

PEMANFAATAN FOTO UDARA UNTUK ANALISIS SPASIAL DAERAH RAWAN LONGSOR

(Studi Kasus: Desa Cimarias, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten
Sumedang)

Naufal Rizki Mahesa¹, Levana Apriani S.T., M.T.², Hidayat Mustafa S.T., M.M.³

¹Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

²Dosen Pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

³Dosen Pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

The village of Cimarias is topographically dominated by mountains that form the foothills and ridges of Mount Kareumbi, resulting in numerous steep slopes prone to landslides. In April 2020, a landslide occurred in the hamlet of Lemahneundeut, resulting in the closure of the road connecting the villages due to landslide debris. (detikNews, 2020). As a mitigation effort for landslides in the form of initial information to estimate the potential of such disasters, spatial analysis can be conducted using aerial photos in the form of DEM and orthophotos, along with the application of Geographic Information Systems (GIS) to obtain accurate landslide hazard maps.

In this study, DEM results from aerial photographs that are still in the form of DSM (Digital Surface Model) will be filtered using the cloth simulation filtering method, to produce a DTM (Digital Terrain Model) that only contains information on ground surface elevation. The DTM and orthophotos will then undergo vertical (LE90) and horizontal (CE90) geometric accuracy tests based on RMSE (root mean square error) calculations, in accordance with BIG Regulation No. 6 of 2018. Spatial analysis of the geographic information system on the DTM will be used to obtain slope classification values. The results of the DTM slope classification were used to determine the landslide hazard level by overlaying it with other parameters, such as land use, rainfall, soil type, and rock type, and by calculating the scoring and weighting based on the landslide hazard estimation model (PVMBG, 2004).

The geometric test results show that DEM and orthophotos produce RMSEz values of 0.360814 m and RMSEr values of 0.084937. When classified according to the geometric accuracy of the RBI orthophoto map, the orthophoto produced meets the accuracy of a 1:1000 scale map in class 1, while the DEM produced falls into the accuracy of a 1:2500 scale map in class 1. The results of the spatial analysis of landslide hazard levels in the Cimarias Village area produced four classification levels: low, moderate, high, and very high. The landslide hazard level is dominated by the high hazard level, covering an area of 326,275 Ha (39.82%). The results of the landslide hazard level map validation test using the accuracy assessment method obtained a percentage of 85.42%. Based on the provisions (National Park Service vegetation inventory, 2011), the map is considered accurate because the value obtained is $\geq 80\%$.

Keywords: *aerial photographs, DEM, orthophotos, spatial analysis, landslide vulnerability*

ABSTRAK

Desa Cimarias secara topografis didominasi oleh pegunungan yang merupakan bagian kaki dan punggung Gunung Kareumbi sehingga banyak terdapat lereng yang curam yang berpotensi terjadinya longsor, pada April 2020, longsor terjadi di Dusun Lemahneundeut, yang mengakibatkan tertutupnya akses jalan penghubung antar desa oleh material longsor. (detikNews, 2020). Sebagai upaya mitigasi bencana tanah longsor dalam bentuk informasi awal untuk memperkirakan potensi dari bencana tersebut, dapat dilakukan analisis spasial dengan memanfaatkan hasil foto udara yang berupa DEM dan ortofoto serta penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendapatkan peta tingkat kerawanan longsor yang akurat.

Pada penelitian ini DEM hasil foto udara yang masih berbentuk DSM (*Digital Surface Model*) akan di *filtering* menggunakan metode *cloth simulation filtering*, hingga menghasilkan DTM (*Digital Terrain Model*) yang hanya memuat informasi ketinggian permukaan tanah. Kemudian DTM dan ortofoto dilakukan uji ketelitian geometri vertikal (LE90) dan horizontal (CE90) dari perhitungan RMSE (*root mean square error*) yang mengacu pada Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018. Analisis spasial sistem informasi geografis pada DTM digunakan untuk mendapatkan klasifikasi nilai dari kemiringan lereng (*slope*). Hasil klasifikasi *slope* DTM digunakan untuk memperoleh tingkat kerawanan tanah longsor dengan melakukan *overlay* bersama parameter lainnya yaitu penggunaan lahan, curah hujan, jenis tanah, dan jenis batuan, serta dilakukan perhitungan antara skoring dan pembobotan yang mengacu pada model pendugaan kerawanan longsor (PVMBG, 2004).

Hasil uji geometrik menunjukkan DEM dan ortofoto menghasilkan nilai RMSEz sebesar 0.360814 m dan RMSEr sebesar 0.084937, Jika di klasifikasikan terhadap ketelitian geometri peta RBI ortofoto yang dihasilkan memenuhi ketelitian peta skala 1:1000 pada kelas 1, sementara DEM yang dihasilkan masuk kedalam ketelitian peta skala 1:2500 kelas 1. Hasil analisis spasial tingkat kerawanan longsor di wilayah Desa Cimarias menghasilkan empat tingkat klasifikasi yaitu rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Tingkat kerawanan longsor didominasi tingkat kerawanan tinggi dengan luas wilayah 326.275 Ha (39.82%), hasil uji validasi peta tingkat kerawanan longsor dengan menggunakan metode *accuracy assessment* memperoleh persentase sebesar 85.42%, berdasarkan ketetapan (*National Park Service vegetation inventory*, 2011) peta tersebut termasuk akurat karena nilai yang dihasilkan adalah $\geq 80\%$.

Kata Kunci: foto udara, DEM, ortofoto, analisis spasial, kerawanan longsor

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Adanya lereng yang cukup curam merupakan salah satu pemicu terjadinya longsor karena menyebabkan massa tanah bergerak atau meluncur ke bawah (Suripin, 2002).

