

PEMANFATAAN DEMNAS (*DIGITAL ELEVATION MODEL NASIONAL*) UNTUK MENENTUKAN TINGGI TERBANG UAV TERHADAP PERMUKAAN TANAH

Martinus Edwin Tjahjadi¹, Maulinda², Alifah Noraini³, Feny Arifah⁴, Jasmani⁵, Fransisca Dwi A⁶
Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang^{1,2,3,4,5,6}

E-mail: edwin.tjahjadi@gmail.com

ABSTRAK

Pada umumnya *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dilengkapi dengan GPS navigasi agar foto yang dihasilkan memiliki koordinat posisi kamera yaitu *longitude*, *latitude*, dan *altitude*. Namun, data ketinggian (*altitude*) yang terdapat pada foto mengacu pada datum ellipsoid, sedangkan penentuan tinggi bidang geodesi mengacu pada datum tinggi sebagai bidang level atau geoid. Pada penelitian ini menggunakan data DEMNAS yang disediakan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk menghitung tinggi terbang di atas permukaan tanah. Untuk menguji akurasi yang dihasilkan digunakan koordinat ICP sebagai titik uji. Titik ICP didapatkan dari pengukuran menggunakan GPS geodetik dengan metode *Real Time Kinematic* (RTK). Koordinat ICP dari hasil GPS memiliki referensi terhadap datum ellipsoid. Sehingga untuk mendapatkan ketinggian ICP di atas permukaan tanah digunakan nilai undulasi sebagai faktor pengurang. Perhitungan tinggi terbang dari data DEMNAS dan ICP menghasilkan nilai RMSEz sebesar 1,9951 m.

Kata kunci: DEMNAS, Geoid, UAV

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is equipped with GPS navigation so that the resulting photos have camera position coordinates, namely longitude, latitude, and altitude. However, the altitude data contained in the photo refers to the ellipsoid datum, while the determination of the height of the geodetic plane refers to the high datum as a level or geoid plane. In this study using DEMNAS data provided by Badan Informasi Geospasial (BIG) to calculate flight height above ground level. To test the resulting accuracy, the ICP coordinates were used as the test point. ICP points are obtained from measurements using geodetic GPS using the Real Time Kinematic (RTK) method. The ICP coordinates from the GPS results have a reference to the ellipsoid datum. So to get the height of the ICP above ground level, the undulation value is used as a deduction factor. The calculation of flight height from DEMNAS and ICP data resulted in an RMSEz value of 1.9951 m.

Keywords: DEMNAS, Geoid, UAV

PENDAHULUAN

Pada umumnya UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dilengkapi dengan GPS navigasi agar setiap foto yang dihasilkan memiliki koordinat posisi kamera dan informasi posisi ketinggian UAV. Namun, data ketinggian yang terdapat dalam foto tersebut masih mengacu pada datum ellipsoid, sedangkan penentuan tinggi bidang geodesi mengacu pada datum tinggi sebagai bidang level atau permukaan tinggi, yaitu geoid. Geoid merupakan bidang fisis dari representative bentuk yang dinyatakan sebagai bidang equipotensial. Bidang equipotensial merupakan bidang permukaan yang terdapat titik-titik membentuk permukaan tersebut memiliki nilai potensial gaya berat yang sama. Pada umumnya geoid dianggap berhimpit dengan muka air laut rata-rata (*Mean Sea Level* = MSL). Nilai elevasi yang mengacu pada geoid disebut tinggi orthometrik (H). Penentuan tinggi orthometrik dapat dilakukan dengan metode leveling

menggunakan peralatan waterpass (Abidin.dkk, 2004).

Selain menggunakan metode leveling, metode penentuan tinggi (H) atau beda tinggi (ΔH) orthometrik dapat diperoleh berdasarkan data pengamatan GPS (*Global Positioning System*) atau disebut juga metode *GPS Heighting*. Penentuan tinggi menggunakan metode GPS pada prinsipnya adalah menggunakan data komponen tinggi ellipsoid (h) dan nilai undulasi geoid (N) untuk menentukan tinggi orthometrik (H). Nilai undulasi geoid yang digunakan untuk menghitung tinggi orthometrik yaitu nilai undulasi terhadap datum EGM2008.

Nilai undulasi merupakan salah satu input yang digunakan dalam menentukan data DEM. Data DEM yang menggunakan datum EGM2008 salah satunya yaitu data DEM Nasional. Data DEM Nasional (DEMNAS) merupakan data DEM yang dibuat oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Menurut Wibowo (2019), DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data yang

meliputi data IFSAR, TERRASAR-X dan ALOS PALSAR, dengan tambahan data masspoint hasil stereo-plotting. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27-arcsecond, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008.

Dari segi harga, pengukuran tinggi orthometrik menggunakan peralatan waterpass dan GPS terbilang mahal. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan penelitian terkait menghitung tinggi terbang UAV terhadap geoid yaitu menggunakan data DEM Nasional. Sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan tinggi terbang terhadap geoid yang lebih efisien.

