

FPIPS: 3088/UN40.F2.12/PT/2022

**PENGARUH VARIASI TOPOGRAFI TERHADAP TINGKAT
KETELITIAN UNTUK PETA DASAR PENDAFTARAN TANAH
MENGGUNAKAN METODE FOTOGRAFIMETRI**
(Studi Kasus : Desa Cikahuripan Kecamatan Lembang)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Geografi Program Studi Sains Informasi Geografi



Dibuat Oleh:

Muhammad Zidan

1805155

**PROGRAM STUDI SAINS INFORMASI GEOGRAFI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN GEOGRAFI
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Muhammad Zidan

1805155

PENGARUH VARIASI TOPOGRAFI TERHADAP TINGKAT KETELITIAN UNTUK PETA DASAR PENDAFTARAN TANAH MENGGUNAKAN METODE FOTOGRAMETRI (Studi Kasus : Desa Cikahuripan Kecamatan Lembang)

Disetujui dan Disahkan Oleh :

Pembimbing I



Prof. Dr. Darsiharjo, M. S.

NIP. 19620921 198603 1 005

Pembimbing II

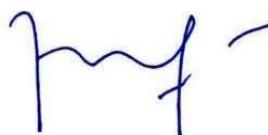


Dr. Nanin Trianawati Sugito, S.T., M.T.

NIP. 19830403 200801 2 013

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sains Informasi Geografi



Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si.

NIP. 19790226200501 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zidan
NIM : 1805155
Program Studi : Sains Informasi Geografi
Fakultas : Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial
Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Topografi Terhadap Tingkat Ketelitian untuk Peta Dasar Pendaftaran Tanah Menggunakan Metode Fotogrametri

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Topografi Terhadap Tingkat Ketelitian untuk Peta Dasar Pendaftaran Tanah Menggunakan Metode Fotogrametri” ini beserta seluruh isinya adalah benar karya saya pribadi. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini

Bandung, Januari 2022

Penulis,

Muhammad Zidan

ABSTRAK

Ketersediaan data keruangan dan pertanahan di Indonesia masih sangatlah sedikit. Pada tahun 2015 – 2019 ATR/BPN telah melaksanakan pengukuran dan pemetaan bidang tanah, obyek, ruang dan perairan dengan luas 1.642.627 Ha dari 15.262.750 Ha yang ditargetkan. Dalam Rencana Strategis (DPPK ATR/BPN, 2020) direncanakan pada tahun 2020 – 2024 cakupan luas tanah yang terpetakan adalah sebesar 43.811.745 Ha. Oleh karena itu diperlukan metode pemetaan yang efektif guna melakukan percepatan pemetaan bidang tanah dengan membuat peta dasar pendaftaran tanah menggunakan metode fotogrametri. Saat ini, pemetaan bidang tanah hanya berfokus pada aspek horizontal saja tanpa memperhitungkan nilai ketinggian. Dampaknya, mungkin saja pada beberapa wilayah yang memiliki topografi beragam akan diperoleh luas bidang tanah yang berbeda antara data pengukuran menggunakan metode fotogrametri dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi topografi terhadap tingkat ketelitian geometrik serta planimetrik pada peta dasar pendaftaran tanah. Hasil penelitian menunjukkan ketelitian geometri orthofoto memiliki ketelitian horizontal (CE90) sebesar 0.18 m. Nilai ketelitian tersebut memenuhi standar ketelitian peta dasar kelas 1 pada skala 1:1000 yang mengacu pada Perka BIG Nomor 6 Tahun 2018. Dalam pengujian ketelitian planimetrik jarak dan luas orthofoto yang diperoleh telah memenuhi toleransi ketelitian yang merujuk pada PMNA/KBPN No. 03 Tahun 1997. Hasil pengujian menunjukkan variasi topografi secara umum tidak mempengaruhi tingkat ketelitian geometrik dan planimetrik. Pembuatan peta dasar pendaftaran tanah menggunakan metode fotogrametri memiliki kelebihan dalam efektifitas biaya, tenaga, dan waktu. metode fotogrametri dalam pembuatan peta dasar pendaftaran tanah akan sangat baik digunakan guna menunjang percepatan pemetaan bidang tanah di Indonesia.

Kata Kunci : Peta Dasar Pendaftaran Tanah, Variasi Topografi, Metode Fotogrametri, Ketelitian Geometrik, Ketelitian Planimetrik

ABSTRACT

The availability of land and spatial data in Indonesia is still very little. In 2015 – 2019 ATR/BPN has carried out measurements and mapping of parcels of land, objects, space and waters with an area of 1,642,627 Ha from the targeted 15,262,750 Ha. In the Strategic Plan (DPPK ATR/BPN, 2020) it is planned that in 2020 – 2024 the area of the mapped land area is 43,811,745 Ha. Therefore, an effective mapping method is needed to accelerate the mapping of land parcels by making a land registration base map using the photogrammetric method. Currently, the mapping of land parcels only focuses on the horizontal aspect without taking into account the VERTICAL value. As a result, it is possible that in some areas that have diverse topography, different land parcels will be obtained between the measurement data using the photogrammetric method and the actual conditions in the field. This study aims to analyze the effect of topographic variations on the level of geometric and planimetric accuracy on the land registration base map. The results showed that the orthophoto geometry has a horizontal accuracy (CE90) of 0.18m This accuracy value meets the accuracy standard for class 1 base maps on a scale of 1:1000 which refers to Perka BIG Number 6 of 2018. In testing the planimetric accuracy of the distance and orthophoto area obtained, the accuracy tolerance refers to PMNA/KBPN No. 03 of 1997. The results of the test show that topographic variations in general do not affect the level of geometric and planimetric accuracy. Making a land registration base map using the photogrammetric method has advantages in cost effectiveness, labor and time. The photogrammetric method in making a land registration base map will be very well used to support the acceleration of mapping land parcels in Indonesia.

Key Words : Land Registration Base Map, Topographic Variation, Photogrammetric Method, Geometric Accuracy, Planimetric Accuracy

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH PENELITIAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II TIJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Konsep Dasar Fotogrametri	11
2.3. Foto Udara.....	12
2.4. Sumber Kesalahan Foto Udara.....	14
2.5. <i>Strukture from Motion</i> dan <i>Multi-View Stereo</i> (SfM – MVS)	16
2.6. <i>Global Navigation Satellite System</i> (GNSS).....	17
2.7. Titik Kontrol	18
2.8. Orthofoto	19
2.9. DTM (<i>Digital Terrain Model</i>)	20
2.10. Uji Ketelitian Peta.....	21
2.11. UAV (<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>).....	22
2.12. Konsep Peta dan Pemetaan	24
2.13. Peta Dasar Pendaftaran Tanah	25
2.14. Pemetaan Bidang Tanah.....	26
2.15. Topografi.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29

3.1.	Lokasi Penelitian.....	29
3.2.	Waktu Penelitian	31
3.3.	Populasi dan Sampel	31
3.3.1.	Populasi Penelitian	31
3.3.2.	Sampel Penelitian	31
3.4.	Variabel Penelitian	32
3.5.	Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.6.	Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.7.	Tahapan Penelitian	35
3.7.1.	Pra Penelitian.....	35
3.7.2.	Penelitian	35
3.7.3.	Pasca Penelitian	36
3.8.	Teknik Analisis Data.....	36
3.8.1.	Pengolahan Data GNSS.....	36
3.8.2.	Pengolahan Foto Udara	36
3.8.3.	Pengolahan Sampel Ukuran Luas Dan Jarak.....	37
3.8.4.	Uji Ketelitian Data.....	37
3.9.	Diagram Alir	40
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	45
4.1.1.	Letak dan Luas Wilayah.....	45
4.1.2.	Kondisi Topografi.....	45
4.1.3.	Kondisi Penduduk.....	46
4.2.	Hasil Penelitian	51
4.2.1.	Akuisisi Foto Udara.....	51
4.2.2.	Akuisisi Titik GCP dan ICP	52
4.2.3.	Akuisisi Sampel Jarak dan Luas	53
4.2.4.	Pengolahan Data GNSS.....	55
4.2.5.	Pengolahan Foto Udara	56
4.2.5.	Pengolahan Sampel Jarak dan Luas.....	66
4.2.6.	Uji Ketelitian Geometrik dan Planimetrik	68
4.3.	Pembahasan Penelitian.....	74
4.3.1.	Analisis Pengaruh Variasi Topografi Terhadap Tingkat Ketelitian untuk Peta Dasar Pendaftaran Tanah	74

