

Analisis Terrain Pada Lahan Berlereng Melalui Interpretasi Foto Udara Drone

Muhammad Amir Solihin¹, Shantosa Yudha Siswanto¹, dan Dika Kencana²

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²Alumnus Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Raya Ir. Soekarno KM. 21, Jatinangor, Sumedang, 45363, Indonesia

Korespondensi: m.amir.solihin@unpad.ac.id

ABSTRACT

Terrain analysis on land can be done through field activities or remote sensing. The development of aerial photography technology through drones can be used to identify land conditions, especially on narrow land, and requires large-scale maps. Terrain characterization can use a Digital Elevation Model (DEM) generated through aerial photography with drone vehicles. This study aimed to determine the research location's topographic characteristics, scale, and class of map geometry accuracy. The research location is in the Eastern Region of Padjadjaran Jatinangor University, Hegarmanah Village, Jatinangor District, part of the Cikeruh Sub Das. The method used is a descriptive survey method and quantitative data analysis. The results showed that the topographic characteristics of the study location had an elevation of 715 – 747 m above sea level and a flat slope class (0 – 3%) – steep (>60%), which was dominated by a steep slope class (26 – 40%) on 55 land units. The aerial photography used meets the standard of map accuracy class at a scale of 1:2,500 class 3.

Keywords: aerial photo, drone, terrain analysis

1. PENDAHULUAN

Kondisi lahan berlereng memiliki kecenderungan alamiah menjadi penyebab degradasi lahan terutama melalui erosi (Banuwa, 2013). Salah satu aspek fisik yang menjadi perhatian dalam terjadinya erosi ialah kemiringan lereng dan panjang lereng. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat bahaya erosi pada lahan berlereng ialah dengan mengidentifikasi kondisi lahan dengan tujuan konservasi tanah untuk menjaga daya dukung tanah (Arsyad, 2010).

Karakterisasi kondisi terrain saat ini dapat dilakukan dengan pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG). Data terrain yang relevan dengan kondisi di lapangan dapat diperoleh dengan memanfaatkan sumber data dari penginderaan jauh atau *remote sensing*. Tjahjana dkk. (2015) pemanfaatan SIG untuk perencanaan penetapan teknik konservasi tanah air, masukan data dasar lahan dapat mempermudah pengembangan dalam rekomendasi penggunaan lahan yang sesuai dengan potensi sumber daya lahan di lokasi penelitian. Salah satu pemanfaatan penginderaan jarak jauh ini salah satunya menggunakan foto udara dari wahana *drone*.

Penggunaan wahana *drone* menawarkan potensi baru dengan kedetilan tinggi terhadap hasilnya dan dalam penggunaannya dinilai lebih ekonomis. Menurut Anurogo dkk. (2017) wahana *drone* dapat terbang di bawah awan, sehingga data yang dihasilkan bebas dari awan jika dibandingkan dengan citra satelit yang dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, hal ini lah yang menyebabkan foto udara dari wahana *drone* lebih detil dan tajam dibandingkan citra satelit.

Penggunaan wahana *drone* sendiri sangatlah berguna untuk menghasilkan data spasial temporal dengan model resolusi yang tinggi. Hal ini sangat menunjang dalam menghasilkan data dalam bentuk tiga dimensi sebagai basis data dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yang telah tergeoreferensi dari *orthoimage* dan *Digital Surface Model* (DSM) (Yastikh dkk., 2013). Pada penggunaan untuk karakterisasi bentukan lahan penggunaan *drone* dapat menghasilkan data morfologi pada suatu area dengan kedetilan dan keakurasian yang tinggi.

Pada penelitian ini foto udara sebagai data spasial akan digunakan untuk membentuk *digital elevation model* (DEM). Nilai DEM merupakan representasi data ketinggian

permukaan tanah sebagai gambaran kondisi bentuk lahan setempat. Selanjutnya, data topografi dapat digunakan untuk interpretasi data sistem lahan, salah satunya untuk membentuk peta satuan lahan.

