

EVALUASI PENGGUNAAN DATA FOTO UDARA DALAM MENDUKUNG PENINGKATAN DATA DASAR TIGA DIMENSI

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan
di Bidang Pertanahan pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



Disusun oleh:
MUHAMMAD ZAKY FAHLEVY
NIT. 22314206

**KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
POLITEKNIK AGRARIA STPN**

2026

ABSTRAK

The digital transformation in the fields of land administration and geospatial information has driven the need for three-dimensional (3D) base data capable of representing objects more comprehensively than two-dimensional (2D) data. This need aligns with efforts to improve land base data being carried out by the Peraturan Menteri ATR/BPN Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan and the Kerangka Acuan Kerja (KAK) Pemetaan Foto Udara dan LiDAR dalam Rangka Peningkatan Data Dasar 3D Tahun 2024. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-based aerial photography is one of the technologies with the potential to provide high-resolution point cloud and orthophoto data to support the creation of 3D building models. This study aims to identify the Level of Detail (LOD) of the 3D models generated from aerial photography data and to evaluate their geometric accuracy based on the standards set forth in the KAK. This study was conducted on the campus of the Agrarian Polytechnic STPN because of its diverse range of buildings and good accessibility, which facilitated the smooth conduct of the research.

This study employed a comparative quantitative approach through the following stages: ground filtering using the Cloth Simulation Filtering (CSF) algorithm, the creation of a Digital Surface Model (DSM), Digital Terrain Model (DTM), and Object Height Model (OHM), segmentation of Building Outlines (BO) and Roof Outlines (RO), as well as 3D modeling up to LOD 2 using SketchUp and visualization via Cesium. Model quality evaluation was conducted through LOD identification, model completeness testing using a confusion matrix, geometric accuracy testing using Root Mean Square Error (RMSE), and dimensional validity testing using a p-value-based paired t-test. The research results show that the generated building model meets the characteristics of Level of Detail (LOD) 2, with an overall completeness test accuracy of 97.50%, exceeding the minimum standard of 80% set in the KAK. The geometric accuracy test results yielded an average RMSE of 0,2848 meters. This is well below the 1,5-meter tolerance limit, while the dimensional validity test showed that all p-values were greater than 0,05, indicating no significant difference between the 3D model dimensions and field measurement results. The findings of this study demonstrate that aerial imagery can be used to generate LOD 2 building models.

Keywords: *photogrammetry, aerial photography, 3D model, Level of Detail 2 (LOD 2), 3D base data.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK.....	xvii
INTISARI	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1. Tujuan Penelitian	3
2. Manfaat Penelitian	3
D. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Penelitian Terdahulu.....	4
B. Kerangka Teoritis	8
1. Fotogrametri.....	8
2. Foto Udara	9

3. Pengukuran Terestris	12
4. Peta Dasar	14
5. Representasi Permukaan	15
6. Model Tiga Dimensi	16
7. <i>Level of Detail</i> (LOD)	18
8. Uji Model 3D	21
C. Kerangka Pemikiran	27
BAB III METODE PENELITIAN	30
A. Format Penelitian	30
B. Lokasi Penelitian	30
C. Alat dan Bahan Penelitian	31
1. Alat Penelitian.....	31
2. Bahan Penelitian	33
D. Populasi dan Sampel	34
E. Pelaksanaan	35
1. <i>Filtering Point Cloud</i>	35
2. Pembuatan Data DSM dan DTM.....	37
3. Pembuatan Data OHM/nDSM	38
4. Segmentasi Tapak Bangunan.....	40
5. Segmentasi Atap	41
6. Konversi Data	42
7. Pembentukan Model Bangunan 3D	44
8. Penerapan <i>Plugin Roof/1001bit-tools</i>	45
9. Visualisasi Model.....	46
10. Pengukuran Uji Akurasi Geometri.....	47
11. Uji Kelengkapan Model 3D	49
12. Uji Akurasi Geometri Model 3D	59

13. Uji Validitas Ukuran	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
A. <i>Ground Point Cloud</i>	62
B. DSM dan DTM.....	63
C. OHM/nDSM.....	65
D. <i>Building Outline</i> (BO).....	66
E. <i>Roof Outline</i> (RO)	67
F. Nilai Statistik Tinggi	68
G. <i>Level of Detail 1</i>	69
H. <i>Level of Detail 2</i>	70
I. Visualisasi Model.....	74
J. Hasil Pengukuran	76
K. Uji Kelengkapan Model	78
L. Uji Akurasi Geometri	79
M. Uji Validitas Ukuran	83
BAB V PENUTUP.....	86
A. KESIMPULAN	86
B. SARAN	86
DAFTAR PUSTAKA.....	88
LAMPIRAN.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di era transformasi digital, pemanfaatan teknologi geospasial berkembang pesat dan menjadi aspek penting dalam pengelolaan sumber daya agraria. Indonesia sebagai negara agraris dengan wilayah lebih dari 190 juta hektar membutuhkan ketersediaan data dasar yang akurat sebagai landasan pengelolaan lahan, sertifikasi tanah, serta perencanaan pembangunan. Seiring meningkatnya kompleksitas pembangunan serta tuntutan tata kelola ruang yang berkelanjutan, kebutuhan akan data spasial yang akurat, cepat, dan multidimensional semakin meningkat (Sukarno dkk., 2024). Kondisi tersebut mendorong perlunya pemanfaatan teknologi geospasial yang lebih canggih guna meningkatkan akurasi dan kualitas data dasar, sehingga mampu mendukung analisis yang lebih komprehensif terhadap topografi dan infrastruktur.

Pada titik inilah keterbatasan data dasar dalam format dua dimensi (2D) menjadi semakin nyata, karena data 2D hanya mampu menyajikan gambaran planimetris permukaan tanpa merepresentasikan dimensi vertikal yang penting dalam pengelolaan ruang modern. Keterbatasan tersebut mendorong perlunya peningkatan data dasar yang tidak hanya merepresentasikan posisi dan luasan objek, tetapi juga tinggi, bentuk, dan struktur objek permukaan bumi dalam bentuk tiga dimensi (3D) (Firdaus dkk., 2020). Kegiatan peningkatan kualitas data dasar dimaksudkan untuk pemenuhan kebutuhan kelengkapan data dasar baik dalam format 2D maupun 3D dalam rangka kegiatan penataan, perbaikan, dan peningkatan kualitas data spasial.

Salah satu teknologi yang penting dalam pengembangan pemodelan spasial 3D adalah pemanfaatan foto udara yang diperoleh menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). UAV merupakan wahana penginderaan jauh yang mampu menghasilkan citra resolusi tinggi dan fleksibel untuk pemetaan skala detail. Melalui teknik fotogrametri berbasis UAV, data foto udara dapat diolah menjadi model permukaan dan *point cloud* tiga dimensi yang merepresentasikan bentuk dan struktur objek di permukaan bumi dengan tingkat ketelitian geometrik yang memadai (Sibaruddin dkk., 2018). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemodelan 3D berbasis UAV mampu menghasilkan representasi bangunan dengan tingkat detail tertentu, termasuk *Level of Detail 2* (LOD 2), yang menampilkan bentuk atap dan volume bangunan secara lebih realistis (Biljecki dkk., 2015).

Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) memiliki mandat hukum untuk menyediakan peta dasar sebagai acuan utama seluruh kegiatan pertanahan, mulai dari sertifikasi hingga perencanaan ruang. Kewenangan ini ditegaskan dalam Permen ATR/BPN Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan serta Permen ATR/BPN Nomor 1 Tahun 2025 mengenai Basis Data Informasi Geospasial Tematik Pertanahan, yang mewajibkan penyediaan data spasial berketelitian tinggi guna mendukung sistem pertanahan digital. Dengan demikian, pemanfaatan data foto udara dalam peningkatan data dasar 3D diperlukan untuk mendukung penyediaan peta dasar pertanahan yang akurat, efisien, dan berkualitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan data foto udara dalam meningkatkan kualitas data dasar 3D sebagai salah satu visi kadaster modern dalam mendukung penyediaan data spasial di Kementerian ATR/BPN. Akan tetapi, pengolahan data foto udara untuk menghasilkan data dasar 3D tidak lepas dari tantangan. Beberapa di antaranya adalah besarnya volume data, kompleksitas klasifikasi *point cloud*, serta kebutuhan perangkat lunak dan sumber daya manusia yang terampil dalam pemrosesan data spasial 3D. Lokasi penelitian ini berada di Kampus Politeknik Agraria STPN untuk menguji hasil pemodelan 3D berbasis data spasial foto udara melalui identifikasi tingkat LOD dan uji akurasi. Metode penelitian menggunakan kuantitatif dengan pendekatan komparatif, yakni membandingkan hasil pemodelan 3D berbasis data spasial foto udara dengan hasil pengukuran sampel objek di lapangan. Dari penelitian ini diharapkan bisa memberikan analisis potensi penyediaan data dasar menggunakan data foto udara sebagai data pendukung pemetaan dan pemodelan 3D.