METODE

Studi kasus penelitian di Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Desa Pandansari terletak pada ketinggian 600-1350 meter dari permukaan laut dengan kemiringan lahan 15-55%. Desa Pandansari terletak di koordinat geografis 7°51'57.58" LS dan 112°21'39.68" BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2020)

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data citra foto Desa Pandansari, data DEMNAS, data koordinat ICP, dan nilai undulasi geoid. Data citra foto Desa Pandansari diperoleh dari hasil pemotretan menggunakan drone dji phantom 4 pro. Sebelum melakukan pemotretan, dilakukan tahap perencanaan jalur terbang. Jalur terbang dibagi menjadi 4 area bagian dengan pertampalan sebesar 10%.

Data DEMNAS di-*download* melalui webiste Badan Informasi Geospasial (BIG) dan data nilai undulasi geoid di-*download* melalui website National Geospatial-Intelligence Agency.

Data koordinat GCP dan ICP diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan GPS geodetic. Titik koordinat GCP yang digunakan sebanyak 8 titik, sedangkan titik koordinat ICP yang terdistribusi dalam 27 lokasi titik. Persebaran titik ICP terdapat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi titik koordinat ICP

Ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid, yaitu ellipsoid WGS (*World Geodetic System*) 1984. Tinggi ellipsoid (*h*) tersebut tidak sama dengan tinggi orthometrik (*H*) yang umum digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari yang biasanya diperoleh dari pengukuran sipat datar (*levelling*). Tinggi orthometrik suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas geoid yang diukur sepanjang garis gaya berat yang melalui titik tersebut, sedangkan tinggi ellipsoid suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas ellipsoid yang dihitung sepanjang garis normal ellipsoid yang melalui titik tersebut (Abidin.dkk, 2004). Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai tinggi orthometrik:

$$H = h - N \dots\dots\dots(1)$$

dimana:
h = tinggi ellipsoid (bereferensi ellipsoid)
H = tinggi orthometrik (bereferensi geoid)
N = tinggi (undulasi) geoid diatas ellipsoid

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses pemotretan diperoleh koordinat objek pada citra foto, yang berupa nilai koordinat *easting* (*x*), *northing* (*y*), dan *altitude* (*z*). Nilai *altitude* (*z*) merupakan tinggi terbang *drone* diatas permukaan tanah pada saat terbang yang telah direferensikan terhadap ellipsoid. Titik koordinat hasil pemotretan objek terdapat dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Koordinat Hasil Pemotretan (*Geotagging*)

No	Nama foto	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	DJI_0093	-7,87292	112,355302	708,786
2	DJI_0103	-7,87323	112,3556	708,586
3	DJI_0325	-7,874	112,35625	699,923
4	DJI_0277	-7,87385	112,356133	699,923
5	DJI_0741	-7,87372	112,355988	712,023
6	DJI_0133	-7,87359	112,355894	708,686

No	Nama foto	X (m)	Y (m)	Z (m)
7	DJI_0259	-7,87356	112,355846	700,223
8	DJI_0306	-7,87341	112,355656	700,123
::	::	::	::	::
27	DJI_0255	-7,87354	112,355538	700,023

Tabel 2. Merupakan hasil *plotting* 27 titik koordinat terhadap data DEMNAS.

Tabel 2. Koordinat pada DEMNAS

No	Nama foto	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	DJI_0093	649412,6	9129509	617,5219
2	DJI_0103	649445,3	9129474	620,1509
3	DJI_0325	649516,7	9129389	613,6818
4	DJI_0277	649503,9	9129406	612,5969
5	DJI_0741	649487,9	9129420	612,6562
6	DJI_0133	649477,6	9129435	614,3164
7	DJI_0259	649472,3	9129438	614,2858
8	DJI_0306	649451,5	9129455	616,1925
::	::	::	::	::
27	DJI_0255	649438,3	9129440	609,4816

Setelah mendapatkan nilai ketinggian pada koordinat hasil pemotretan dan DEMNAS, selanjutnya dilakukan perhitungan selisih ketinggian tinggi terbang yang terdapat pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Selisih ketinggian titik koordinat hasil pemotretan dan DEMNAS

No	Nama foto	Tinggi terbang pemotretan / H (m)	Tinggi terbang berdasar DEMNAS / h_a (m)	Selisih/ H- h_a (m)
1	DJI_0093	708,786	617,522	91,264
2	DJI_0103	708,586	620,151	88,435
3	DJI_0325	699,923	613,682	86,241
4	DJI_0277	699,923	612,597	87,326
5	DJI_0741	712,023	612,656	99,367
6	DJI_0133	708,686	614,316	94,369
7	DJI_0259	700,223	614,2858	85,937
No	Nama foto	Tinggi terbang pemotretan / H (m)	Tinggi terbang berdasar DEMNAS / h_a (m)	Selisih/ H- h_a (m)
8	DJI_0306	700,123	616,192	83,930

::	::	::	::	::
27	DJI_0255	700,023	609,482	90,541

Untuk menghitung tinggi orthometrik, data yang digunakan adalah titik ICP dan nilai undulasi titik ICP. Tabel 4. merupakan nilai koordinat titik ICP dan Tabel 5. merupakan koordinat ICP yang dilengkapi dengan nilai undulasi dan tinggi orthometrik.