Salah satu wilayah yang rentan terhadap tanah longsor adalah Desa Cimarias yang terletak di Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Secara topografis desa ini didominasi oleh pegunungan yang merupakan bagian kaki dan punggung Gunung Kareumbi sehingga banyak terdapat lereng yang curam yang berpotensi terjadinya longsor. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sumedang, Desa Cimarias terhitung sudah mengalami kejadian tanah longsor sebanyak lima kali, salah satu yang terbesar yaitu pada April 2020, longsor terjadi di Dusun Lemahneundeut, yang mengakibatkan tertutupnya akses jalan penghubung antar desa oleh material longsor (detikNews, 2020). Tanah longsor memberi dampak dengan sejumlah kerugian seperti lenyapnya harta benda, kerusakan infrastruktur hingga berjatuhnya korban jiwa. Sebagai upaya mitigasi bencana tanah longsor dalam bentuk informasi awal untuk memperkirakan potensi dari bencana tersebut, dapat dilakukan pemetaan melalui pemotretan udara yang memanfaatkan wahana udara tanpa awak atau disebut dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) serta pemanfaatan dari aplikasi sistem informasi geografis yang dapat digunakan untuk menganalisis daerah rawan longsor (Rahmadany, Tjahjadi, & Agustina, 2022)

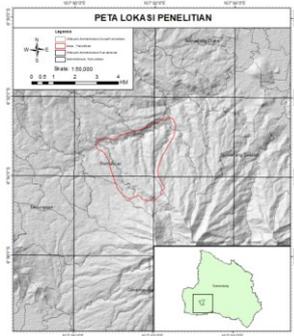
Pada penelitian ini DEM hasil foto udara yang masih berbentuk DSM akan di *filtering* menggunakan metode *cloth simulation filtering*. Prosedur ini dapat menghasilkan DTM dengan kualitas yang lebih akurat dan presisi serta menyerupai bentuk *ground* pada daerah sebenarnya (Maolana, 2024), kemudian DTM foto udara hasil *filtering* dilakukan uji ketelitian geometri vertikal (LE90) dari perhitungan *root mean square error* (RMSE) yang mengacu pada Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018. Analisis spasial sistem informasi geografis pada DTM digunakan untuk mendapatkan klasifikasi nilai dari kemiringan lereng (*slope*). Hasil klasifikasi slope DTM digunakan untuk memperoleh tingkat kerawanan tanah longsor dengan melakukan *overlay* bersama parameter lainnya yaitu tutupan lahan, curah hujan, jenis tanah, dan jenis batuan, serta dilakukan perhitungan antara skoring dan pembobotan menggunakan model pendugaan kerawanan longsor (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), 2004)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya (Priyono, 2008). Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model matematis, teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam. Penilaian kuantitatif terdiri dari metode pengumpulan, metode pengolahan dan metode analisis.

Lokasi Penelitian

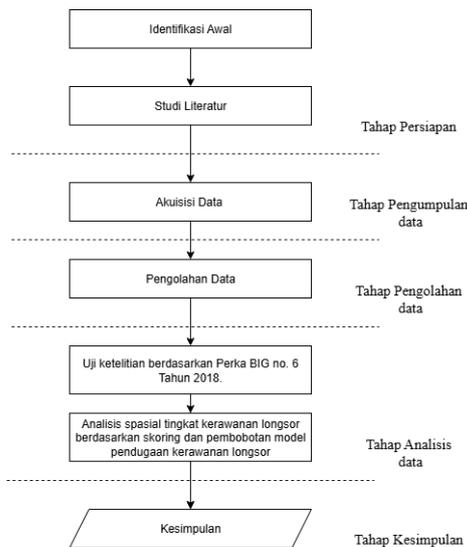
Penelitian ini dilaksanakan di Wilayah Desa Cimarias yang terletak di Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Secara geografis Desa Cimarias terletak di $6^{\circ}53'44''\text{LS}$ - $107^{\circ}51'36''\text{BT}$. Secara administratif Desa Cimarias berbatasan dengan Desa Cigendel dan Desa Ciherang dibagian utara, Desa Mekar Rahayu dan Desa Cinanggerang dibagian timur, Desa Cilembu dibagian selatan, dan Desa Cigendel dibagian Barat.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Kerangka Pemikiran

Skema kerangka pemikiran dalam penelitian tugas akhir ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kerangka Pemikiran

Tahap Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Teknik akuisisi data primer terdiri atas data foto udara, titik *Ground Control Point* (GCP), dan titik *Independent Check Point* (ICP). Titik GCP dan ICP didapatkan melalui hasil pengamatan *Global Positioning System* (GPS) Geodetik dengan metode statik dan *Real Time Kinematik* (RTK). Titik GCP dibutuhkan sebagai titik referensi pada area pemotretan udara. Sedangkan titik ICP digunakan untuk uji ketelitian geometri. Data foto diperoleh melalui pemotretan udara yang dilakukan dengan memanfaatkan teknologi UAV dalam penelitian ini menggunakan *Drone DJI Mavic 3 Enterprise*.

Selain data primer, data sekunder juga dibutuhkan yang meliputi data curah hujan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), data jenis tanah diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan Dan Hortikultura Provinsi Jawa Barat, dan Jenis Batuan (Geologi) dari Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data terdiri dari pengolahan data GNSS untuk mendapatkan koordinat GCP dan ICP, pengolahan hasil foto udara UAV untuk menghasilkan ortofoto dan DEM, *filtering* data DSM ke DTM, dan pengolahan data daerah rawan longsor.

1. Pengolahan data pengamatan GNSS
Pengolahan data GNSS dilakukan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center*, software ini mampu memproses data statik atau kinematik GNSS secara *diferensial*, yang memungkinkan

- perhitungan posisi presisi hingga level sentimeter.
2. Pengolahan foto udara UAV pengolahan data foto dilakukan dengan perangkat lunak *Agisoft Metashape* untuk mendapatkan orthophoto dan DEM, yang mana nantinya data orthophoto digunakan sebagai dasar untuk mendapatkan data penggunaan lahan yang diolah dengan *software* pengolahan GIS dan data DEM digunakan untuk mendapatkan data kelerengan.
 3. *Filtering* data DSM ke DTM Dalam pengolahan DTM dengan metode *filtering* pada penelitian ini menggunakan data DSM dimana data tersebut diproses menggunakan metode *Cloth Simulation Filtering* dengan bantuan perangkat lunak *Cloud Compare* dan Saga GIS.
 4. Pengolahan parameter-parameter spasial kerawan longsor Pengolahan daerah rawan longsor merupakan tahap penting dalam penelitian ini, di mana berbagai parameter spasial yang memengaruhi kejadian longsor diolah dan dianalisis menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode skoring dan pembobotan adalah suatu metode pemberian skor atau nilai terhadap masing-masing *value* parameter untuk menentukan tingkat kemampuannya. skor dan pembobotan sesuai dengan model pendugaan kerawan longsor yang mengacu pada (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) , 2004)

Tabel 1 Aturan Pembobotan dan Skoring

Parameter	Bobot
Curah Hujan	20%
Kemiringan lereng	30%
Jenis tanah	15%
Tutupan lahan	15%
Jenis batuan/geologi	20%

Semua parameter tersebut kemudian dilakukan proses *overlay* yang merupakan salah satu pengolahan data dengan menggabungkan atau menampilkan tiap parameter data.