Berdasarkan uraian di atas, perlunya dilakukan kajian pemanfaatan foto udara *drone* pada luasan spesifik di lokasi penelitian untuk identifikasi karakteristik terrain dan ketelitian geometri peta di lokasi penelitian pada skala 1:2.500.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Wilayah Timur kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor, Desa Hegarmanah, Kecamatan Jatinangor. Lokasi penelitian ini seluas 4,44 ha. Peta lokasi penelitian terlampir pada Gambar 1.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu: laptop berkinerja tinggi, klinometer, *laser distance meter telescope*, *Global Positioning System* (GPS), *tripod*, dan *Drone* DJI Phantom 4.

Perangkat lunak yang digunakan yaitu: Arc GIS ver 10x, Agisoft Photoscan, Drone Deploy, dan Microsoft Office Excell.

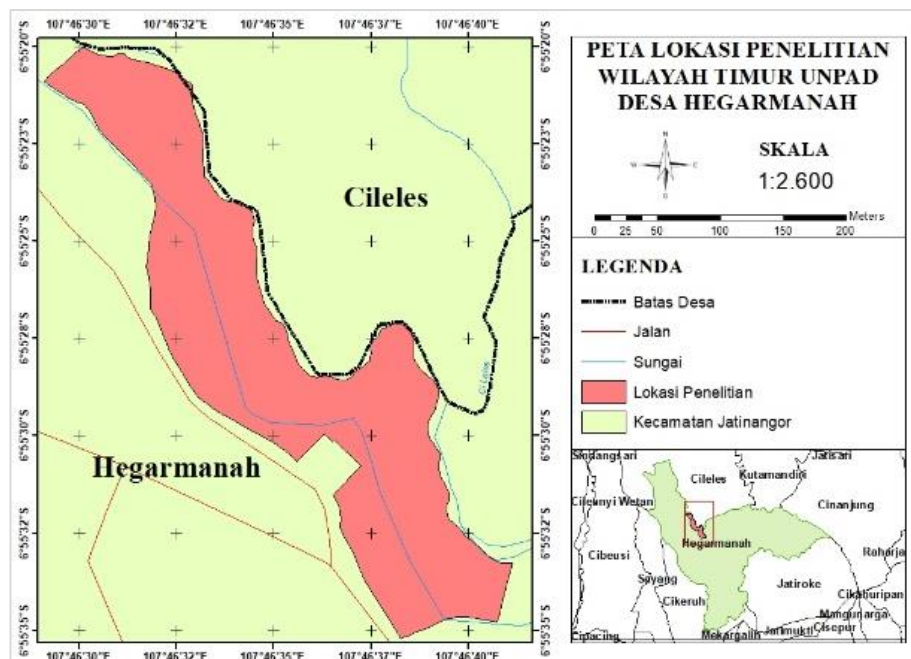
Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi data penelitian yang menunjang seperti: Peta RBI skala 1:25.000. Bahan utama adalah foto udara hasil akuisisi Drone Phantom 4 yang mencakup lokasi penelitian.

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei deskriptif. Akuisisi data lahan melalui survey lapangan dengan menggunakan foto udara drone. Analisis data dengan menggunakan metode kuantitatif untuk mengidentifikasi karakteristik topografi (metode DEM) dan uji akurasi. Foto udara melalui drone akan didapatkan komponen topografi wilayah lokasi penelitian di antaranya kemiringan lereng, panjang lereng, arah lereng, relief mikro dan elevasi.

2.4 Akuisisi dan Pengolahan Foto Udara Drone

Proses untuk memperoleh informasi *terrain* di lokasi studi dilakukan melalui rangkaian proses akuisisi data dan pengolahan foto udara drone.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

