 31 Desember 2015, dilihat pada 02 Mei 2021. <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/>
- Sai, SS, Tjahjadi, ME, & Rokhmana, CA 2019, 'Geometric Accuracy Assessments of Orthophoto Production from UAV Aerial Images', in *The 1st International Conference on Geodesy, Geomatics, and Land Administration 2019*, KnE Engineering, hlm. 333-344.
- Safi'i, AN, Putra, AA, & Gaol, YAL 2016, 'Analisis Perbandingan Ketelitian Hasil Pengukuran Gcp Menggunakan Gps Metode Rtk-Ntrip Dan Statik Untuk Koreksi Citra Satelit Resolusi Tinggi', *Jurnal*, <http://semnas.big.go.id/index.php/SN/article/download/75/5> (diakses tanggal 1 Januari 2021).
- Sari, IL, Brahmantara, RP 2019, 'Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (*Fixed wing*) Berbasis Ardupilot', *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, vol. 16 no. 1, hlm. 21-28
- Saroinsong, HS, Poekoel, VC, & Manembu, PDK 2018, 'Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (*Fixed wing*) Berbasis Ardupilot', *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7 no. 1
- Setiawan, MA. 2018. Uji Ketelitian Hasil Pemotretan Dengan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Pada Variasi Topografi Untuk Pengukuran Dan Pemetaan Pendaftaran Tanah. *Skripsi*. STPN.
- Setiawan, A., Prayoga, O. & Efendi, J 2016. 'Uji Akurasi Penentuan Posisi Metode GPS-RTK Menggunakan Perangkat CHC X91+'. *Prosiding Seminar Nasional Geomatika 2016*, dilihat pada 2 Mei 2020, <http://semnas.big.go.id/index.php/SN/article/view/76>

- Setyaningsih, Zheni dkk. Estimasi Jelajah Copter dalam Pemotretan Handly untuk Pemetaan Kawasan Zona Inti Gumuk Pasir Parangtritis Menggunakan Pendekatan Teorema Pythagoras. Jurnal. Prosiding FIT-ISI 2016.
- Siwi, Ribka Cahyaning dkk. Pengaruh Pre-Calibration dan Self-Calibration Kamera Digital Non-Metrik terhadap Ketelitian Hasil Fotogrametri UAV. Jurnal. Prosiding FIT-ISI 2016.'
- Sugiyono 2016, Metode Penelitian Manajemen. Bandung, Alfabeta.
- Sugiyono 2016, Metode penelitian kuantitatif,kualitatif dan R&D, Bandung, Alfabeta.
- Sukismantoro,AP. 2020. Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Dilengkapi Global Positioning System (Gps) Metode *Post processing* Kinematic Untuk Pembuatan Peta Dasar Pertanahan. Skripsi. STPN
- Suyudi, Bambang dkk. 2014. *Fotogrametri dan Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: STPN Press.
- Syauqani, A, Subiyanto, S & Suprayogi, A 2017, 'Pengaruh Variasi Tinggi Terbang Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Dji Phantom 3 Pro Pada Pembuatan Peta *Orthophoto*', *Jurnal Geodesi UNDIP*, vol. 6, no. 1
- Tjahjadi, M E dan Rifaan M 2019., Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Pemodelan 3D Jalan Raya. Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
- Ulfiani, DFD, Suwardhi, D, & Wisayantono, D 2016, 'Kajian Pemetaan Digital Skala Besar Berbasis Teknologi Fotogrametri UAV dan Close Range', *Proceeding FIT-ISI2016*
- Yudhawan, A, Suwardhi, D & Meilano, I 2016, 'Pengaruh Konfigurasi Tinggi Terbang dan Jalur Terbang Terhadap Ketelitian HasilUAV-Fotogrametri untuk Mendefinisikan Bidang Sesar', *Prosiding FIT-ISI2016* .
- Yudhawan. Afri. Dkk. 2016. Pengaruh konfigurasi tinggi terbang dan jalur terbang terhadap ketelitian hasil UAV-Fotogrametri untuk mendefinisikan bidang sesar. Yogyakarta: Prosiding FIT ISI 2016.

- Widiyanto, Agung. 2017. Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Tipe Quadcopter Untuk Percepatan Pengukuran Bidang Tanah Pertanian. *Skripsi*. STPN.
- Wolf. Paul R. 1993. Elemen Fotogrametri. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Publikasi Pemerintah

- Badan Informasi Geospasial 2018, *Paparan Kepala Badan Informasi Geospasial pada Seminar Nasional Geomatika*, Badan Informasi Geospasial.
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang 2019a, *Laporan kinerja Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional*, dilihat pada tanggal 10 Februari 2021, [https://www.atrbpn.go.id/unduh / laporan Kinerja2019](https://www.atrbpn.go.id/unduh/laporan%20Kinerja2019)
- Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 95 Tahun 2017 Tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Aktivitas Arsitektur dan Keinsinyuran; Analisis dan Uji Teknis Bidang Informasi Geospasial.
- Peraturan Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020 tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar.
- Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang Nomor 21 Tahun 2019 Tentang tentang Pembuatan Peta Dasar Pertanahan.

Internet

- Element14 2018, 'Drones – from delivery and surveillance to commuting', *Element14*, Web diposting pada 15 oktober, dilihat pada 30 Januari 2021 [,https://kr.element14.com/drones-from-delivery-and-surveillance-to-commuting/](https://kr.element14.com/drones-from-delivery-and-surveillance-to-commuting/).
- Badan Informasi Geospasial 2020, *Spesifikasi teknis Peta Dasar untuk penyusunan rencana detail tata ruang*, BIG, Indonesia, dilihat pada 5 Februari 2021

- <http://tataruang.big.go.id/modules/pustaka/Spek%20Pemeriksaan%20Peta%20RDTR/Sumber%20Data%20Citra%20dan%20Peta%20Dasar/>
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Standar Nasional Indonesia : Jaring Kontrol Horizontal. Diambil kembali dari <http://www.big.go.id/assets/download/1649/1487>
- Fadli, A 2020, 'Baru 82 juta bidang tanah tersertifikasi ', *Kompas*, 10 Desember, dilihat pada 2 Februari 2021, <https://properti.kompas.com>.
- Humas Sekretariat Kabinet 2018, *Kementerian ATR/BPN: Jika PTSL berhasil, sebagian Nawacita bisa dibilang berhasil*, dilihat pada tanggal 5 Februari 2021, <https://setkab.go.id/kementerian-atrbpn-jika-ptsl-berhasil-sebagian-nawacita-bisa-dibilang-berhasil/>
- Noldy, B 2020, 'Tipe drone berdasarkan bentuk fisiknya', *terra-drone.co.id*, Web diposting pada, 1 Oktober 2020, <https://terra-drone.co.id/id/2020/10/01/tipe-drone-berdasarkan-bentuk-fisiknya/>
- Rokhim, Wahyu Nur. 2014. Triangulasi Udara. <http://geospasial.net/2014/03/triangulasi-udara/>. Diakses pada 01 Juli 2021.
- Saputra, A, Rahardianto, T, Gomez, C 2016, 'Application of structure from motion (sfm) for physical geography and natural hazard (aplikasi fotogrametri sfm dalam kajian geografi fisik dan kebencanaan)', Prosiding Seminar Nasional Geografi Universitas Muhamadiyah Surakarta 2016, dilihat pada 5 Februari 2021, https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8536/54_Aditya%20Saputra.pdf
- Symphony Geo, 2017, 'Tips Meningkatkan Ketelitian Peta UAV/Drone Anda' <http://symphonygeo.com/blog/21-meningkatkan-ketelitian-peta>