Hasil dan Pembahasan

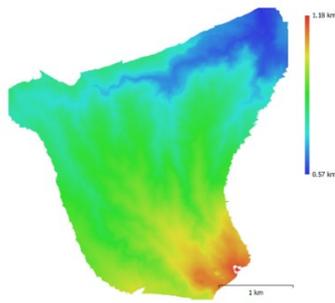
Hasil Pengolahan Foto Udara

Pada tahap pengolahan foto udara menggunakan *software* *agisoft methasape* menghasilkan ortofoto dan *Digital Elevation Model* (DEM). Orthofoto yang dihasilkan seluas 881 ha dan *Ground Resolution* sebesar 5.23 cm/pix, dari ortofoto tersebut dapat diketahui penggunaan lahan sebagai salah satu parameter untuk menentukan kerawanan longsor. Pada gambar 3 disajikan hasil ortofoto sebagai berikut.

Selain ortofoto, hasil pengolahan foto udara tersebut berupa DEM dalam bentuk *Digital Surface Model* (DSM). Model ini memuat informasi berupa data ketinggian yang meliputi ketinggian vegetasi dan non vegetasi seperti bangunan dan elemen buatan lainnya. DEM hasil pengolahan foto udara disajikan pada gambar 4.



Gambar 3 Ortofoto hasil pengolahan foto udara

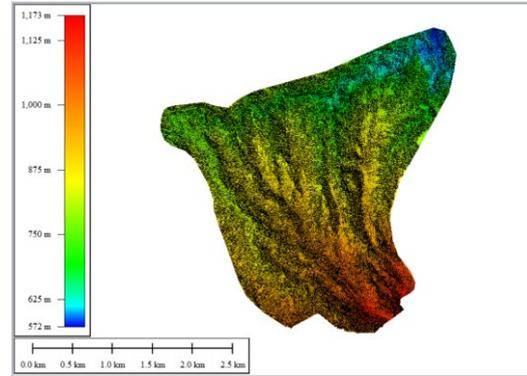


Gambar 4 DSM hasil pengolahan foto udara

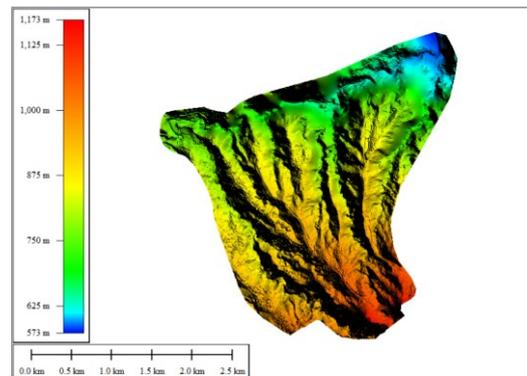
Hasil DSM dari pengolahan foto udara UAV memiliki resolusi spasial sebesar 20,9 cm/pixel, yang menunjukkan tingkat kedetailan yang cukup tinggi untuk skala pemetaan wilayah desa. Resolusi ini memungkinkan identifikasi kontur dan perbedaan ketinggian secara rinci, dan menjadi dasar dalam perhitungan kemiringan lereng

Hasil *Filtering* Data DSM Menjadi DTM

Data DEM yang masih berbentuk DSM merepresentasikan permukaan objek secara keseluruhan, termasuk vegetasi, bangunan, dan objek-objek non-permukaan tanah lainnya. Oleh karena itu, diperlukan proses *filtering* untuk menghilangkan komponen-komponen tersebut dan memperoleh *Digital Terrain Model* (DTM) yang hanya merepresentasikan kontur atau bentuk permukaan tanah sebenarnya. Metode *filtering* yang digunakan yaitu metode *cloth simulation filtering* (CSF). Setelah proses *filtering* dilakukan maka data DSM akan terbagi menjadi objek tanah dan bukan tanah. Objek bukan tanah merupakan objek yang dihapus dari data DSM, dan Proses interpolasi dilakukan untuk mengisi data yang kosong hasil dari proses *filtering*. Perbandingan antara DSM dan DTM hasil *filtering* dan interpolasi disajikan pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5 *Digital Surface Model* (DSM)



Gambar 5 *Digital Terrain Model* (DTM)

Analisis Ketelitian DEM dan Ortofoto

Setelah ortofoto dan DTM diperoleh, selanjutnya dilakukan uji akurasi untuk mengetahui nilai ketelitian citra hasil ortofoto dan ketelitian DTM yang dihasilkan. Uji geometrik tersebut berdasarkan perbandingan antara koordinat (x, y, z) pada *Independent Check Point* (ICP) hasil pengukuran lapangan dengan koordinat (x, y, z) ortofoto maupun DTM. Ketelitian geometri tersebut dihitung berdasarkan Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018. Tabel 2 dan 3 menyajikan hasil uji ketelitian ortofoto dan DTM.

Tabel 1 Uji ketelitian horizontal ortofoto

TITIK ICP	$(X_{GPS}-X_{CP})^2$	$(Y_{GPS}-Y_{CP})^2$	$(X_{GPS}-X_{CP})^2+(Y_{GPS}-Y_{CP})^2$
ICP 1	0.00146	0.0022	0.003666
ICP 2	0.00297	0.00115	0.004119
ICP 3	0.00031	0	0.000308
ICP 4	0.00009	0.00068	0.000766
ICP 5	0.00101	0.00107	0.002085
ICP 6	0.00001	0.00001	0.000019
ICP 7	0.00002	0.00001	0.000028
ICP 8	0.00001	0.00012	0.000126
ICP 9	0.00021	0.0002	0.000412
ICP 10	0.01993	0.00617	0.026101
ICP 11	0.00705	0.00009	0.007136
ICP 12	0.0022	0.00636	0.008563
ICP 13	0.00048	0.00212	0.002594
ICP 14	0.00	0.00035	0.000358
ICP 15	0.00061	0.00001	0.000614
ICP 16	0.01046	0.01287	0.023332
ICP 17	0.00027	0.00379	0.004067
ICP 18	0.00	0.00171	0.001714
ICP 19	0.00314	0.00659	0.009732
ICP 20	0.00042	0.04812	0.048547
Jumlah			0.144285
Rata-rata			0.007214
RMSEr			0.084937
CE90 (m)			0.128892

Berdasarkan hasil perhitungan ketelitian horizontal yang mengacu pada ketelitian peta RBI. Rata-rata ketelitian horizontal yang dihasilkan dari hitungan tabel 4.5. sebesar 0.007214 m, nilai RMSE sebesar 0,084937 m dan nilai ketelitian horizontal yang dihasilkan untuk nilai akurasi horizontal (CE90) sebesar 0,128892m, sehingga mengacu pada Ketelitian Peta RBI berdasarkan Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018 masuk kedalam ketelitian peta 1:1000 pada kelas 1. Sedangkan berdasarkan perhitungan RMSEz antara data koordinat titik ICP dengan data DTM menghasilkan nilai 0.360814 m dan nilai LE90 sebesar 0.595307 m. Sehingga jika di klasifikasikan pada tabel ketelitian peta RBI, maka DTM hasil *filtering* menggunakan metode *Cloth Simulation Filtering* masuk kedalam ketelitian peta skala 1:2500 kelas 1.