2.4.1 Perekaman Foto Udara

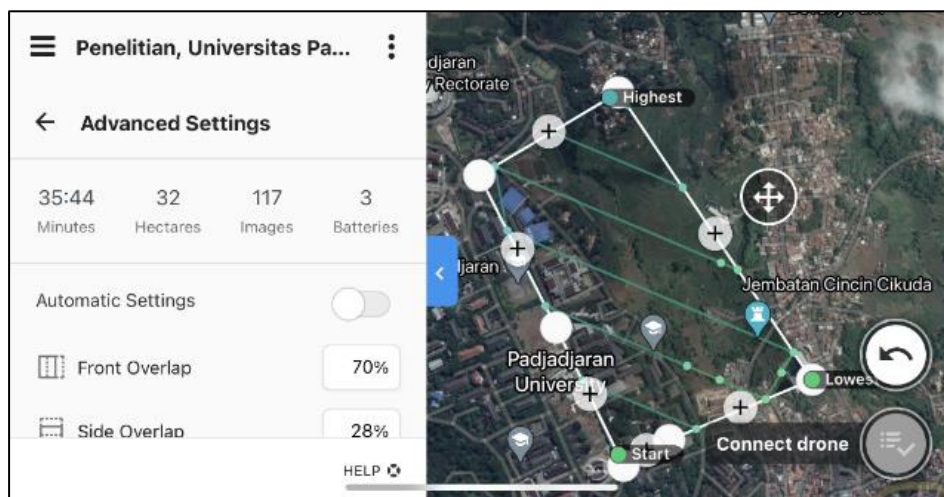
Perekaman foto udara pada penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa *drone* DJI Phantom 4 dan perangkat lunak Drone Deploy. Perekaman dilakukan pada ketinggian terbang 100 meter, sehingga skala foto udara yang dihasilkan yakni 1:4.166.

Pada tahap awal perekaman *drone* dilakukan penentuan jalur penerbangan *drone* di lokasi penelitian. Penentuan jalur ini dibentuk secara otomatis melalui aplikasi DroneDeploy dengan *input* ketinggian penerbangan *drone* yang telah ditentukan (100 m), besaran *sidelap* 28% dan *frontlap* 70%. Besaran *overlap* ini akan mempengaruhi hasil kedetilan foto udara, semakin besar persentasi *overlap* yang digunakan maka semakin detil juga hasilnya. Hal ini dikarenakan, teknik *sidelap* dan *frontlap* yang terdapat di *drone* akan menghasilkan gambar stereoskopik. Gambar stereoskopik ini memungkinkan untuk melihat objek dari perspektif yang berbeda sehingga dapat dibentuk model 3 dimensi permukaan bumi pada skala kecil terhadap lokasi yang direkam.

Perekaman foto udara dilakukan pada pagi hari sekira pukul 10.00 WIB untuk mendapatkan hasil foto udara dengan kualitas yang terbaik. Penentuan jalur penerbangan (Gambar 2) menggunakan perangkat lunak DroneDeploy, *drone* akan terbang secara otomatis mengikuti jalur yang sudah ditentukan. Lama terbang *drone* sesuai dengan estimasi yakni 35:44 menit. Hasil dari kegiatan perekaman foto udara ini berupa foto – foto udara lokasi penelitian sebanyak 117 foto.

2.4.2 Pengolahan Foto Udara

Pengolahan foto udara dalam penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan data – data penunjang dalam penentuan model perencanaan teknik konservasi mekanik. Tahap awal yang dilakukan ialah membentuk *orthophoto* yakni sebuah foto udara yang sudah terkoreksi geometrik. *Orthophoto* ini dibentuk dari foto – foto udara hasil perekaman foto udara. Setelah mendapatkan *orthophoto*, data yang akan dibentuk ialah *Digital Elevation Model (DEM)* dan tiga peta, di antaranya peta topografi dan peta penggunaan lahan.



Gambar 2 Rute Penerbangan Drone

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengolahan Foto Udara

Pengolahan foto udara yang dilakukan terhadap *orthophoto* yang dibentuk dari beberapa foto udara yang dihasilkan selama perekaman foto udara (Gambar 3). *Orthophoto* ini dapat merepresentasikan permukaan bumi

yang sudah terkoreksi geometrik. *Orthophoto* ini dihasilkan dari perangkat lunak Agisoft Photoscan yang sebelumnya telah dilakukan *input* data *Ground Control Point (GCP)*. Tahap selanjutnya adalah pemotongan *orthophoto (clip)* dengan batas area penelitian. Proses Clipping dilakukan pada software ArcGIS.

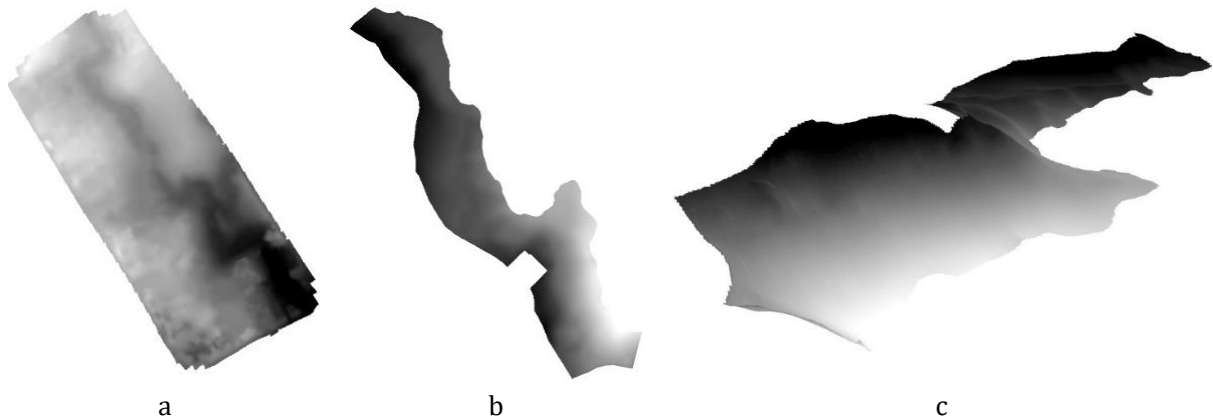


Gambar 3 Orthophoto hasil pemotretan sesuai jalur terbang (a); dan orthophoto yang sudah diclip dengan batas lokasi penelitian (b).

Hasil pengolahan *Orthophoto* (Gambar 3) menghasilkan *polygon* penggunaan lahan awal yang selanjutnya digunakan untuk penentuan persebaran titik survei lapangan pertama yakni memastikan dan meningkatkan akurasi hasil interpretasi foto udara. *Orthophoto* yang sudah dibentuk digunakan sebagai data lanjutan untuk ekstraksi DEM melalui perangkat lunak yang sama yakni Agisoft photoscan (Gambar 4). Setelahnya, DEM

dilakukan pemotongan dengan fitur *clip* sesuai lokasi penelitian melalui perangkat lunak ArcGIS.

Peta DEM (Gambar 4a) digunakan untuk mendapatkan data kontur dan kemiringan lereng. Melalui *orthophoto* juga dibentuk DEM dalam tampilan 3-dimensi (Gambar 4c). DEM 3-dimensi yang ditampilkan dalam format *base height* sebesar 0,000015.

