

**PEMANFAATAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) DILENGKAPI
GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) METODE *POST PROCESSING*
KINEMATIC UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR PERTANAHAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan di Bidang Pertanahan
Pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



Disusun Oleh:

ANGGA PRAYOGA SUKISMANTORO

NIT. 16252932 / Perpetaan

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

2020

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kajian Literatur	6
B. Kerangka Teoritis	7
1. Foto Udara	7
2. <i>Orthophoto</i>	8
3. Peta Dasar Pertanahan	9
4. <i>Unmanned Aerial Vehicle Post Processing Kinematic</i> (UAV PPK) ..	10
5. Resolusi Spasial	11
6. <i>Ground Control Point</i> (GCP) dan <i>Independent Check Point</i> (ICP) ..	12
7. Metode <i>Direct Georeferencing</i>	12
8. Metode <i>Indirect Georeferencing</i>	13
9. Penentuan Posisi GPS dengan Metode Relatif <i>Post Processing Kinematic</i>	15
10. Penentuan Posisi dengan Metode <i>Network Real Time Kinematic</i> (NRTK)	17
C. Kerangka Pemikiran	18
D. Hipotesis	20

BAB III. METODE PENELITIAN	21
A. Jenis Penelitian	21
B. Lokasi Penelitian	21
C. Alat dan Bahan Penelitian	22
D. Populasi dan Sampel... ..	23
E. Jenis dan Sumber Data.....	24
F. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	24
G. Teknik Analisis Data.....	29
BAB IV. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN	34
A. Desa Pakem Binangun.....	34
1. Letak Geografis Desa	34
2. Topografi dan Iklim	35
3. Penggunaan Tanah	35
B. Desa Harjo Binangun	35
1. Letak Geografis Desa	35
2. Topografi dan Iklim	36
3. Penggunaan Tanah	36
C. Desa Umbulmartani.....	37
1. Letak Geografis Desa	37
2. Topografi dan Iklim	38
3. Penggunaan Tanah	38
BAB V. PEMROSESAN FOTO UDARA DENGAN METODE <i>DIRECT DAN INDIRECT GEOREFERENCING</i>	39
A. Perencanaan dan Pengukuran GCP, ICP dan <i>Base</i> PPK.....	39
1. Perencanaan Pemasangan GCP, ICP dan <i>base</i> PPK	39
2. Pengukuran GCP dan ICP	40
B. Pemotretan Udara.....	43
1. Perencanaan Jalur Terbang	43
2. Pemotretan	45
C. Akuisisi Data PPK.....	47
D. Pengolahan Data UAV dengan Metode PPK	48
1. Konversi Data Mentah atau <i>Raw Data</i> ke RINEX	48
2. Pengolahan Data secara <i>Post Processing Kinematic</i>	49
3. <i>Geotagging</i> Foto	52
E. Pengolahan Foto Udara Metode <i>Direct Georeferencing</i>	55
1. <i>Import Photo</i>	56
2. <i>Align Photo</i>	56
3. <i>Optimize Camera</i>	59

4. <i>Build Dense Cloud</i>	59
5. <i>Build Mesh</i>	61
6. <i>Build DEM</i>	62
7. <i>Build Orthomosaic</i>	63
F. Pengolahan Foto Udara Metode <i>Indirect Georeferencing</i>	65
1. <i>Import Photo</i>	66
2. <i>Align Photo</i>	66
3. <i>Input GCP</i>	67
4. <i>Optimize Camera</i>	68
5. <i>Build Dense Cloud</i>	69
6. <i>Build Mesh</i>	69
7. <i>Build DEM</i>	70
8. <i>Build Orthomosaic</i>	71
BAB VI. UJI KETELITIAN DAN PEMBUATAN PETA DASAR	
PERTANAHAN.....	73
A. Uji Ketelitian <i>Horizontal</i>	73
1. Hasil Uji Ketelitian <i>Horizontal Orthophoto</i> Metode <i>Direct Georeferencing</i>	73
2. Hasil Uji Ketelitian <i>Horizontal Orthophoto</i> Metode <i>Indirect Georeferencing</i>	80
B. Uji-t Sampel Berpasangan.....	86
C. Hubungan Resolusi Spasial dan Skala Peta	88
D. Pembuatan Peta Dasar Pertanahan	91
BAB VII. PENUTUP.....	95
A. Kesimpulan	95
B. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	97

ABSTRACT

The Government of the Republic of Indonesia, in this case the Ministry of Agrarian Affairs and Spatial Planning / National Land Agency (ATR / BPN), sets the target that all parcels of land in Indonesia have been mapped and registered entirely by 2025. To achieve these targets, the measurement and mapping process is not only done by the terrestrial method but also optimize the photogrammetric method. In this modern era, aerial photography can be done with unmanned aircraft or commonly referred as Unmanned Aerial Vehicle (UAV). This study uses a UAV equipped with a Global Positioning System (GPS) with Post Processing (PPK) method, the goal is so that in the process of acquiring aerial photographs, the acquisition of Ground Control Point (GCP) which requires more time and expensive costs, can be reduced or even eliminated.

This study uses quantitative method with a comparative approach, by comparing the horizontal geometry accuracy of aero photo resulted by aerial photo processing without inputting GCP (direct georeferencing) and orthophoto aerial photo processing resulted by performing GCP (indirect georeferencing) input. The results of the horizontal geometry accuracy of the direct and indirect georeferencing methods, are then used to determine the class and the optimum scale that can be generated based on the class table for precision of land base maps regulate by the Regulation of the Minister of Agrarian Affairs / Head of the National Land Agency (Permen ATR / KaBPN) Number 21 Year 2019. Acquisition of aerial photography was carried out over an area of 110 hectares located in part of Pakem Binangun Village, part of Harjo Binangun Village and part of Umbulmartani Village by installing 8 points of pre marked GCP and 10 points of ICP (Independent Check Point) distributed evenly in the study area.

Based on the research results, horizontal geometry accuracy resulted by processing aerial photographs with indirect georeferencing method is better than the accuracy of horizontal geometry with the direct georeferencing method. The horizontal geometry accuracy value (CE90) for direct georeferencing method is 1.072 m and can be used for making land base maps with an optimal scale of 1: 2500 in class 2, while the horizontal geometry accuracy value (CE90) for direct georeferencing method is 0.246 m and can be used for making land base map with an optimal scale of 1:1000 in class 1. Although the indirect georeferencing method produces better horizontal geometry accuracy, the use of GPS-equipped UAV PPK methods without performing GCP input (direct georeferencing method) can be used by the Ministry of ATR / BPN to meet the availability of basic land maps on a medium scale.

Keywords: UAV PPK, Geo-Reference, Basic Land Maps

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) sejak tahun 2017 telah melaksanakan program percepatan pendaftaran tanah lengkap di seluruh wilayah Republik Indonesia dan diharapkan pada tahun 2025 seluruh bidang tanah di Indonesia sudah terdaftar seluruhnya. Dengan target tersebut tentunya proses pengukuran maupun pemetaan bidang tanah tidak hanya dilakukan dengan metode terestris tetapi juga harus mengoptimalkan metode fotogrametris. Teknologi fotogrametri merupakan salah satu terobosan pemetaan dalam pendaftaran tanah dan penyedia peta kerja skala besar. Metode fotogrametris atau penginderaan jauh dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan itu meliputi alat atau instrumen pengambilan data dan juga proses pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak komputer.

Pada era modern ini, pemotretan udara atau pengambilan foto tidak hanya dapat dilakukan dengan pesawat berawak yang membutuhkan biaya operasional yang tidak sedikit, melainkan dapat dilakukan dengan menggunakan wahana pesawat tanpa awak. Saat ini teknologi pengambilan foto dengan wahana tanpa awak untuk kepentingan pemetaan yang berkembang adalah *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). UAV memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan teknologi pemetaan lainnya, yaitu murah, sederhana dan mudah dibawa berpindah-pindah (*mobile*) (Berteska dan Ruzgiene 2013). Selain itu, efektif dalam akuisisi atau pengambilan data serta efisien dari segi waktu maupun biaya operasional serta dapat menjangkau wilayah yang lebih luas dalam jangka waktu yang lebih cepat, dengan adanya wahana tanpa awak atau UAV ini diharapkan dapat menghasilkan foto udara yang baik sehingga dapat digunakan dalam rangka pengukuran maupun pemetaan di Kementerian ATR/BPN.

Penggunaan teknologi wahana udara tanpa awak atau UAV untuk pemetaan dari udara adalah pilihan yang efisien untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Rokhmana 2013). Foto udara atau peta foto didapat dari survei udara yaitu dengan melakukan pemotretan udara pada wilayah tertentu dengan aturan atau metode fotogrametris tertentu. Foto udara memberikan inventarisasi visual dari sebagian permukaan bumi dengan cepat dan dapat digunakan untuk membuat peta rinci (Eastman 2001). Dengan adanya foto udara maka kenampakan muka bumi akan dapat terekam mulai dari batas bidang, bangunan maupun tumbuhan yang ada di atasnya.

Terdapat 2 (dua) tipe atau model UAV, yaitu *fixed-wing* dan *copter* (Adi dkk 2017). Masing-masing tipe atau model ini memiliki kelebihan dan kekurangan. UAV model *fixed-wing* mempunyai kelebihan dalam cakupan wilayah pemotretan sedangkan model *copter* dapat bergerak lebih stabil dan dapat terbang secara vertikal. Kekurangan UAV model *fixed-wing* kurang stabil saat terbang dan membutuhkan tempat atau lapangan saat *take-off* ataupun *landing* sedangkan model *copter* mempunyai kekurangan daya jelajah yang tidak terlalu luas sehingga tidak optimal untuk pemotretan wilayah yang luas. Pada penelitian ini menggunakan UAV yang dilengkapi dengan GPS metode *Post Processing Kinematic* (PPK). Metode PPK digunakan untuk membandingkan proses akuisisi foto udara dengan metode konvensional/pemasangan GCP (*Ground Control Point*) sehingga diharapkan dalam proses akuisisi foto udara tidak perlu melakukan pemasangan/pengukuran GCP dan akan mempercepat proses serta menghemat biaya dalam melakukan akuisisi foto udara.

Untuk memperoleh ketelitian geometri yang lebih mempresentasikan dengan koordinat tanah diperlukan titik kontrol tanah atau GCP. Pada penelitian ini metode *indirect georeferencing* merupakan proses produksi *orthophoto* dengan GCP, sedangkan metode *direct georeferencing* merupakan proses produksi *orthophoto* menggunakan UAV PPK tanpa harus melakukan pengukuran GCP. Dengan GCP dapat diidentifikasi koordinat X,Y,Z atau lintang bujur dan ketinggian permukaan bumi. Dalam proses pemotretan

udara, penentuan posisi titik-titik kontrol di tanah umumnya ditentukan dengan metode survei GPS statik menggunakan data fase (Abidin 2007, 220). Titik kontrol atau GCP berfungsi sebagai *georeference* pada hasil foto udara. Pada saat akuisisi data, pengukuran GCP membutuhkan waktu dan biaya yang lebih tinggi. Seiring berkembangnya teknologi tentunya metode *direct georeferencing* menjadi alternatif untuk memperoleh efektifitas pengukuran yang lebih baik tanpa harus melakukan pengukuran GCP, sehingga dapat mempercepat pelaksanaan survei dan juga menghemat biaya.

Jika metode fotogrametri dengan menggunakan wahana UAV yang dilengkapi dengan GPS metode *Post Processing Kinematic* tersebut memenuhi standar dan layak untuk digunakan dalam pembuatan peta dasar, diharapkan akan menghemat atau memangkas waktu serta biaya operasional pengukuran. Oleh karena itu dilakukanlah penelitian ini dengan judul **Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Dilengkapi *Global Positioning System* (GPS) Metode *Post Processing Kinematic* Untuk Pembuatan Peta Dasar Pertanahan.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, selanjutnya dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa besar ketelitian geometri *orthophoto* yang dihasilkan melalui metode *direct* dan *indirect georeferencing*?
2. Apakah kriteria ketelitian geometri peta dasar pertanahan yang dihasilkan dengan metode *direct* dan *indirect georeferencing* sesuai dengan Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui nilai akurasi geometri *horizontal* dari *orthophoto* yang dihasilkan dengan metode *direct* dan *indirect georeferencing*.
- b. Mengetahui kelas dan skala optimum yang dapat dihasilkan dengan metode *direct* dan *indirect georeferencing* berdasarkan peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 21 Tahun 2019.

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 di bidang pertanahan, hasil dari penelitian ini memberikan gambaran mengenai seberapa besar tingkat ketelitian geometri *orthophoto* melalui metode *direct* dan *indirect georeferencing*.

b. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada Kementerian ATR/BPN serta kantor pertanahan lainnya untuk dapat menggunakan foto udara hasil UAV dengan metode *direct georeferencing* sebagai peta dasar pertanahan maupun peta kerja dalam rangka kegiatan pendaftaran tanah, tata ruang dan penyediaan peta-peta tematik pertanahan lainnya.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian geometri yang dilakukan yaitu akurasi posisi *horizontal*;
2. Tinggi terbang dilakukan pada ketinggian 100m;
3. Pengukuran GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Check Point*) dilakukan dengan metode RTK-NTRIP (*Real Time Kinematic Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*);

4. Uji perbandingan ketelitian *orthophoto* dengan metode *direct* dan *indirect georeferencing* dilakukan dengan tabel t berpasangan untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan;
5. Pembuatan peta dasar pertanahan hanya menggunakan standar ketelitian geometri peta.

BAB VII

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketelitian geometri *horizontal* hasil pengolahan foto udara dengan metode *indirect georeferencing* lebih baik dibandingkan ketelitian geometri *horizontal* dengan metode *direct georeferencing*. Perbandingan ketelitian tersebut adalah sebagai berikut:
 - a. Hasil uji ketelitian nilai akurasi geometri *horizontal* (CE90) dari *orthophoto* yang diolah dengan metode *direct georeferencing* yaitu sebesar 1.072 m.
 - b. Hasil uji ketelitian nilai akurasi geometri *horizontal* (CE90) dari *orthophoto* yang diolah dengan metode *indirect georeferencing* yaitu sebesar 0.246 m.
2. Berdasarkan Permen ATR/KaBPN 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.

B. Saran

1. Pemanfaatan UAV/*drone* yang dilengkapi dengan GPS metode PPK dapat digunakan oleh Kementerian ATR/BPN untuk memenuhi ketersediaan Peta Dasar Pertanahan pada skala menengah.
2. Perlu dilakukan integrasi GPS metode PPK dengan sensor perekaman kamera pada UAV/*drone* agar tidak terdapat perbedaan waktu antara hasil PPK dengan hasil foto udara.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap ketelitian planimetris maupun luasan bidang terhadap *orthophoto* yang dihasilkan dengan metode *direct georeferencing*.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap GPS metode PPK pada UAV model *fixed wing* dalam pemrosesan foto udara metode *direct georeferencing* untuk area yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal/Buku/Skripsi

- Abidin, HZ 2000, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, HZ 2007, *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Adi, PA, Prasetyo, Y & Yuwono, D, B 2017, 'Pengujian akurasi dan ketelitian planimetrik pada pemetaan bidang tanah pemukiman skala besar menggunakan wahana unmanned aerial vehicle (UAV)', *Jurnal Geodesi*, vol. 6, no. 1, hlm. 208-2017.
- Adzan, D, Yuwono, BD & Awaluddin, M 2015, '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 pada Fakultas Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada.
- Anggarini, NHMA 2014, 'Perhitungan Kecepatan Pergeseran Dan Regangan Stasiun Sumatran GPS Array (Sugar) Tahun 2011 s.d 2013', Skripsi pada Fakultas Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada.
- Arief, R 2018, 'Kajian Akurasi Peta Ortofoto Dari Data Wahana Udara Tanpa Awak (WUTA)', Skripsi pada Fakultas Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada.
- Arikunto, S 2010, *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta, Rineka Cipta.
- Ayyubi, ASA 2017, 'Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana Fix Wing UAV (Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo)', Tugas Akhir pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Astanto, HD 2018, 'Pemanfaatan Teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)/Drone Tipe *Quadcopter* Untuk Pengukuran Bidang Tanah Non-Pertanian', Skripsi pada Program Diplomas IV Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Nasional.

- Berteska, T & Ruzgiene, B 2013, 'Photogrammetric mapping based on UAV imagery', *Geodesy and Cartography*, vol. 39(4), page 158-163.
- Danoedoro, P 2012, *Pengantar penginderaan jauh digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Eastman, JR 2001, 'Guide to GIS and Image Processing', *Clark Labs*, vol. 1
- El-Rabbany, A 2002, *Introduction to GPS: The Global Positioning System*, USA, Artech House, INC.
- Fazel, H, Samadzadegan, F & Dadrasjavan, F 2016, 'Evaluating the Potential of RTK-UAV for Automatic Point Cloud Generation in 3D Rapid Mapping', *ISPRS - The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLI-B6, page 221-226.
- Frandika 2017, 'Uji Ketelitian Hasil Pemotretan dengan *Unmanned Aerial Vehicle Quadcopter* Untuk Pembuatan Peta Dasar Pertanahan', Skripsi pada Program Diplomas IV Pertanahan, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Hafiz, EG, Awaluddin M & Yuwono, BD 2014, 'Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP', *Jurnal Geodesi UNDIP*, vol. 1, no. 1
- Klaar, W & Amhar, F 2001, *Proses Tata Ruang dan Teknologi Pemetaan Tata Ruang*, Jakarta, Bakosurtanal.
- Moffit, FH 1982, *Surveying Seventh Edition*. Harper & Row Publisher, Inc : New York.
- Montolalu, CEJC & Langi, YAR 2014, 'Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test)', *Jurnal Matematika dan Aplikasi deCartesiaN*, vol.7, no.1, hlm. 44-46
- Paine, DP 1993, *Fotografi Udara dan Penafsiran Citra Untuk Pengelolaan Sumber Daya*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Pranata, YN 2016, 'Evaluasi Metode Aerial Videogrametri Untuk Rekonstruksi 3D Bangunan (Studi Kasus: Candi Singasari, Jawa Timur)', Tugas Akhir pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Risdianto, H 2014, 'Penentuan Koordinat Geodetik Titik Bm Pasut Jawa Dari Data Pengamatan GPS', *Jurnal Tekno Global*, vol. III, no. 1