Tabel 2 Uji ketelitian vertikal DTM

TITIK ICP	Elevasi ICP GNSS	Elevasi ICP (DTM)	$(Z_{GNSS}-Z_{CP})^2$
	Z	Z	
ICP 1	983.103	982.76	0.1179
ICP 2	968.766	969.198	0.1868
ICP 3	986.826	986.374	0.2039
ICP 4	873.92	873.996	0.0058
ICP 5	883.867	883.487	0.1445
ICP 6	895.512	895.225	0.0826
ICP 7	883.504	883.363	0.0199
ICP 8	871.102	870.44	0.4385
ICP 9	849.609	849.448	0.0259
ICP 10	747.246	747.557	0.0965
ICP 11	706.263	706.028	0.0554
ICP 12	660.843	660.7	0.0206
ICP 13	839.956	839.699	0.0661
ICP 14	884.448	885.036	0.3462
ICP 15	820.976	820.67	0.0939
ICP 16	984.98	984.766	0.0456
ICP 17	897.972	897.456	0.2667
ICP 18	803.774	803.65	0.0154
ICP 19	886.893	887.052	0.0252
ICP 20	975.966	975.377	0.3466
Jumlah			2.603735
Rata-rata			0.130187
RMSEz			0.360814
LE90 (m)			0.595307

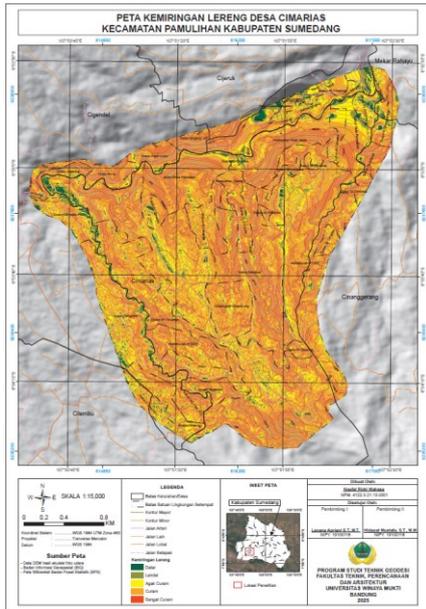
Analisis Klasifikasi Kemiringan Lereng

Nilai kelerengan (*slope*) berlandaskan pada perbandingan antara jarak horizontal dan jarak vertikal. Peta kemiringan lereng yang disajikan pada gambar 6 yang diperoleh dari analisis *slope* dengan DTM terbagi menjadi 5 kelas yaitu Datar (0-8%), Landai (8-15%), Agak curam (15-25%), Curam (25-45%), dan Sangat curam (>45%).

Adapun kemiringan lereng yang didapat dari DEM hasil foto udara yang sudah diekstraksi menjadi DTM diarea penelitian didominasi pada kelas curam seluas 296.162 Ha dengan persentase 36%, Desa Cimarias yang secara topografi merupakan wilayah perbukitan yang termasuk kedalam bagian kaki dan punggung Gunung Kareumbi, sehingga banyak terdapat lereng yang curam yang mengakibatkan potensi terjadinya longsor. Seperti halnya pada area Jalan Cadas Pangeran dan jalan penghubung antara Desa Cimarias dan Desa Cinanggerang.

Tabel 3 hasil analisis kemiringan lereng

Kelas Lereng	Kategori	Skor	Luas (Ha)	Persentase
0-8%	Datar	1	37.996	5%
8-15%	Landai	2	73.724	9%
15-25%	Agak curam	3	145.038	18%
25-45%	Curam	4	296.162	36%
>45%	Sangat Curam	5	266.306	32%
Total			819.226	100%



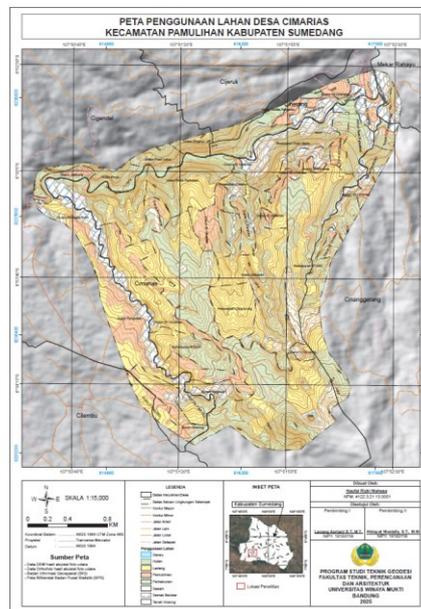
Gambar 6 Peta kemiringan lereng

Hasil Analisis Klasifikasi Penggunaan Lahan

Dari hasil ortofoto kemudian dilakukan proses digitasi sesuai dengan jenis penggunaan lahan sesuai yang ada dilapangan dan melakukan klasifikasi berbasis objek. Hasil interpretasi diperoleh area vegetasi yang berupa sawah, semak belukar, hutan, perkebunan, waduk dan perairan. Penggunaan lahan terluas di area penelitian Desa Cimarias adalah area perkebunan dan ladang, dengan total luas mencapai 225,968 Ha. Lahan perkebunan ini menjadi salah satu komoditas utama bagi masyarakat Desa Cimarias. Tanaman *Indigofera* merupakan jenis tanaman yang paling banyak ditemukan di area tersebut.