Tabel 4. Koordinat ICP

No	Nama titik	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	ICP 1	649409,23	9129508	649,069
2	ICP 2	649444,48	9129472	649,032
3	ICP 3	649516,3	9129391	645,418
4	ICP 4	649503,21	9129404	645,532
5	ICP 5	649489,17	9129419	645,58
6	ICP 6	649474,91	9129432	645,332
7	ICP 7	649468,25	9129440	645,648
8	ICP 8	649454,43	9129454	645,897
::	::	::	::	::
27	ICP 27	649444,24	9129439	637,962

Tabel 5. Nilai undulasi dan tinggi orthometrik titik koordinat ICP

No	Nama titik	N (m)	H orthometrik (m)
1	ICP 1	29,893	619,175
2	ICP 2	29,897	619,135
3	ICP 3	29,906	615,512
4	ICP 4	29,904	615,628
5	ICP 5	29,903	615,677
6	ICP 6	29,901	615,431
7	ICP 7	29,900	615,748
8	ICP 8	29,899	615,999
::	::	::	::
27	ICP 27	29,898	608,064

Selanjutnya, dilakukan perhitungan selisih tinggi terbang berdasarkan koordinat hasil pemotretan dan koordinat hasil pengukuran ICP yang terdapat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Selisih ketinggian titik koordinat hasil pemotretan dan ICP

No	Nama foto	Tinggi terbang pemotretan / H (m)	Tinggi terbang berdasar ICP/ h _a (m)	Selisih/ H-h _a (m)
1	ICP 1	708,786	619,175	89,611
2	ICP 2	708,586	619,135	89,451
3	ICP 3	699,923	615,512	84,411
4	ICP 4	699,923	615,628	84,295
5	ICP 5	712,023	615,677	96,346
6	ICP 6	708,686	615,431	93,255
7	ICP 7	700,223	615,748	84,475
8	ICP 8	700,123	615,999	84,124
::	::	::	::	::
27	ICP 27	700,023	608,064	91,959

Selisih perhitungan tinggi terbang berdasarkan koordinat ICP dan data DEM mendapatkan akurasi rata-rata -0,596 m. Akurasi tertinggi pada titik nomor 14 dengan nilai -4,68 m. Hasil perhitungan nilai RMSE yaitu 1,995. Nilai RMSE tersebut masih dapat ditoleransi berdasarkan ketelitian GPS drone yaitu 5 m dan ketelitian DEMNAS sebesar 8,33 m dengan nilai akurasi yang diharapkan $\leq 6,665$ m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa DEMNAS dapat digunakan untuk menghitung tinggi terbang di atas permukaan tanah. Berikut adalah hasil perhitungannya:

Tabel 7. RMSE tinggi terbang berdasarkan koordinat ICP dan data DEM

No	HT ICP	HT DEM	Selisih (HT DEM – HT ICP) (m)	Selisih (^2) (m)
1	89,611	91,264	1,653	2,734
2	89,451	88,435	-1,016	1,033
3	84,411	86,241	1,830	3,350
4	84,295	87,326	3,031	9,186
5	96,346	99,367	3,021	9,126
6	93,255	94,369	1,114	1,242
7	84,475	85,937	1,462	2,137
8	84,124	83,930	-0,194	0,038
::	::	::	::	::
27	91,959	90,541	-1,417	2,009
			-0,596	3,980
			RMSE	1,995

Selisih tinggi terbang dari DEMNAS dan ICP yaitu dari -4,68 m sampai 3,03 m. Rata-rata selisih nilai tinggi terbangnya sebesar -0,59654 m dan RMSE sebesar 1,995 m.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan RMSEz dari tinggi terbang hasil pemotretan dengan data koordinat ICP dan tinggi terbang hasil pemotretan dengan data DEM sebesar 1,995 m, dengan hasil rata-rata pengurangan yaitu -0,59654 m. Maka akurasi tersebut masih memenuhi tingkat akurasi antara GPS drone dan DEMNAS yaitu $\leq 6,665$ m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim UAV Tahun 2020 Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang dan LPPM ITN Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z.dkk. (2004). *Penentuan Tinggi Orthometrik Gunung Semeru Berdasarkan Data Survei GPS dan Model Geoid EGM 1996*. Departemen Teknik Geodesi, Institut Teknologi Bandung.
- Wibowo, T.W.dkk, (2019). *Teknik Geovisualisasi Untuk Percepatan Pemetaan Batas Desa Di Daerah Berbukit*. Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada.