

Analisis Akurasi Ketelitian Vertikal DEM Foto Udara Pada Kawasan Permukiman (Studi Kasus: Kelurahan Sekip Jaya, Kecamatan Kemuning, Palembang)

Ahmad Ridho Sastra¹⁾, Debi Nadia Putri²⁾, Anggun Veranika³⁾

^{1), 2), 3)}Program Studi Survei dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri
Jl. Jend. Sudirman No.Km.4 No. 62, 20 Ilir D. IV, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30129
Email : ridhosastra@uigm.ac.id¹⁾, debinadiaputri@uigm.ac.id²⁾, anggunveranika@gmail.com³⁾.

ABSTRACT

In the research, data collection included aerial photography and measurement of GCP (Ground Control Point) points. The location of this research is located in the Sekip Jaya village, Kemuning sub-district watershed area, Palembang city. A total of 11 GCP points were measured in this study. However, in the orthorectifications process only 5 GCP points were used. The DEM accuracy stage by taking the remaining 6 samples as ICP points obtained from field measurements as comparison data. The results of the accuracy test calculation are obtained in the formula regulated in BIG Regulation No.6 of 2018. Based on the results of the research conducted, the results of the vertical accuracy of the LE90 Orthophoto aerial photo of 4.5 m were obtained in the class 3 category with a map scale of 1:10,000.

Keywords : GCP, ICP, DEM, Orthorectification, Orthophoto

ABSTRAK

Dalam penelitian dilakukan pengumpulan data meliputi pemotretan udara dan pengukuran titik GCP. Penelitian ini dilakukan berlokasi di kelurahan Sekip Jaya area Daerah Aliran Sungai Kecamatan Kemuning Kota Palembang. Total 11 titik GCP yang dilakukan pengukuran pada penelitian ini. Namun pada proses ortohrektifikasi menggunakan 5 titik GCP Tahap akurasi DEM dengan mengambil sisa 6 sampel sebagai titik ICP yang digunakan untuk data pebanding nilai Z pengukuran dengan Nilai Z pada DEM foto udara. Hasil perhitungan uji ketelitian menggunakan rumus yang telah diatur dalam Peraturan kepala BIG No.6 tahun 2018. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil akurasi vertikal LE90 Orthophoto foto udara sebesar 4,5 m kategori kelas 3 dengan skala peta 1:10.000.

Kata Kunci : GCP, ICP, DEM, Orthorektifikasi, Orthophoto

1. Pendahuluan

Perkembangan permintaan informasi geospasial berbagai macam bidang pada suatu wilayah dan semakin pula berkembang metode dalam kegiatan pemetaan. Pemetaan Fotogrametri, merupakan metode pemetaan objek-objek di permukaan bumi yang dilakukan menggunakan foto udara sebagai media. Pemetaan ini menggunakan *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* atau yang lebih dikenal dengan drone. Saat ini, banyak pemetaan menggunakan *UAV* meningkat karena keuntungan pada biaya yang relatif murah serta waktu yang efisien. (Alves, 2019)

Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu produk yang didapatkan dari foto udara. DEM memberikan informasi ketinggian atau elevasi di permukaan bumi dan dapat disimpan dengan format raster maupun vektor (Trisakti, 2010).

Pengecekan akurasi geometri menggunakan GCP (*Ground Control Point*) digunakan dalam melakukan proses orthorektifikasi. Mengetahui ketelitian DEM adalah dengan cara menghitung nilai RMSE (*Root Mean Square*) dari data ketinggian atau elevasi yang lebih teliti. Ketelitian horizontal dapat ditentukan dengan perhitungan nilai RMSE dari koordinat x dan y dari data referensi, sedangkan untuk akurasi vertikal ditentukan dengan menghitung nilai RMSE menggunakan koordinat z dari ketinggian data referensi. Penelitian yang akan dilakukan ini, melakukan uji akurasi vertikal dengan menggunakan DEM yang dibangun dari foto udara.

Sangat diperlukan standar ketelitian peta untuk mendapatkan perhitungan yang akurat dan dapat dipertanggung jawabkan yang dikeluarkan melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014. Adapun ketentuan untuk standar ketelitian geometri Peta RBI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketelitian Geometri RBI (Perka BIG No.6, 2018)

No	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1 : 1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
2	1 : 500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
3	1 : 250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
4	1 : 100.000	40	20	20	30	30,00	50	50,00
5	1 : 50.000	20	10	10	15	15,00	25	25,00
6	1 : 25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,5	12,50
7	1 : 10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
8	1 : 5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,50
9	1 : 2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10	1 : 1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

Perhitungan ketelitian geometri dengan cara menghitung ketelitian horizontal dengan menggunakan tingkat kepercayaan 90 % yaitu CE90 sedangkan untuk ketelitian vertikal menggunakan LE90. Pada table 1 Nilai CE90 dan LE90 dapat ditentukan dengan mengacu pada standar US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) dapat dilihat di dalam Perka BIG No.15 tahun 2014 sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \dots(1)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \dots(2)$$

dengan:

RMSEr: *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

RMSEz: *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

Penelitian ini menggunakan metode pemetaan fotogrametri dengan melakukan pemotretan foto udara menggunakan *UAV*. Adapun lokasi penelitian terletak di Kawasan permukiman Sekip Jaya Kota Palembang.

2. Tinjauan Pustaka

Fotogrametri

Fotogrametri merupakan teknik pemetaan dan pengukuran permukaan bumi dengan menggunakan foto udara. Produk yang dihasilkan dari perekaman metode fotogrametri adalah berupa peta foto. Hasil produk dari foto udara dapat dimanfaatkan untuk kegiatan antara lain perencanaan dan desain: pelabuhan, jembatan, jalan kereta api, jalan raya, pembuatan peta bidang tanah hingga untuk perencanaan pembangunan perkotaan. Aspek yang menjadi perkembangan cabang ilmu fotogrametri antara lain:

- a) Fotogrametri metrik adalah pengukuran cermat berdasarkan foto dan sumber data lainnya, biasanya digunakan untuk menentukan posisi relatif, 6 titik. Dengan demikian, dimungkinkan untuk memperoleh pengukuran jarak, sudut, luas permukaan, volume, tinggi, ukuran dan bentuk benda (Wicaksono, 2009)
- b) Fotogrametri interpretatif merupakan ilmu yang dalam mempelajari identifikasi objek dan penilaian objek melalui analisis yang sistematis dan cermat (Wicaksono, 2009).
- c) Foto udara (aerial photography) merupakan hasil pemotretan area dari ketinggian tertentu menggunakan sebuah wahana berkamera (Wicaksono, 2009).
- d) Adapun dari jenis foto udara antara lain, yaitu foto udara vertikal atau tegak, miring dan sangat miring (Wicaksono, 2009).

Ground Control Point (GCP)

Foto udara yang diproses memerlukan *Ground Control Point* (GCP) sebagai titik kontrol tanah dimana berfungsi untuk mengoreksi distorsi foto udara serta memperbaikinya. Selain itu juga proses koreksi ini terdiri dari sepasang koordinat X dan Y yang didapatkan dari pengamatan menggunakan GPS geodetic. Adapun kualitas akurasi GCP sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan serta dari jumlah sampel GCP yang tersebar di lokasi dan waktu pengambilan (Darmawan, 2008).

Independent Check Point (ICP)

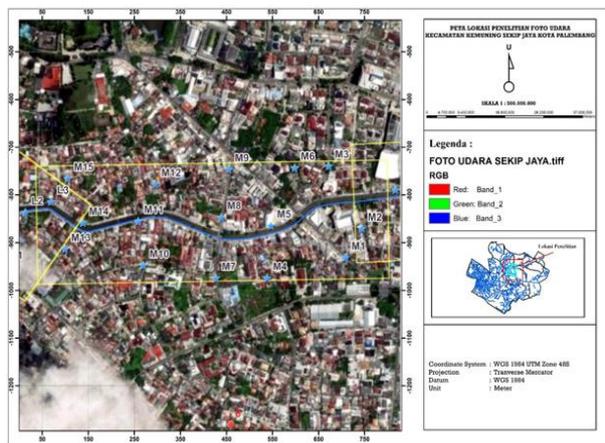
Kualitas objek dapat dilakukan pengecekan dengan melakukan perbandingan dengan koordinat model dengan kordinat yang sebenarnya hal ini merupakan fungsi dari

independent control point yang disebut sebagai titik cek kontrol permukaan tanah. Perbedaan utama antara GCP dan ICP adalah GCP digunakan untuk pemrosesan data sedangkan ICP digunakan setelah data menjadi produk dan tidak terlibat dalam pemrosesan data. ICP digunakan untuk mendapatkan akurasi horizontal dan vertikal dari hasil pemotretan foto udara (Lailissaum, 2015). Metode ini melibatkan pemilihan sekumpulan titik yang tidak digunakan pada pemrosesan geospasial awal dan membandingkan koordinat yang diketahui dengan koordinat yang dihitung dari set data geospasial. Perbedaan antara koordinat yang diketahui dan yang dihitung digunakan untuk menghitung RMSE, yang merupakan ukuran keakuratan dataset. (Keliandar, 2017).

3. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi Pemotretan foto udara dan pengukuran titik GCP berada di wilayah Kelurahan Sekip Jaya Kecamatan Kemuning Kota Palembang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Kelurahan Sekip Jaya

Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan pada penelitian ini antara lain:

1. Data foto udara yang diambil dengan melakukan pemotretan udara di permukiman kelurahan sekip jaya kota palembang menggunakan *drone Dji Mavic 2 Pro* pada ketinggian 80 m.
2. Data GCP yang diperoleh dengan melakukan sebaran distribusi titik GCP dengan membuat premark sebelum dilakukan pengamatan menggunakan GPS geodetic. Hasil GCP ini digunakan sebagai tahapan proses pengolahan foto udara sebagai *georeferencing* untuk mengoreksi distorsi pada foto udara

Pada tabel 2 merupakan alat dan *software* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Alat dan *software*

No	Peralatan	Spesifikasi
1	Drone DJI	Dji Mavic 2 Pro
2	GPS Geodetic	Gps RTK Comnav T300
3	Laptop	Lenovo v14
4	Tripod statif	Topcon
5	Terpal Premark	50 x 100 cm
6	Arcgis	Arcmap 10.5
7	Global Mapper	Software versi 8
8	Agisoft	Metashape 1.8.3
9	Microsoft Word	Versi 2019
10	Microsoft excel	Versi 2019

Prosesan data

Penelitian ini menggunakan metode Fotogrametri, yaitu teknik pemetaan yang menggunakan foto udara untuk memperoleh informasi objek di permukaan bumi serta dilakukan pengambilan titik-titik GCP. Pada proses pengolahan data foto udara langkah pertama yang dilakukan adalah *Add Photos* untuk menambahkan 149 foto udara ke dalam proyek Agisoft. Langkah selanjutnya *Align Photos* proses ini menggabungkan *matching point* dari 2 atau lebih foto sehingga memungkinkan untuk melanjutkan pemrosesan dan analisis lebih lanjut seperti pembuatan model 3D dan ortomosaik. Setelah proses penggabungan foto udara selesai kemudian dilakukan input Koordinat GCP sebanyak 5 titik GCP yang ada serta dilakukan *add Photos*, *align photos*, selanjutnya melakukan proses *build dense cloud*, *build mesh*, *build DEM*, dan *build orthomosaic*. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan *Export Orthophoto Positioning GCP* Input Koordinat GCP 19 penentuan posisi agar mencapai hasil koordinat yang akurat dan sesuai.



Gambar 2. Input Koordinat GCP dan Positioning GCP

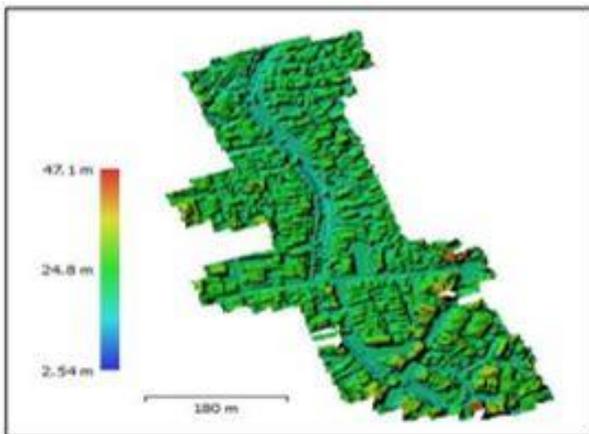
Hasil akhir berupa *orthophoto* yang sudah dilakukan koreksi geometrik sehingga skala gambarnya seragam dan mengikuti proyeksi peta tertentu. *Orthophoto* yang dihasilkan secara visual terlihat beresolusi tinggi dan warna yang sudah dikoreksi menciptakan representasi area yang mulus dan akurat. Sangat terlihat objek seperti

perumahan, jalan, bangunan, dan aliran sungai memberikan akurasi tinggi dan informasi yang detail sehingga dapat digunakan dalam berbagai bidang yang membutuhkan data spasial yang akurat.



Gambar 3. Orthophoto

Produk yang didapatkan dari foto udara selain DEM, juga dapat menghasilkan DTM dan DSM yang diperoleh melalui pemrosesan menggunakan *Software Agisoft*. DEM yang dihasilkan merupakan representasi pada permukaan bumi tiga dimensi dari data ketinggian pada permukaan suatu area dapat terlihat jelas pada gambar 4. Masih memperlihatkan objek diatas tanah seperti perumahan, jalan, bangunan, aliran sungai dan vegetasi yang merupakan objek memiliki ketinggian. DEM juga dapat direpresentasikan sebagai raster atau sebagai jaringan ireguler segitiga berbasis vektor (TIN). Serta kualitas DEM dapat ditentukan dengan menggunakan kontrol kualitas yaitu melakukan uji ketelitian *geometric*.



Gambar 4. DEM

DEM masih terlihat objek karena digunakan untuk memberikan gambaran topografi yang lebih detail dan akurat, seperti pada gambar 5. DEM yang digunakan

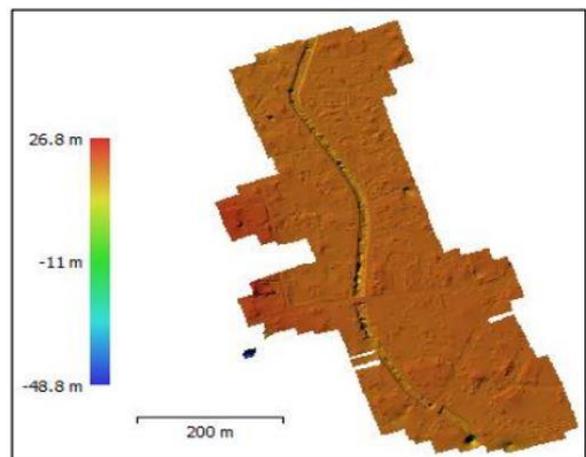
masih berupa DSM sehingga mempengaruhi permukaan DEM yang dihasilkan. Maka perlu dilakukan filtering menjadi DTM sehingga dapat terbebas dari objek yang berada diatas permukaan tanah.



Gambar 5. Contoh Feature Objek DEM Foto Udara yang Terlihat

Pada tahapan selanjutnya dilakukan pembuatan garis kontur pada data DEM untuk melihat pola kontur yang dihasilkan dari foto udara pada daerah penelitian. Proses pembuatan garis kontur menggunakan software Global Mapper dengan melakukan generate kontur serta mengisi interval kontur sebesar 2,5 meter. Dapat dilihat pada gambar 6. Berdasarkan rumus penentuan interval kontur adalah $(\text{interval kontur} = 1/2.000 \times \text{faktor skala})$ adapun skala yang digunakan pada perhitungan interval kontur yaitu 1:5000. Pembuatan kontur juga dilakukan pada data DTM yang sebelumnya dilakukan *filtering* dari DEM. Hal ini dilakukan pada daerah penelitian yang sama untuk melihat perbedaan kontur yang dihasilkan sebelum dan sesudah filtering menjadi DTM.

Tahap selanjutnya dilakukan filtering DEM, yang mana representasi bentuk permukaan bumi beserta fitur objek diatasnya menjadi DTM yang merepresentasikan elevasi permukaan bumi tanpa adanya objek seperti bangunan, vegetasi atau jembatan. Proses *filtering* dilakukan menggunakan *software agisoft*. Dapat dilihat pada gambar 6. penampakan DTM yang dihasilkan dari data DEM.



Gambar 6. DTM

4. Pembahasan

Uji akurasi DEM adalah suatu proses untuk mengevaluasi seberapa akurat presisi suatu model elevasi dari data foto udara. Uji akurasi ini dilakukan dengan membandingkan nilai elevasi yang dihasilkan oleh model DEM dengan nilai elevasi yang diukur secara langsung di lapangan menggunakan GPS Geodetik. Metode yang digunakan yaitu menghitung perbandingan nilai ketinggian DEM foto udara dengan titik-titik pada ICP yang merupakan titik-titik acuan yang ditempatkan secara acak di dalam area yang diukur di lapangan. Hasil yang di dapatkan adalah nilai selisih elevasi antara ketinggian di DEM foto udara dengan titik-titik pada ICP kemudian menghitung nilai rata-rata kuadrat dari selisih tersebut. Setelah itu, nilai RMSEz dapat dihitung dengan mengambil akar kuadrat dari nilai rata-rata kuadrat tersebut. Dengan menggunakan nilai RMSEz, dapat diketahui klasifikasi uji ketelitian geometri RBI berdasarkan standar dalam Perka BIG No.6, 2018, bertujuan untuk melihat akurasi ketinggian pada DEM foto udara serta kategori skala pemetaan yang dihasilkan.



Gambar 7. Distribusi Titik Sampel Pada DEM Foto Udara

Dalam proses perhitungan ini menggunakan 6 titik sampel yang terdistribusi pada DEM foto udara, dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini. Dengan nilai tersebut akan dihitung selisih antara data elevasi pada DEM foto udara dengan data elevasi yang diukur di lapangan. Maka dapat menentukan akurasi elevasi DEM dengan nilai rata-rata selisih tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

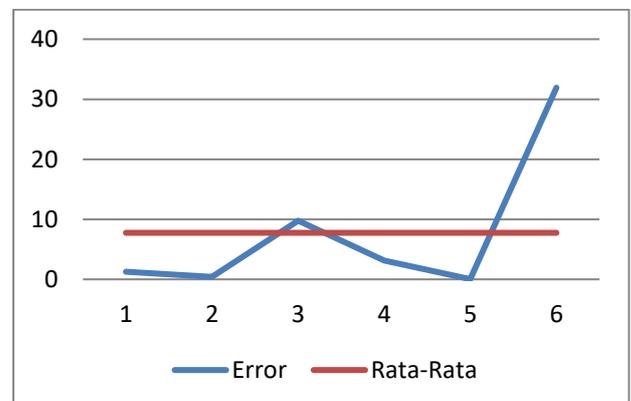
Pada table 3. dapat dilihat bahwa nilai yang didapatkan adalah hasil perhitungan nilai selisih antara DEM foto udara dengan nilai elevasi yang diukur di lapangan. Hasil yang didapatkan, bahwa nilai terkecil terdapat pada titik sampel 05 dengan nilai 0,170 m sedangkan nilai titik sampel terbesar berada pada titik sampel 06 dengan nilai 5,650 m. Perhitungan nilai RMSEz pada penelitian ini didapatkan sebesar 2,784 m, dan nilai LE90 yang dihasilkan yaitu sebesar 4,595 m. Hal

ini menjelaskan bahwa kesalahan vertikal tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%.

Tabel 3. Akurasi Elevasi DEM Foto Udara

No	Nama Titik	Z Peta	Z Pengukuran	Dz	Dz2
A	B	C	D	E	F
1	ICP 3	17,138	18,271	-1,134	1,286
2	ICP 5	17,564	18,194	1,631	0,398
3	ICP 7	17,695	20,817	-3,123	9,750
4	ICP 11	20,235	18,468	1,767	3,120
5	ICP 13	18,211	18,041	0,170	0,029
6	ICP 14	24,262	18,612	5,650	3,912
Jumlah					4,650
Rata-Rata					7,750
RMSEz					2,784
Akurasi Vertikal (LE90)					4,595

Dibawah ini adalah gambar 8. menunjukkan diagram sebaran titik sampel yang tersebar. Pada grafik tersebut menggambarkan kesalahan data nilai ketinggian pada setiap titik sampel. Dalam penelitian ini gambar diagram 8 terlihat bahwa nilai kesalahan ketinggian jauh di atas nol, ini disebabkan beberapa faktor salah satunya titik-titik sample yang diambil dari permukaan bumi tidak merata atau tidak homogen, sehingga terdapat perbedaan elevasi yang signifikan di beberapa titik.