Tabel 4 hasil analisis penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	Skor	Luas (Ha)	Persentase
Hutan	1	143.569	17.52%
Perkebunan	3	225.963	27.58%
Semak Belukar	2	24.713	3.02%
Tanah Kosong	2	6.74	0.82%
Ladang	3	225.899	27.57%
Sawah	4	104.769	12.79%
Danau	1	0.801	0.10%
Pemukiman	5	86.95	10.61%
Total			819.226 100%



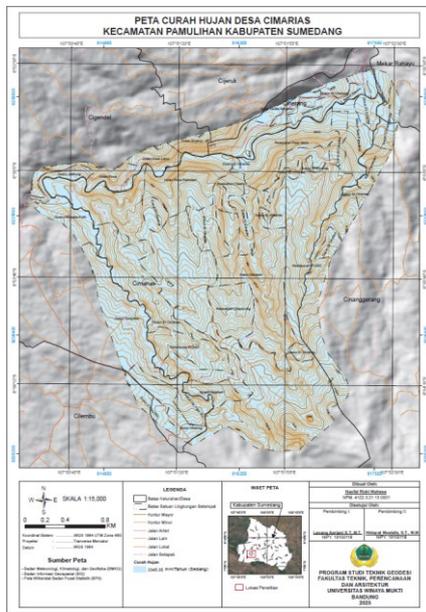
Gambar 7 Peta penggunaan lahan

Hasil Analisis Klasifikasi Curah Hujan

Berdasarkan model pendugaan kerawanan longsor, curah hujan merupakan salah satu parameter penting yang digunakan dalam proses analisis, dengan bobot pengaruh sebesar 20% terhadap tingkat kerawanan. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan memiliki kontribusi yang signifikan dalam menentukan stabilitas lereng dan potensi terjadinya longsor di wilayah penelitian. Pada gambar 8 disajikan peta curah hujan sebagai berikut.

Tabel 5 keterangan hasil analisis curah hujan

Curah hujan (mm)	Skor	Luas (Ha)	Persentase
Sangat basah (>3000)	5	0	0%
Basah (2501-3000)	4	0	0%
Sedang (2001-2500)	3	819.226	100%
Kering (1501-2000)	2	0	0%
Sangat kering (<1500)	1	0	0%
Total		819.226	100%



Gambar 8 Peta curah hujan

Klasifikasi curah hujan menggunakan data curah hujan tahunan dari BMKG, Dari rata-rata curah hujan dilakukan proses interpolasi untuk mendapatkan nilai curah hujan selama setahun. Dari data tersebut diperoleh bahwa jumlah rata-rata curah hujan di area penelitian adalah 2345.35 mm/tahun yang termasuk dalam kelas sedang. Pada tabel 6 disajikan keterangan hasil analisis curah hujan berikut.

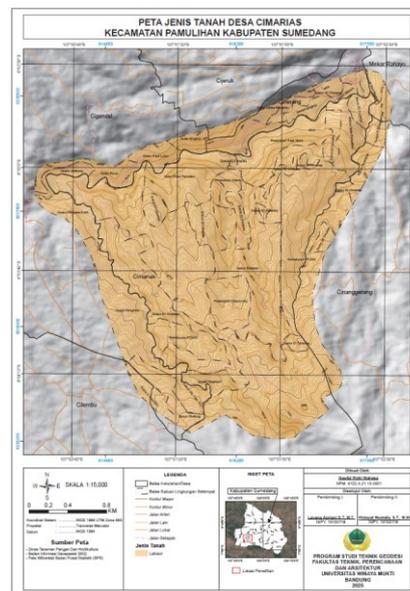
Hasil Analisis Klasifikasi Jenis Tanah

Tingkat kerawanan longsor juga dipengaruhi oleh jenis tanah sekitar area penelitian, hal ini disebabkan karena tiap

jenis tanah memiliki kemampuan dalam penyerapan air atau struktur tanah yang gembur hingga padat. Penentuan skor jenis tanah dilakukan berdasarkan tingkat kepekaan terhadap longsor dari jenis tanah tersebut, semakin peka terhadap longsor maka semakin tinggi skor yang diberikan. Jenis tanah yang terdapat pada area penelitian ini adalah Latosol yang termasuk kedalam kelas jenis tanah agak peka. Pada tabel 7 disajikan hasil analisis klasifikasi jenis tanah berikut.

Tabel 6 Keterangan hasil analisis jenis tanah

Jenis Tanah	Skor	Luas (Ha)	Persentase
Sangat Peka (Andosol)	5	0	0%
Peka (Inceptisol)	4	0	0%
Agak Peka (Latosol, Kambisol, Nitosol)	3	819.226	100%
Sedikit Peka (Entosol)	2	0	0%
Tidak Peka (Aluvial, Glei)	1	0	0%
Total		819.226	100%



Gambar 9 Peta jenis tanah

Hasil Analisis Klasifikasi Jenis Batuan

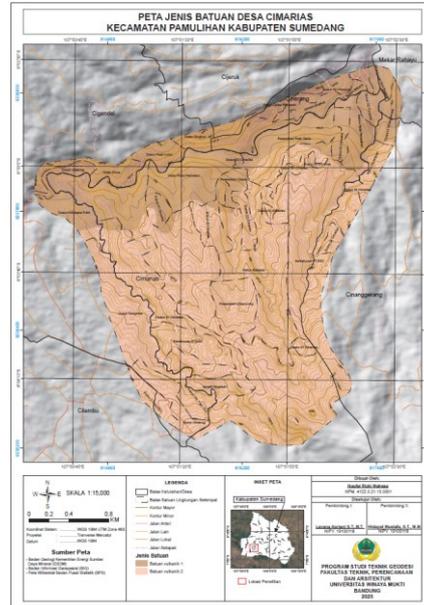
Berdasarkan data data geologi regional yang didapat dari badan geologi

kementerian ESDM, diketahui bahwa area penelitian memiliki 2 Jenis batuan yaitu Batuan vulkanik 1 dan Batuan vulkanik 2, Batuan vulkanik 2 dengan kelas lava dan piroklastik, dan Batuan vulkanik 1 dengan kelas breksi. Tabel 8 disajikan keterangan hasil analisis jenis batuan berikut.

Tabel 7 Keterangan hasil analisis jenis tanah

Jenis Batuan	Skor	Luas (Ha)	Persentase
Batuan vulkanik 2 (lava, piroklastik, dan aglomerat)	5	560.79	68.45%
Batuan sedimen 2 (breksi dan konglomerat)	4	0	0
Batuan vulkanik 1 (breksi, batulapili dan tuf)	3	258.436	31.55%
Batuan sedimen 1 (batupasir, batu lanau, dan batu lempung)	2	0	0
Endapan Aluvial	1	0	0
Total		819.226	100%

Jenis batuan/geologi merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menganalisis kerawanan longsor, bobot dari jenis batuan berdasarkan model pendugaan kerawanan longsor. Pada gambar 10 disajikan peta jenis tanah berikut.