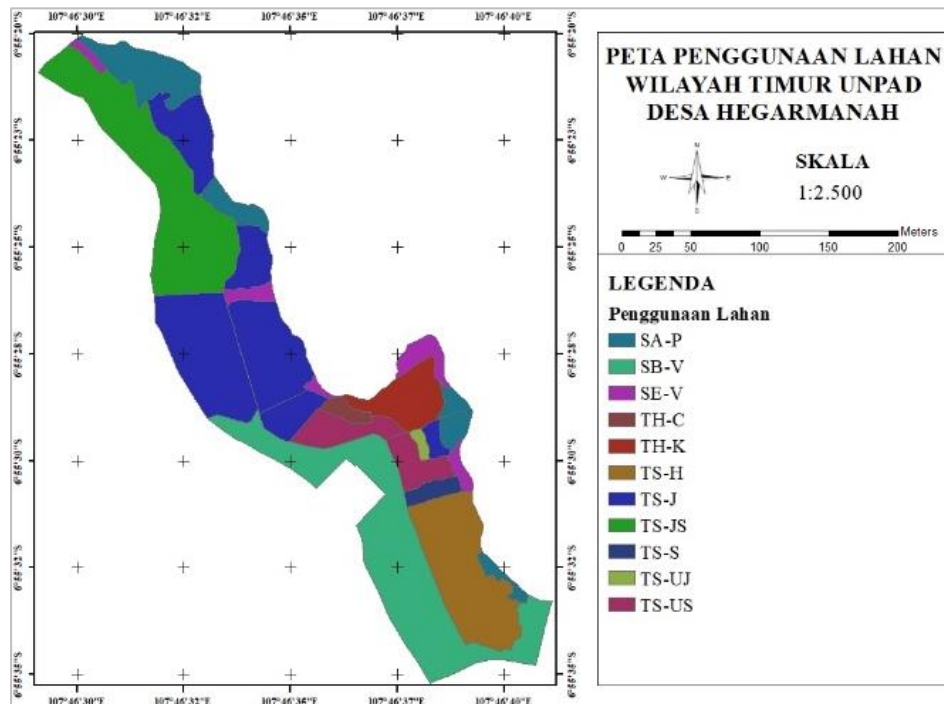


Gambar 4 Hasil interpretasi DEM di areal pemotretan (a); Peta DEM di lokasi penelitian (b); Visualisasi DEM 3-Dimensi (c).

3.2 Klasifikasi Penggunaan Lahan

Orthophoto menjadi dasar untuk membentuk peta penggunaan lahan yang sesuai dengan lokasi penelitian. Pembuatan awal peta ini meliputi delineasi peta, yaitu identifikasi bidang tanah dengan menggunakan foto udara dan menarik garis untuk batas bidang tanah yang jelas dan memenuhi syarat. Pemetaan penggunaan lahan dilakukan pada tingkat semi

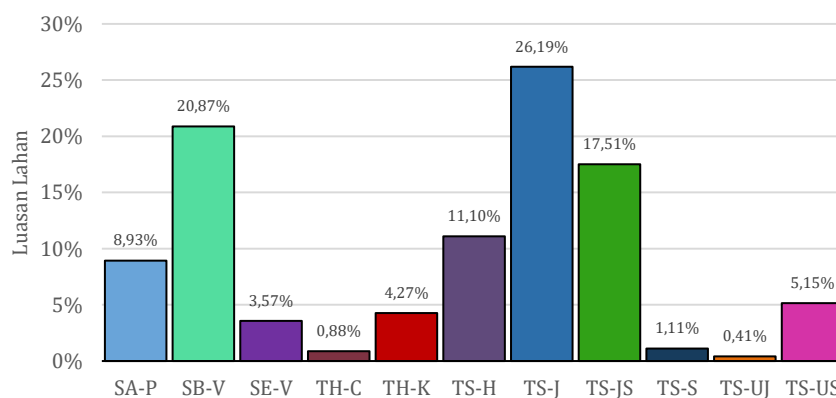
detail. Klasifikasi penggunaan lahan dilakukan dengan identifikasi jenis vegetasi yang *dicros-chek* melalui survei lapangan sesuai dengan satuan lahan yang sudah dibentuk sebelumnya. *Ground chek* dilakukan untuk mengatasi keterbatasan informasi dalam mengidentifikasi objek penggunaan lahan berdasarkan hasil interpretasi foto udara semata. Peta penggunaan lahan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Peta Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian

Sebaran kelas penggunaan lahan terlihat pada Gambar 6. Kelas penggunaan lahan di lokasi penelitian terbagi menjadi 11 kelas yang merupakan penggunaan lahan pertanian dengan system tanam ganda, yaitu sawah – padi (SA-P), semak belukar – vegetasi lainnya (SB-V), semak – vegetasi lainnya (SE-V), tegalan hortikultura – cabai (TH-C), tegalan hortikultura – kangkung (TH-K), tanaman

semusim – hanjeli (TS-H), tanaman semusim – jagung (TS-J), tanaman semusim – jagung dan singkong (TS-JS), tanaman semusim – singkong (TS-S), tanaman semusim – ubi dan jagung (TS-UJ) dan tanaman semusim – ubi dan singkong (TS-US). Setiap kelas penggunaan lahan diinterpretasikan dengan warna yang berbeda pada legenda guna mempermudah dalam mengidentifikasi.



Gambar 6 Persentase Luasan Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian

Penggunaan lahan di lokasi penelitian didominasi oleh tanaman semusim dengan luasan 2,73 ha (61,47%), diikuti dengan semak belukar 0,93 ha (20,87%), sawah 0,40 ha (8,93%), tegalan hortikultura 0,23 ha (5,15%)

dan semak 0,16 ha (3,57%). Pada penggunaan lahan tanaman semusim komoditas jagung merupakan luasan penggunaan terbesar, yakni 1,16 ha (26,19%), diikuti oleh pertanian polikultur yang merupakan tumpangsari

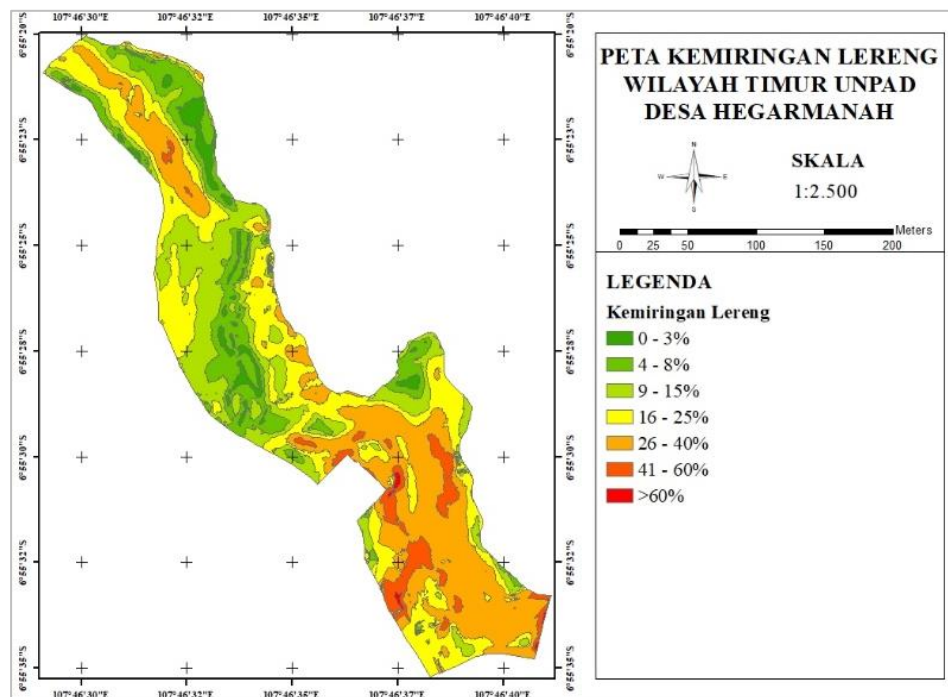
jagung dan singkong dengan luasan 0,77 ha (17,51%), dan tumpangsari ubi dan jagung dengan luasan 0,018 ha (0,41%). Pada penggunaan lahan tegalan hortikultura komoditas kangkung merupakan yang terbesar dengan luasan 0,18 ha (4,27%) dan cabai dengan luasan 0,03 ha (0,88%).

3.3 Kelas Topografi

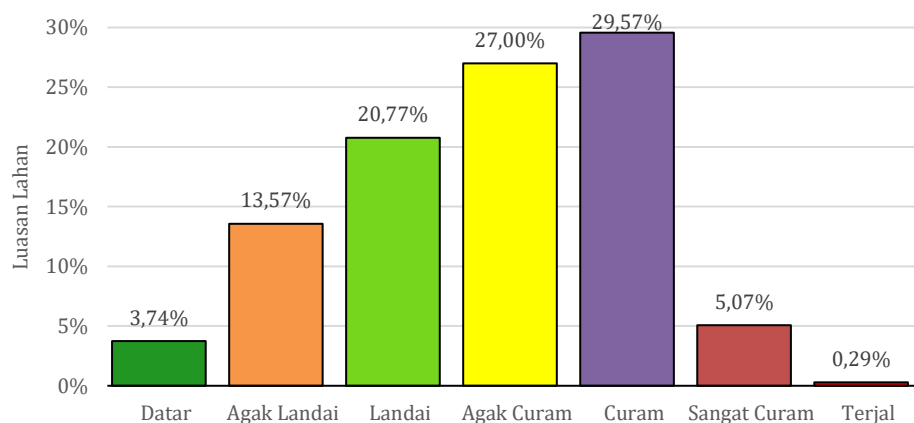
Pemetaan kemiringan lereng (Gambar 7) menggunakan DEM yang dihasilkan dari *orthophoto*. Pada penelitian ini data topografi yang dihasilkan berupa data kemiringan lereng lokasi penelitian. Klasifikasi kemiringan lereng

yang digunakan mengacu kepada klasifikasi Marsoedi dkk. (1997). Kelas lereng dibagi menjadi 7 kelas yaitu: datar (0 – 3%), agak landai (4 – 8%), landai (9 – 15%), agak curam (16 – 25%), curam (26 – 40%), sangat curam (41 – 60%) dan terjal (>60%).

Berdasarkan luasannya, kelas kemiringan lereng curam memiliki luasan terbesar yaitu 1,31 ha (29,57%), diikuti oleh kelas agak curam 1,19 ha (27%), landai 0,92 ha (20,8%), agak landai 0,6 ha (13,57%), sangat curam 0,22 ha (5,07%), datar 0,16 ha (3,74%) dan luasan terkecil ialah kelas kemiringan lereng terjal 0,01 ha (0,29%) (Gambar 8).



Gambar 7 Peta Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian



Gambar 8 Persentasi Luasan Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian

3.4 Hasil Analisis Ketelitian Geometri

Pada penelitian ini persebaran titik uji atau *Ground Check Point* (GCP) yang diplot sebanyak 4 titik, di antaranya GCP 1, GCP 2, GCP 3 dan GCP 4. Penentuan titik uji diletakkan di sekitar bangunan terbangun di lokasi penelitian. Lokasi persebaran GCP terlihat pada Gambar 9. GCP 1 terletak pada bangunan sumur (Gambar 9a), GCP 2 terletak pada persimpangan saluran air (Gambar 9b), GCP 3 terletak pada bangunan saung (Gambar 9c), serta GCP 4 terletak pada bangunan saung (Gambar 9d). Penempatan lokasi GCP tersebut dilakukan agar titik uji sebagai *benchmark* tidak dapat terganggu eksistensinya ketika melakukan pengukuran koordinat (X, Y, Z) di lapangan. Pengukuran koordinat di lapangan menggunakan alat GPS Navigasi.



Gambar 9 Persebaran Letak GCP di Lokasi Penelitian; GCP 1 (a); GCP 2 (b); GCP 3 (c); dan GCP 4 (d).

Koordinat (X, Y, Z) GCP 1, GCP 2, GCP 3 dan GCP 4 digunakan untuk mendapatkan nilai RMSEr (horizontal) dan RMSEz (vertikal) dengan menghitung selisih GCP *orthophoto* dengan GCP lapangan. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan rata – rata dari selisih nilai perbedaan GCP *orthophoto* dengan GCP lapangan. Tabel 1 merupakan koordinat GCP *orthophoto*, sedangkan Tabel 2 merupakan koordinat GCP lapangan metode *postmark*.

Tabel 1 Koordinat GCP Orthophoto di Lokasi Penelitian

GCP	Koordinat		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
GCP 1	806952,77044	9233577,11521	719,50337
GCP 2	806799,53669	9233676,95990	736,41249
GCP 3	806901,05752	9233701,87047	726,70525
GCP 4	806921,17639	9233672,46032	725,71935

Tabel 2 Koordinat GCP Lapangan di Lokasi Penelitian

GCP	Koordinat		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
GCP 1	806953,53835	9233576,99648	719,00
GCP 2	806799,28723	9233677,50789	736,00
GCP 3	806902,28349	9233701,25457	726,00
GCP 4	806920,90350	9233670,15610	725,00

Berdasarkan koordinat GCP pada Tabel 6 dan Tabel 7 dapat dihitung besarnya nilai RMSEr dan RMSEz. Perhitungan RMSEr (horizontal) dan RMSEz (vertikal) dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Perhitungan RMSEr GCP

GCP	XY error (m)
GCP 1	0,60379
GCP 2	0,36252
GCP 3	1,88233
GCP 4	5,38391
RMSEr	1,43

Tabel 4 Hasil Perhitungan RMSEz GCP

GCP	Z error (m)
GCP 1	0,25338
GCP 2	0,17015
GCP 3	0,49737
GCP 4	0,51747
RMSEz	0,60

Klasifikasi ketelitian geometri peta berdasarkan Peraturan Kepala BIG Nomor 6 Tahun 2018 (Tabel 5). Nilai RMSE menjadi dasar perhitungan nilai CE90 dan LE90. Perhitungan nilai CE90 dan LE90 dan kelas ketelitian dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 5 Ketelitian Geometri Peta RBI Skala 1:2.500

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,75	1,5	2,3
Vertikal	0,5	0,75	1

Sumber: BIG (2018)

Tabel 6 Hasil Perhitungan CE90 GCP

RMSEr (m)	CE90 (m)	Skala Foto	Kelas
1,43	2,18	1:2.500	Kelas 3

Tabel 7 Hasil Perhitungan LE90 GCP

RMSEz (m)	LE90 (m)	Skala Foto	Kelas
0,60	0,99	1:2.500	Kelas 3

Berdasarkan nilai CE90 (Tabel 6) dan LE90 (Tabel 7) peta yang akan dihasilkan melalui *orthophoto* ini memiliki ketelitian horizontal sebesar 2,18 m dan ketelitian vertikal sebesar 0,99 m. Hal tersebut menunjukkan bahwa sedikitnya 90% kesalahan atau pergeseran posisi objek pada Peta RBI Skala 1:2.500 tersebut tidak lebih dari 2,18 m untuk posisi horizontal dan tidak lebih dari 0,99 m untuk posisi vertikal. Peta hasil pemotretan foto udara pada penelitian ini mampu memenuhi standar ketelitian kelas 3 untuk peta skala 1:2.500.

4. KESIMPULAN

Kondisi topografi Wilayah Timur Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor dengan penggunaan lahan pertanian sistem tanam ganda, memiliki elevasi terendahnya adalah 715 m dpl dan elevasi tertinggi adalah 747 m dpl lalu karakteristik topografinya terdiri atas kelas kemiringan lereng curam (26 – 40%) yang memiliki luasan terbesar di lokasi penelitian 1,31 ha (29,57%), diikuti oleh kelas agak curam (16 – 25%) 1,19 ha (27%), landai (9 – 15%) 0,92 ha (20,8%), agak landai (4 – 8%) 0,6 ha (13,57%), sangat curam (41 – 60%) 0,22 ha (5,07%), datar (0 – 3%) 0,16 ha (3,74%) dan luasan terkecil ialah kelas kemiringan lereng terjal (>60%) 0,01 ha (0,29%).

Peta hasil pemotretan foto udara menggunakan drone DJI Phantom 4 mampu memenuhi standar ketelitian kelas 3 untuk peta skala 1:2.500 kesalahan posisi peta dasar dengan tingkat kepercayaan 90% yaitu sebesar 2,18 m untuk ketelitian horizontal dan 0,99 m untuk ketelitian vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anurogo W., M. Z. Lubis, H. Khoirunnisa, D. S. Pamungkas, A. Hanafi, F. Rizki, G. Surya, A. D. L. Situmorang, D. Timbang, P. N. Sihombing, C. A. Lukitasari, N. A. Dewanti. 2017. A simple aerial photogrammetric mapping system overview and image acquisition using unmanned aerial vehicles (UAVs). *Journal of Applied Geospatial Information*, 1(1): 11–18.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Banuwa, I. S. 2013. *Erosi*. Jakarta: Kencana Prenada Media group.
- [BIG] Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018. 2018. Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong: Badan Informasi Geospasial.
- Tjahjana B. E., N. Heryana, N. A. Wibowo. 2015. Penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dalam pengembangan kebun percobaan. *SIRINOV*, 3(2): 103-112.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 1999. *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys* (Second Edition). Washington: The United States Department of Agriculture.
- Yastikh, N., I. Bagci, C. Beser. 2013. The processing of image data collected by light UAV systems for GIS data capture and updating. *Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-7/W2, 267–270.
- Zhou Q. 2017. *Digital Elevation Model and Digital Surface Model*. New York: John Wiley & Sons, Inc.