- Rizaldy, A & Firdaus, W 2012, 'Direct Georeferencing: a New Standard in Photogrammetry for High Accuracy Mapping', *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXIX-B1
- Rokhmana, CA 2013, 'Percepatan Pemetaan Kadaster Memanfaatkan Teknologi Wahana Udara Tanpa Awak', *Bhumi: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, jilid 1, hlm. 263-268.
- Rokhmana, CA 2015, 'The Potential of UAV-based Remote Sensing for Supporting Precision Agriculture in Indonesia', *Procedia Environmental Sciences*, 24, page 245–253.
- Safii, NA, Putra, AA & Gaol, YAL 2016, 'Analisis Perbandingan Ketelitian Hasil Pengukuran GCP Menggunakan GPS Metode RTK-NTRIP dan Statik untuk Studi Kasus di Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur', *Prosiding Seminar Geomatika*, hlm. 101–108.
- Safi, AS, Pratomo DG & Cahyadi, MN 2017, 'Pengamatan Pasang Surut Air Laut Sesaat Menggunakan GPS Metode Kinematik', *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2
- Schenk, T 1997, 'Towards automatic aerial triangulation', *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 52, page 110–121
- Sugiyono 2016, *Metode Penelitian Manajemen*. Bandung, Alfabeta.
- Sugiyono 2016, *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*, Bandung, Alfabeta.
- Sulistyo, B 2016, 'Peran Citra Satelit Resolusi Tinggi Dalam Penyusunan Rencana Detil Tata Ruang', *Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bengkulu*.
- Susetyo, DB dan Gularso, H 2017, 'Perbandingan nilai koordinat dan elevasi antar model stereo pada foto udara hasil triangulasi udara', *Seminar Nasional Geomatika*.
- Susetyo, DB, Syetiawan, A & Octariady, J 2017, 'Perbandingan Ketelitian Geometrik Citra Satelit Resolusi Tinggi dan Foto Udara untuk Keperluan Pemetaan Rupabumi Skala Besar', *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4*.
- 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 Orthofoto', *Jurnal Geodesi UNDIP*, vol. 6, no. 1

- Tanathong, S & Lee, I 2014, 'Using GPS/INS Data to Enhance Image Matching for Real-time Aerial Triangulation', *Computers and Geosciences*, 72, page 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.08.003>
- Tenedorio, JA, Estanqueiro, R, Lima, AM & Marques, J 2016, 'Remote Sensing from Unmanned Aerial Vehicle for 3D Urban Modelling Case Study of Loule, Portugal', 11th CTV, Virtual Cities and Territories-International Congress, page 1118-1128.
- Tomastik 2019, 'UAV RTK/PPK Method—an Optimal Solution for Mapping Inaccessible Forested Areas', Technical University in Zvolen, Faculty of Forestry, Department of Forest Management and Geodesy, Zvolen, Slovakia.
- Tjahjadi, ME & Vicard, J 2019, 'Kualitas Orthophoto terhadap perbedaan tinggi terbang, *Jurnal Geodesi ITN Malang*.
- Wahyono, EB, Syaifullah, A & Bimasena, AN 2017, 'Pemetaan Metode Fotogrametri Dengan Wahana Drone/UAV: *Direct Georeferencing Dan Indirect Georeferencing Untuk Base Map Geo-KKP Web (Studi di Desa Kudu dan Kelurahan Banaran Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur)*', *STPN Press*
- Wolf, PR 1993, *ELEMEN FOTOGRAMETRI Dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh*, Edisi kedua Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Yuan, X & Zhang, X 2008, 'Theoretical accuracy of direct georeferencing with position and orientation system in aerial photogrammetry', *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, page 617–622.
- Zhang, B & Zhang, L 2017, 'Study on the Application of 3D Modeling Based on UAV Photography in Urban Planning', *AIP Conference Proceeding*, 1864:1.

Publikasi Pemerintah

Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional No. 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan.

Internet

<https://slemankab.bps.go.id/publication/2019/09/26/659319e81960cc804bbe451f/kecamatan-pakem-dalam-angka-2019> diakses pada tanggal 18 Juni 2020 pukul 20.00 WIB

<https://slemankab.bps.go.id/publication/2019/09/26/53a7d764fba075cdddf1bab4/kecamatan-ngemplak-dalam-angka-2019> diakses pada tanggal 18 Juni 2020 pukul 20.06 WIB

http://geoportal.slemankab.go.id/layers/geonode:_3404_50kb_ar_penggunaan_lahan_sleman_dpnr_2017/metadata_detail diakses pada tanggal 18 Juni 2020 pukul 20.10 WIB

<https://en.climate-data.org/asia/indonesia/special-region-of-yogyakarta> diakses pada tanggal 18 Juni 2020 pukul 21.10 WIB