Gambar 10 Peta jenis batuan

Hasil Analisis Kerawanan Longsor

Analisis kerawanan longsor dengan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis, parameter-parameter yang digunakan seperti kemiringan lereng yang di dapat dari hasil DEM foto udara, tutupan lahan, curuh hujan, jenis tanah, dan jenis batuan, masing-masing diberikan skor dan pembobotan sesuai dengan model pendugaan kerawanan longsor, kemudian semua parameter di *overlay* sehingga dihasilkan peta kerawanan longsor, analisis *overlay* untuk peta rawan tanah longsor dengan 4 klasifikasi terkait dengan berpotensi area pada longsor dengan tingkatan kelasnya terdiri dari area rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi dengan nilai interval masing-masing kelas, interval tersebut didapat dari persamaan berikut.

$$Range = \frac{\sum Skor tertinggi - \sum Skor Terendah}{Jumlah Kelas Klasifikasi}$$

dimana:

Range = Nilai interval kelas longsor

Skor = Nilai parameter longsor

Tabel 9 menyajikan rincian hasil analisis tingkat kerawanan longsor hasil *overlay*.

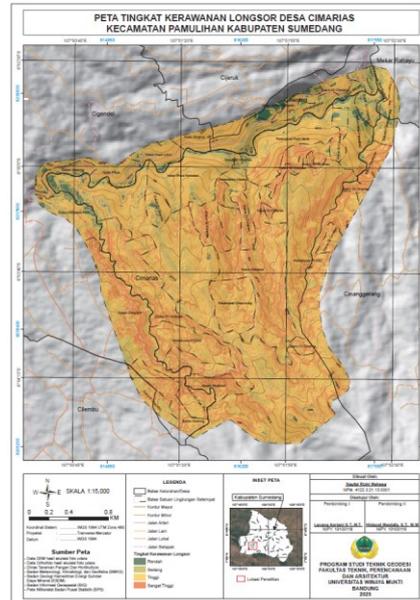
Tabel 8 Rincian Klasifikasi tingkat Kerawanan Longsor

Tingkat Kerawanan Longsor	Luas (Ha)	Persentase
Rendah	23.343	2.85%
Sedang	145.373	17.75%
Tinggi	450.971	55.05%
Sangat Tinggi	199.539	24.36%
Total	819.226	100%

Hasil analisis kerawanan longsor di wilayah Desa Cimarias yang disajikan pada tabel 9 menunjukkan bahwa tingkat kerawanan longsor didominasi tingkat tinggi, dengan persentase mencapai 55.05%. Kawasan yang memiliki tingkat kerawanan tinggi salah satunya berada di kawasan Jalan Cadas Pangeran hal tersebut dikarenakan kemiringan lereng yang ekstrim sehingga memicu terjadinya tanah longsor, selain kawasan jalan cadas pangeran, wilayah yang mempunyai tingkat kerawanan longsor sangat tinggi ada di jalan penghubung antara Desa Cimarias dan Desa Cinanggerang, disana terdapat lereng yang sangat curam serta tidak adanya vegetasi yang lebat, sehingga apabila terjadi hujan yang lebat dapat menimbulkan potensi tanah longsor, berdasarkan berita yang dimuat oleh (detikNews, 2020), area jalan penghubung antar desa tersebut pernah mengalami tanah longsor yang mengakibatkan terputusnya akses jalan antar desa.

Pada gambar 10 disajikan peta tingkat kerawanan longsor yang menunjukkan bahwa warna hijau tua dan hijau muda menandakan area tersebut termasuk area dengan tingkatan kerawanan longsor yang rendah dan sedang, yang didominasi di bagian utara dan timur laut dikarenakan area tersebut mempunyai topografi yang yang lebih

landai, vegetasi masih banyak yang tertutup.



Gambar 10 Peta tingkat kerawanan longsor

Sementara warna kuning dan merah menandakan area tersebut termasuk area dengan tingkatan kerawanan longsor yang tinggi dan sangat tinggi tersebar luas terutama di bagian tengah hingga selatan wilayah desa, mengikuti pola lereng yang curam dan area yang secara geologis lebih rawan.

Hasil Analisis Luas Tingkat Kerawanan Longsor

Berdasarkan Peta Wilayah Kerja Statistik (Wilkerstat) Tahun 2019 Badan Pusat Statistik yang terdiri dari 5 level yaitu provinsi, kabupaten/kota, kecamatan, desa/kelurahan, dan Satuan Lingkungan Setempat (SLS), dari hasil analisis *overlay* tingkat kerawanan longsor kemudian diidentifikasi luas berdasarkan Satuan Lingkungan Setempat (SLS), SLS merupakan Satuan wilayah di bawah desa/kelurahan, biasanya ditetapkan dengan peraturan daerah atau peraturan desa. Tingkatan dan nama SLS bisa berbeda antar daerah, seperti jorong, dusun, lingkungan, dsb.

Batas SLS bisa berupa batas alam/buatan, maupun batas imajiner.

Tabel 9 Rincian luas tingkat kerawanan longsor

Satuan Lingkungan Setempat	Tingkat Kerawanan Longsor	Luas (Ha)
Dusun 01 Cimarias	Rendah	0.693
	Sedang	7.72
	Tinggi	35.424
Dusun 02 Cimarias	Sangat Tinggi	23.272
	Rendah	1.796
	Sedang	9.498
Dusun Pasir Luhur	Tinggi	21.053
	Sangat Tinggi	20.21
	Rendah	0.7
.....	Sedang	3.454
	Tinggi	6.06
	Sangat Tinggi	0.006
Perkebunan PT.SSC
	Rendah	5.013
	Sedang	43.246
.....	Tinggi	190.366
	Sangat Tinggi	71.796

Desa Cimarias sebagian besar didominasi oleh area perkebunan milik PT. Subur Setiadi *Corf* (PT. SSC), yang merupakan Satuan Lingkungan Setempat (SLS) dengan cakupan wilayah terluas di desa tersebut. Total luas wilayah SLS ini mencapai 310,452 hektar, yang didominasi oleh lahan perkebunan *Indigofera*. dan memiliki kemiringan lereng yang sangat curam, berdasarkan hasil analisis spasial terhadap zonasi kerawanan longsor, diketahui bahwa wilayah SLS ini memiliki tingkat kerawanan tinggi, dengan luas area rawan longsor mencapai 190.366 Ha.

Validasi Peta Tingkat Kerawanan Longsor

Untuk mengetahui tingkat seberapa akurat peta yang telah dibuat perlu dilakukan validasi. Uji validasi peta kerawanan longsor di area penelitian menggunakan teknik *accurassion assesment*, teknik tersebut

dilakukan pada hasil peta kerawanan longsor yang dibuat dengan titik uji hasil pengamatan lapangan. Titik uji kemudian dilakukan survei terhadap titik-titik faktual di lapangan. Kriteria dalam pengujian titik kerawanan longsor adalah dengan memperhatikan kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis batuan, curah hujan, dan jenis tanah pada area penelitian yang dilakukan titik uji, serta data riwayat kejadian tanah longsor diarea penelitian.

$$accurassion\ assesment = \frac{\sum \text{Titik Sesuai}}{\sum \text{Total titik uji}} \times 100$$

Titik uji dilakukan pada 48 titik secara acak di area penelitian, hasilnya dari 48 titik tersebut, terdapat 7 titik uji yang tidak sesuai dengan ciri dan kondisi tingkat kerawanan longsor.