Gambar 8. Diagram Kesalahan (error chart) Elevasi

Setelah diperoleh perhitungan yang telah ditetapkan berdasarkan US NMAS (United States National Map Accuracy Standards) dalam Perka BIG No.15 tahun 2014, dari nilai RMSEz pada tabel 3, dimana nilai hasil akurasi vertikal yang didapatkan berada pada ketelitian sebesar 4,5 m yang masuk pada skala peta 1.10.000.

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan uji akurasi dilakukan dengan membandingkan nilai elevasi yang dihasilkan oleh model DEM dengan nilai elevasi yang diukur secara langsung di

lapangan menggunakan GPS Geodetik.

Hasil perhitungan akurasi vertikal LE90 pada *orthophoto* foto udara maka nilai ketelitian vertikal diperoleh sebesar 4,5 m, berdasarkan PERKA BIG No 6 Tahun 2018 tentang ketelitian geometri berada pada kelas 3 dengan skala peta 1:10.000.

Skala peta 1:10.000 memiliki arti bahwa setiap 1 cm jarak di peta sama dengan 10.000 cm jarak di dunia nyata. Fungsi skala peta adalah untuk menghitung jarak antara dua lokasi dalam peta, sehingga memungkinkan mengukur jarak secara langsung, sehingga dapat bermanfaat dalam pengambilan keputusan dalam perencanaan seperti tata ruang, mitigasi bencana, dan keperluan dibidang pemetaan.

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.

Trisakti, B. (2010) : *Pengembangan Metode Ekstraksi DEM (Digital Elevation Model) Dari Data ALOS PRISM*, Laporan Akhir Program Insentif Riset Dasar, Pusbangja, LAPAN, Jakarta.

Wicaksono, D. E. (2019). Integrasi Awan Titik Dari Pemindai Laser Terestris Dan Fotogrametri Untuk Berbagai Ketelitian Objek (Studi Kasus: Candi Sari) *Jurnal Teknik Geodesi dan Geomatika ITB*

Daftar Pustaka

- Admaja, P. K. (2021). Uji Ketelitian Peta Foto Hasil Pemotretan Menggunakan Kamera Non Metrik dan Wahana UAV VTOL (Studi di Desa Pekutatan, Kecamatan Pekutatan, Kabupaten Jembrana). (*Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Pertahanan Nasioanl*)
- Alves, E. F. S. S. (2019). Perbandingan Antara Dem Foto Udara Dengan Dem Topografi (Studi Kasus: Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur) (*Doctoral dissertation, ITN MALANG*).
- Ayyubi, A. S. Al, Cahyono, A. B., & Hidayat, H. (2017). Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana Fix Wing UAV (Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo). *Jurnal Teknik ITS*, 6, 2337–3539.
- BIG, B. I. G. (2014). Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. *BIG, Badan Informasi Geospasial. Bogor*.
- Darmawan, Soni. 2008. Perkembangan Teknologi GeoInformasi di Indonesia: Global Positioning Sistem (GPS), Remote Sensing (RS) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Bandung: ITB Press.
- Dipokusumo. dkk. 1983. Dasar Teori Model Terrain Digital. (<http://www.scribd.com/doc/135113289/Dasar-Teori-Model-Terrain-Digital> Diakses pada: 1 Mei 2023.)
- Ihsan, M., & Sugandi, D. (2019). Pemanfaatan Produk Fotogrametri Digital Untuk Media Pembelajaran. *Jurnal Geografi Gea*, 19(2), 113–122.
- Irfan Hidayat, P., Subiyanto, S., & Sasmito, B. (2016). Analisis Kualitas DEM dengan Membandingkan Metode Orthorektifikasi Memakai Citra Resolusi Tinggi (Studi Kasus: Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip Oktober*, 5, 22–31.
- Iswari, M. Y., & Anggraini, K. (2018). Demnas: Model Digital Ketinggian Nasional Untuk Aplikasi Kepesisiran. *Oseana*, 43(4). <https://doi.org/10.14203/oseana.2018.vol.43no.4.2>
- Lailissaum, A. 2015. Peran Informasi Geospasial Untuk Mendukung Pembentukan Desa. Cibinong: Badan Informasi Geospasial.