4.3.2. Analisis Pemanfaatan Metode Fotogrametri dalam Pembuatan Peta Dasar Pendaftaran Tanah	77
BAB V PENUTUP	80
5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Foto Udara Berdasarkan Posisi Pengambilan Gambarnya. (A) Foto Tegak, (B) Foto Miring, dan (C) Foto Sangat Miring. (Hadi, 2007)	13
Gambar 2. 2 Ilustrasi Orientasi Interior, (A) Distorsi Radial, (B) Distorsi Tangensial, (C) Faktor Skala, dan (D) Ketidaksimetrisan Sensor (Takeuchi W, 1996) dalam (Syauqani et al., 2017)	14
Gambar 2. 3 Ilustrasi Kesalahan Drift (Wolf, 1983) dalam (Syauqani et al., 2017)	15
Gambar 2. 4 Ilustrasi Kesalahan Tilt (Wolf, 1983) dalam (Syauqani et al., 2017)	15
Gambar 2. 5 Ilustrasi Kesalahan Tip (Wolf, 1983) dalam (Syauqani et al., 2017)	16
Gambar 2. 6 Kenampakan 2 Dimensi Orthofoto Pada Bidang Datar (Hadi, 2007)	20
Gambar 2. 7 Perbedaan Digital Surface Model (DSM) dan Digital Terrain Model (DTM).	20
Gambar 2. 8 Perbandingan UAV Berdasarkan Cara Terbangnya (Wahyono & Suyudi, 2017)	24
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	30
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	40
Gambar 3. 3 Peta Kemiringan Lereng Desa Cikahuripan.....	42
Gambar 3. 4 Peta Rencana Sebaran GCP dan ICP.....	51
Gambar 4. 1 Peta Desa Cikahuripan Kecamatan Lembang	47
Gambar 4. 2 Peta Kemiringan Lereng Desa Cikahuripan	48
Gambar 4. 3 Peta Topografi Ketinggian Desa Cikahuripan	49
Gambar 4. 4 Peta Kepadatan Penduduk Desa Cikahuripan	50
Gambar 4. 5 Foto Hasil Akuisisi Menggunakan UAV	51
Gambar 4. 6 Dokumentasi Proses Akuisisi Foto Udara di Lokasi Penelitian.....	52
Gambar 4. 7 Dokumentasi Pengukuran GCP dan ICP di Lokasi Penelitian.....	53
Gambar 4. 8 Dokumentasi Akuisisi Sampel Jarak dan Luas	54
Gambar 4. 9 Hasil Pengolahan Data GNSS Statik Menggunakan Software Leica Geo Office	55
Gambar 4. 10 Proses Triangulasi Udara	57
Gambar 4. 11 Pengikatan Foto pada Koordinat GCP dan ICP	57
Gambar 4. 12 Estimasi Nilai Error pada GCP dan ICP	58

Gambar 4. 13 Proses Pembuatan Dense Cloud.....	59
Gambar 4. 14 Proses Pembangunan 3D Mesh.....	59
Gambar 4. 15 Proses Texturing Foto Udara	60
Gambar 4. 16 Pembentukan DEM	60
Gambar 4. 17 DEM Versi Digital Surface Model.....	61
Gambar 4. 18 Perubahan DSM menjadi DTM.....	62
Gambar 4. 19 Membuat Orthofoto.....	62
Gambar 4. 20 Orthofoto Hasil Pengolahan menggunakan Agisoft Photoscan	63
Gambar 4. 21 Informasi Survei Foto Udara.....	64
Gambar 4. 22 Residual Gambar pada Kamera DJI Mavic 2 Pro	65
Gambar 4. 23 Lokasi Kamera dan Estimasi Nilai Errornya.....	66
Gambar 4. 25 Proses Penggambaran Sampel Luas dan Jarak Menggunakan ArcGIS	67
Gambar 4. 25 Kelas Ketelitian Orthofoto Hasil Penelitian.....	69
Gambar 4. 26 Peta Kepemilikan Tanah dalam WebGIS milik Kementerian ATR/BPN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Topografi	10
Tabel 2. 3 Hubungan Topografi/Relief dengan Kemiringan Lereng dan Beda Tinggi	27
Tabel 2. 4 Kelas Kemiringan Lereng	28
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	31
Tabel 3. 2 Alat Penelitian.....	33
Tabel 3. 3 Bahan Penelitian	34
Tabel 3. 4 Sampel Penelitian.....	32
Tabel 3. 5 Variabel Penelitian.....	32
Tabel 3. 6 Ketelitian Geometrik Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI).....	37
Tabel 3. 7 Ketentuan Ketelitian Geometrik Peta RBI Berdasarkan Kelas.....	37
Tabel 3. 8 Perencanaan Terbang UAV	41
Tabel 4. 1 Luasan Kelas Topografi dan Kemiringan Lereng di Desa Cikahuripan	46
Tabel 4. 2 Data Kependudukan Per RW di Desa Cikahuripan	46
Tabel 4. 3 Hasil Akuisisi Foto Udara.....	51
Tabel 4. 4 Koordinat GCP ICP Hasil Post Processing.....	55
Tabel 4. 5 Estimasi Nilai RMSE pada Poses Pengolahan GCP dan ICP	58
Tabel 4. 6 Spesifikasi Kamera UAV DJI Mavic 2 Pro	64
Tabel 4. 7 Nilai Koefisien Kalibrasi dan Korelasi Matriks.....	65
Tabel 4. 8 Rincian Estimasi Nilai Error pada Lokasi Kamera Hasil Pemotretan Udara	66
Tabel 4. 9 Sampel Luasan Hasil Penggambaran Data GNSS RTK dan Digitasi Foto Udara.....	67
Tabel 4. 10 Sampel Jarak Hasil Penggambaran Data GNSS RTK dan Digitasi Foto Udara.....	68
Tabel 4. 11 Hitungan Ketelitian Geometrik Titik ICP	70
Tabel 4. 12 Uji Ketelitian Planimetrik Jarak.....	72
Tabel 4. 13 Uji Ketelitian Planimetrik Luas	73
Tabel 4. 14 Nilai RMSE Pada Titik GCP	74
Tabel 4. 15 Hubungan Variasi Topografi Terhadap RMSEr	75

Tabel 4. 16 Selisih Jarak Hasil Digitasi Foto Udara dengan Jarak di Lapangan ..	75
Tabel 4. 17 Hubungan Topografi Terhadap Selisih Jarak.....	76
Tabel 4. 18 Selisih Luas Hasil Digitasi Foto Udara dengan Jarak di Lapangan...	77
Tabel 4. 19 Hubungan Variasi Topografi Terhadap Selisih Luas.....	77

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2007). *Analisis Eksistensial*. PT. Raja Grafindo Persad.
- Adi, A., Prasetyo, Y., & Yuwono, B. (2017). Pengujian Akurasi Dan Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (Uav). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 208–217.
- ATR/BPN, K. (2020). Laporan Kinerja (LKj) Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional Tahun 2020. In *Kementerian ATR/BPN*.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Hasil Sensus Penduduk 2020*.
<https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/01/21/1854/hasil-sensus-penduduk-2020.html>
- Basuki, S. (2011). *Ilmu Ukur Tanah (Edisi Revisi)*. Gadjah Mada University Press.
- BIG. (2018). PerBIG Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peka BIG Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. In *Badan Informasi Geospasial*. Bogor. <https://jdih.big.go.id/>
- BIG. (2020). Peraturan Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar. *Badan Informasi Geospasial*.
- BPS. (2019). *Kecamatan Lembang Dalam Angka 2019*.
- BPS. (2021). *Kecamatan Lembang Dalam Angka 2021*.
- DPPK ATR/BPN. (2020). *Rencana Strategis Direktorat Pengukuran dan Pemetaan Kadastral Tahun 2020-2024*.
- Gonçalves, J. A., & Henriques, R. (2015). UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104, 101–111.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.02.009>
- Gularso, H., Rianasari, H., & Silalahi, F. E. S. (2015). PENGGUNAAN FOTO UDARA FORMAT KECIL MENGGUNAKAN WAHANA UDARA NIR-AWAK DALAM PEMETAAN SKALA BESAR (Small Format Aerial Photography Application using UAV for Large Scale Mapping). *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 21(1), 37–44.
- Hadi, B. S. (2007). Dasar-Dasar Fotogrametri. *Universitas Negeri Yogyakarta*, 1–152.
- Haris, D., & Ihsan, M. (2020). Pemanfaatan Metode Fotogrametri Untuk Pemetaan Skala 1 : 1000 (Studi Kasus : Universitas Pendidikan Indonesia). *Jurnal ENMAP (Environment & Mapping)*, 1(2).
- Hidayat, M. S., Taryono, & Suharjo. (2016). *Kajian Morfometri Lereng Untuk Konservasi Tanah Di Kecamatan Jatiyoso Kabupaten Karanganyar* [Skripsi Thesis]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ihsan, M., & Affriani, A. R. (2021). The application of unmanned aerial vehicle photogrammetry for building maintenance (case study : national education museum, universitas pendidikan indonesia). *IOP Conference*