Tabel 10 Uji validasi peta tingkat kerawan longsor

Titik Uji	Koordinat		Tingkat Kerawanan	Kondisi Lapangan	Akurasi
	X	Y			
CM 001	814 568	923 808 0	Rendah	Sesuai dengan kondisi dan ciri kerawanan rendah	Akurat
CM 002	814 575	923 807 3	Tinggi	Sesuai dengan kondisi dan ciri kerawanan Tinggi	Akurat
CM 003	815 225	923 817 4	Rendah	Sesuai dengan kondisi dan ciri kerawanan rendah	Akurat
.....
CM 036	816 881	923 733 5	Sangat Tinggi	Sesuai dengan kondisi dan ciri kerawanan Sangat Tinggi	Akurat
CM 047	815 921	923 826 8	Tinggi	Sesuai dengan kondisi dan ciri kerawanan Tinggi	Akurat
CM 048	815 080	923 789 9	Rendah	Tidak Sesuai dengan kondisi dan ciri kerawanan Rendah	Tidak Akurat

Dari data tersebut dapat dihitung keakuratan peta tingkat kerawanan longsor yang telah dibuat dengan menggunakan metode *accuration assesment* sebagai berikut.

$$Accurassion\ assesment = \frac{41}{48} \times 100 = 85.42\%$$

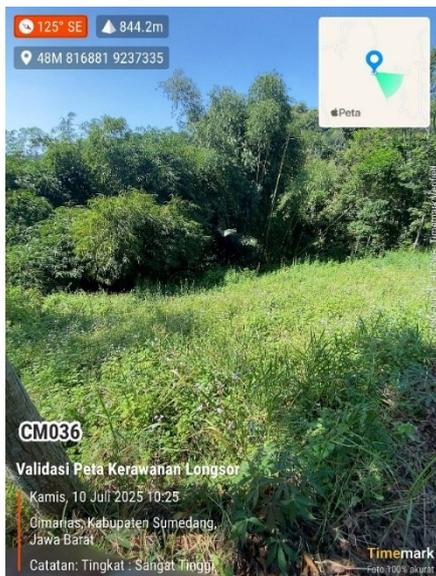
Hasil validasi yang diperoleh dengan menggunakan metode *accuration assesment* memperoleh hasil sebesar 85.42%. Hasil perolehan nilai

persentase dari uji validitas terhadap peta daerah rawan tanah longsor berdasarkan ketetapan dari (National Park Service vegetation inventory, 2011) termasuk akurat karena nilai yang dihasilkan adalah $\geq 80\%$. Hasil uji validasi juga sesuai dengan riwayat kejadian tanah longsor berdasarkan berita yang dimuat oleh (detikNews, 2020).



Gambar 11 Kejadian longsor di Desa Cimarias (detikNews, 2020)

Pada titik CM036 yang diklasifikasikan tingkat kerawanan sangat tinggi, merupakan jalan penghubung antara Desa Cimarias dan Desa Cinanggerang yang mengalami kejadian tanah longsor yang disebabkan karena kemiringan lereng yang sangat curam, serta curah hujan yang tinggi.



Gambar 12 Uji validasi titik CM036

KESIMPULAN

1. Hasil uji geometrik yang dilakukan untuk mengetahui nilai ketelitian citra hasil ortofoto dan ketelitian DEM yang sudah dilakukan *filtering* menjadi DTM dengan metode *Cloth Simulation Filtering* (CSF), memperoleh hasil RMSEr sebesar 0.084937 m dan RMSEz sebesar 0.360814 m. Dari hasil perhitungan RMSEr dan RMSEz, nilai ketelitian horizontal dan vertikal yang diuji dengan tingkat kepercayaan 90% CE90 dan LE90, memperoleh nilai sebesar 0.128892 m untuk ketelitian horizontal dan 0.595307 m untuk ketelitian vertikal. Jika di klasifikasikan terhadap ketelitian geometri peta RBI yang merujuk pada Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018, Orthofoto yang dihasilkan memenuhi ketelitian peta skala 1:1000 pada kelas 1, sementara DEM yang dihasilkan masuk kedalam ketelitian peta skala 1:2500 kelas 1.
2. Peta kerawanan longsor dari hasil analisis *overlay* DEM dan ortofoto yang menghasilkan peta kemiringan lereng dan penggunaan lahan dengan parameter-parameter sekunder lainnya seperti curah hujan, jenis tanah dan jenis batuan/geologi, menghasilkan empat tingkat klasifikasi kerawanan longsor yaitu rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Area dengan tingkat kerawanan longsor rendah seluas 36.675 Ha (4.48%), tingkat kerawanan sedang seluas 157.496 Ha (19.22%), tingkat kerawanan tinggi seluas 326.275 Ha (39.82%), dan tingkat kerawanan sangat tinggi seluas 298.929 Ha (36.48%), Area perkebunan PT. SSC memiliki tingkat kerawanan longsor paling tinggi di Desa Cimarias seluas

128,930 Ha, Hasil uji validasi peta tingkat kerawanan longsor dengan menggunakan metode *accuration assessment* memperoleh persentase sebesar 85.42%, berdasarkan ketetapan dari (*National Park Service vegetation inventory*, 2011) termasuk akurat karena nilai yang dihasilkan adalah $\geq 80\%$.

SARAN

Saran yang dapat diberikan terkait penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agar penelitian ini lebih baik diharapkan penelitian selanjutnya membuat suatu peta resiko bencana tanah longsor dengan melihat berbagai aspek kapasitas, sosial, dan kependudukan, dimana kerawanan merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi terjadinya resiko terhadap bencana tanah longsor.
2. DTM yang sudah di *filtering* menggunakan metode CSF akan lebih baik jika dilakukan lagi proses *filtering* secara manual agar objek yang nampak selain tanah bisa terhapus secara maksimal.
3. Disarankan menggunakan PC dengan spek mumpuni agar proses pengolahan bisa menghasilkan orthofoto dan DEM dengan kualitas terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Arifin, R. W. (2016). *Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Penanggulangan Bencana Alam Di Indonesia Berbasis Web*. Bina Insani ICT Journal. 3 (1): 1 ± 6.
- Arsyad, S. (2012). *Konservasi Tanah dan Air Edisi Revisi*. Bogor: ipbpress.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sumedang. (2024). *Banyaknya Kejadian Bencana Alam Menurut Desa dan Kelurahan dan Jenis Bencana Alam di Kecamatan Pamulihan*.
- Basuki, S. (2006). *Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta.: Gadjah Mada University Press.
- BIG. (2018). *Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018*.
- BNPB. (2023). <https://dibi.bnpb.go.id/>. Diambil kembali dari Data dan Statistik Bencana Indonesia 2023.
- Brinker, R. &. (1986). *Dasar-Dasar Pengukuran Tanah (Surveying), Edisi VII Jilid 1*, . Jakarta: Erlangga.
- Burrough, P., & McDonnell, R. (1998). *Principle of Geographic Information Systems*. Oxford University Press.
- Dempsey, C. (2003). *Orthophotos and GIS*.
- detikNews. (2020). *Longsor Putus Akses Penghubung Dua Desa di Sumedang*.
- DS, M. S. (2015). *SIG Untuk Memetakan Daerah Banjir Dengan Metode Skoring Dan Pembobotan (Studi Kasus Kabupaten Jepara)*.
- Eguchi, R. T., Huyck, C. K., Ghosh, S., & Adams, B. J. (2008). *The Application of Remote Sensing Technologies for Disaster Management*. The 14th World Conference on Earthquake Engineering.
- Eisenbeiß, H. (2009). *UAV Photogrammetry*. Zurich: DISS. ETH NO. 18515.
- Falahnsia, A. R. (2015). *Analisa Bencana Longsor Berdasarkan*

- Nilai Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Aster Dan Landsat 8 (Studi Kasus : Sekitar Sungai Bedadung, Kabupaten Jember).*
- Fariz, T. R., & Rokhayati, N. (2017). *Konversi Dsm Menjadi Dtm Menggunakan Filter Berbasis Kelerengan Untuk Pemetaan Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Tirto*. Seminar Nasional ke-3 Pengelolaan Pesisir dan DAS.
- Firdaus, Z. M. (2020). *Pemodelan Kota Tiga Dimensi Menggunakan Data Lidar Dan Foto Udara Dengan Metode Semi Otomatis (Studi Kasus: Area Pakuwon Trade Center, Kota Surabaya)*.
- Fitriyono, A. (2017). *Studi, Pembuatan Panduan Pengukuran Gps Geodetik Dengan Metode Real-Time Kinematic (RTK) Pada Program*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Hadi, B. S. (2007). *Dasar-Dasar Fotogrametri*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi.
- Hasan, M. I. (2002). *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Hasanuddin Z. Abiddin, A. J. (2023). *Survei Dengan GPS*. Bandung: ITB PRESS.
- Isaak, H., & Hengl, T. (2008). *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications*. Elsevier. Elsevier.
- Jensen, J. (2007). *Remote sensing of the environment: An earth resource prespective*.
- Julzarika, A., Kustiyo, & Harsanugraha, W. K. (t.thn.). *Teknik Penurunan Digital Surface Model (DSM) dari Citra Satelit ALOS (Studi Kasus : Cilacap, Indonesia)*.
- Kerong, R. G. (2022). *Kajian Perbandingan Akurasi DTM Pengolahan Data Foto Udara Menggunakan Metode Otomatis Dan Semi-Otomatis Filtering*. Jambura Geoscience Review.
- Kuang. (1996). *Geodetic Network Analysis and Optimal Design: Concepts and Applications*. Michigan: Ann Arbor Press.
- Langley, R. B. (1998). *GPS World*. Canada: University of Brunswick.
- Ligterink, G. H. (1987). *Dasar-dasar fotogrametri: interpretasi foto udara*. Jakarta: UI-Press.
- Maolana, S. S. (2024). *Analisis Akurasi DTM Hasil Filtering Menggunakan Metode Cloth Simulation Filtering Dan Slope Based Filtering Pada Data Foto Udara Puna*.
- Martinoni, D., & Bernhard, L. (1998). *A conceptual framework for reliable digital terrain modelling*.
- Melo, G. I. (2018). *Analisis Faktor Penyebab Perubahan Luas Lahan Kritis Di Tateli, Kecamatan Mandolang*. Jurnal Spasial Vol 5. No. 3.
- Mufid, A. (2017). *“Pembuatan Panduan Pengukuran GPS Geodetik Dengan Metode Statik Pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Prastya, R. B. (2011). *Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Citra QuickBird Menggunakan Titik CORS GNSS*. Semarang: Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Priyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Sidoarjo: Zifatama Publishing.

- Purworahardjo, U. (1986). *Ilmu Ukur Tanah Seri A Pengukuran Horisontal Jurusan*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) . (2004). *Manajemen Bencana Tanah Longsor*.
- Putri, D. M., & Mulia, A. P. (2021). *Aplikasi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Untuk Monitoring Zona Pantai*. Jurnal Syntax Admiration p-ISSN : 2722-7782 e-ISSN : 2722-5356.
- Rahim, S. E. (2003). *Pengendalian erosi tanah : Dalam rangka pelestarian lingkungan hidup / Supli Effendi Rahim*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rahmadany, V., Tjahjadi, M. E., & Agustina, F. D. (2022). *Penggunaan DTM Presisi dari Fotogrametri UAV untuk Analisa Bencana Longsor Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Jambura Geoscience Review.
- Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Seeber. (1993). *Satellite Geodesy, Foundations, Methods and Applications*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Sickle, J. V. (2008). *GPS for Land Surveyors*. CRC Press.
- Sugeng, S., Putra, R. A., Muslim, R. F., & Septianto, Y. (2019). *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for mapping plantation Area*. Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan, 7(1), 79-89.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- Suyudi, B. (2014). *Fotogrametri dan Penginderaan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, 55293.
- 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.
- Tempfli, K. (1991). *DTM and Differential Modelling. Proceedings ISPRS and OEEPE Joint Workshop on Updating Digital Data by Photogrammetric Methods*. Oxford, England.
- Trisakti, B. (2010). *Pengembangan Metode Ekstraksi DEM Dari Data Alos Prism*.
- Wells, D. B. (1999). *Guide to GPS Positioning*. Kanada: University of New Brunswick.
- Wicaksono, & Endro, F. Y. (2009). *Apa Itu Foto Udara?* Yogyakarta: Badan Perpustakaan dan Arsip Daerah Provinsi DIY Chemeketa. Community.
- Wolf, P. R. (1993). *Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan*. Yogyakarta: Penerjemah: Gunadi, Gunawan, T., Zuharnen, Edisi.
- Wongsotjitro, S. (1980). *Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yuwono. (2004). *Pendidikan dan Pelatihan Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota*. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.