- Series: Earth and Environmental Science*, 683(1), 012104.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/683/1/012104>
- Koci, J., Jarihani, B., Leon, J. X., Sidle, R. C., Wilkinson, S. N., & Bartley, R. (2017). Assessment of UAV and ground-based structure from motion with multi-view stereo photogrammetry in a gullied savanna catchment. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11).
<https://doi.org/10.3390/ijgi6110328>
- Marbawi, M., Yuwono, B. D., & Sudarsono, B. (2015). Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan GNSS RTK Radio dan RTK-NTRIP Pada Stasiun Cors Undip. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(4), 297–306.
- Mercer, J. J., & Westbrook, C. J. (2016). Ultrahigh-resolution mapping of peatland microform using ground-based structure from motion with multiview stereo. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 121(11), 2901–2916. <https://doi.org/10.1002/2016JG003478>
- Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: A review. *Applied Geomatics*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>
- Pamungkasari, F. L., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2019). Analisis Konfigurasi Optimum Kerangka Gcp Untuk Survei Pemetaan Luasan Besar Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (Uav). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 268–277.
- Pranata, Y. N., & Cahyono, A. B. (2016). Evaluasi Metode Aerial Videogrametri untuk Rekonstruksi 3D Bangunan (Studi Kasus: Candi Singasari, Jawa Timur). *JURNAL TEKNIK ITS*, 5(2), 260–265.
- Prasetyo, Y., Haniah, & Setiawan, F. T. (2016). Analisis Potensi Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan Citra Satelit Sentinel-1 Sar untuk Pemantauan Aktivitas Penambangan Illegal di Kawasan Brown Canyon Semarang. *Proceeding FIT-ISI Dan CGISE 2016*, 331–335.
- Riadi, S., Tjahjadi, M. E., & Purwanto, H. (2015). Pembuatan Peta Topografi Skala Besar dengan Memanfaatkan Foto Udara UAV Kamera Non-Metrik. *Doctoral Dissertation*, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Safi'i, A. N. (2018). Akurasi Pengukuran Gps Metode Rtk-Ntrip Menggunakan Ina-Cors Big. *Seminar Nasional Geomatika*, 2, 455. <https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.441>
- Seno, D. A., Sabri, L. M., & Yudo, P. (2019). Analisis Akurasi DEM dan Foto Tegak Hasil Pemotretan dengan Pesawat Udara Nir Awak DJI Phantom 4 (Studi Kasus: Bukit Perumahan Hijau Tembalang Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(2), 8–18.
- Setiawan, M. A., Wahyono, E. B., & Suyudi, B. (2019). Hasil Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle Pada Variasi Topografi untuk Pengukuran dan Pemetaan. *Jurnal Tunas Agraria*, 2(1), 21–44.
- Smith, M. W., Carrivick, J. L., & Quincey, D. J. (2016). Structure from motion photogrammetry in physical geography. *Progress in Physical Geography*, 40(2), 247–275.
<https://doi.org/10.1177/0309133315615805>
- SPPR ATR/BPN. (2020). *Laporan Akhir Rencana Strategis Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang 2020-2024*.

- Sudarsono, B., Sabri, L. M., & Dinoto, T. S. (2020). PENGUKURAN LUAS METODE TERESTRIS MENGGUNAKAN ALAT UKUR GPS DAN METODE FOTOGRAMETRI MENGGUNAKAN FOTO UDARA UAV DI KOLAM RETENSI MUKTIHARJO KIDUL SEMARANG | Sudarsono | Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika. *ELIPSOIDA*, 03(02), 143–150.
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/elipsoida/article/view/9312/4977>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabetika.*
- Sutrisno, W. (2018). *Pemetaan dan Implikasi Kebutuhan Ruang Kelas Fasilitas Pendidikan Menyongsong Bonus Demografi di Purwokerto Barat.* [Bachelor Thesis]. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Syauqani, A., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. (2017). Jurnal Geodesi Undip Januari 2017 UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) QUADCOPTER DJI PHANTOM 3 Jurnal Geodesi Undip Januari 2017. *Geodesi Undip*, 6(1), 249–257.
- Udin, W. S., & Ahmad, A. (2014). Assessment of photogrammetric mapping accuracy based on variation flying altitude using unmanned aerial vehicle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 18(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/18/1/012027>
- Wahyono, E. B., & Suyudi, B. (2017). *Fotogrametri terapan.* Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Zhang, Y., Xiong, J., & Hao, L. (2011). Photogrammetric processing of low-altitude images acquired by unpiloted aerial vehicles. *Photogrammetric Record*, 26(134), 190–211. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2011.00641.x>