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan *point cloud* hasil pengolahan data foto udara dan *orthophoto* wilayah kampus Politeknik Agraria STPN sebagai sumber utama pemodelan. Data *point cloud* diproses melalui *filtering ground* untuk menghasilkan *Digital Terrain Model* (DTM), pembuatan *Digital Surface Model* (DSM), dan menghasilkan *Object Height Model* (OHM) sebagai dasar ekstraksi tinggi objek. Sementara itu, *orthophoto* digunakan untuk delineasi tapak bangunan melalui segmentasi citra guna memperoleh batas horizontal bangunan secara presisi. Kedua data tersebut kemudian diintegrasikan dalam pemodelan 3D untuk membangun representasi bangunan pada *Level of Detail 2* (LOD 2), yang selanjutnya dievaluasi ketelitiannya melalui perbandingan

terhadap hasil ukuran sampel objek di lapangan dan parameter geometri bangunan. Tahapan tersebut memungkinkan penilaian objektif terhadap kualitas data yang dihasilkan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana tahapan pembentukan model tiga dimensi *Level of Detail* (LOD) 2 menggunakan data foto udara (UAV)?
2. Berapa tingkat ketelitian model 3D yang dihasilkan dari pengolahan data foto udara (UAV)?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi *Level of Detail* (LOD) model 3D yang dapat dihasilkan dari penggunaan data foto udara (UAV).
- b. Menganalisis tingkat ketelitian model 3D yang dihasilkan dari pengolahan data foto udara (UAV).

2. Manfaat Penelitian

Sebagai bahan evaluasi dan referensi dalam pengembangan pemodelan 3D menggunakan data foto udara (UAV) dalam mendukung peningkatan kualitas data dasar 3D.

D. Batasan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa batasan agar fokus kajian tetap terarah dan hasil yang diperoleh dapat dievaluasi secara sistematis sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian ini berada di Kampus Politeknik Agraria STPN.
2. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan data foto udara yang diperoleh menggunakan wahana UAV sebagai sumber utama dalam proses pemodelan tiga dimensi.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari proses pengumpulan data, pelaksanaan, analisis, dan evaluasi yang telah dilakukan pada penelitian Evaluasi Penggunaan Data Foto Udara dalam Mendukung Peningkatan Data Dasar Tiga Dimensi, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemodelan menggunakan data foto udara, model bangunan 3D yang dihasilkan berada pada *Level Of Detail* (LOD) 2. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan model dalam merepresentasikan bentuk dasar bangunan beserta karakteristik atap, seperti atap pelana, limas, dan datar. Model yang dihasilkan telah mampu menggambarkan geometri bangunan secara volumetrik pada LOD 1 dan menampilkan variasi bentuk atap sebagai elemen utama yang menjadi karakteristik LOD 2.
2. Tingkat ketelitian model 3D yang dihasilkan menunjukkan kualitas geometris yang baik dan memenuhi kriteria untuk peningkatan data dasar 3D. Uji kelengkapan model menghasilkan *overall accuracy* sebesar 97.5% yang menunjukkan 39 dari 40 bangunan berhasil dimodelkan dengan baik. Nilai rata-rata RMSE 0,2848 meter, nilai tersebut masih berada di bawah ambang toleransi ketelitian sebesar 1,5 meter. Hasil uji validitas ukuran menunjukkan seluruh dimensi sampel memiliki nilai *p-value* lebih besar dari 0,05, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara ukuran model dengan hasil pengukuran di lapangan. Secara keseluruhan, hasil tersebut membuktikan bahwa model 3D yang dihasilkan dari penggunaan foto udara memiliki tingkat ketelitian yang baik, valid secara statistik, dan layak digunakan untuk mendukung peningkatan data dasar 3D.

B. SARAN

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan tiga dimensi pada penelitian selanjutnya dapat diarahkan untuk mencapai *Level Of Detail* (LOD) yang lebih tinggi, dengan memanfaatkan berbagai instrumen yang telah ada seperti penggunaan LiDAR, *Terrestrial Laser Scanner* (TLS), SLAM Scanner, atau cukup dengan mengubah perspektif kamera pada foto udara seperti foto miring (*oblique photograph*) agar bisa menambahkan detail fasad bangunan, integrasi tekstur, serta elemen arsitektural untuk meningkatkan realisme model 3D.

2. Untuk meningkatkan akurasi geometri, terutama pada komponen vertikal yang memiliki kesalahan relatif lebih besar, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan data tambahan seperti LiDAR dikarenakan kepadatan *point cloud*, resolusi *Digital Surface Model* (DSM), serta gangguan vegetasi dapat mempengaruhi kualitas data *Object High Model* (OHM) saat pemodelan tiga dimensi.
3. Model bangunan tiga dimensi yang dihasilkan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai salah satu komponen pendukung implementasi 3D Kadaster di Indonesia. Mengingat model yang dihasilkan telah memenuhi karakteristik LOD 2 serta kriteria ketelitian geometri berdasarkan Kerangka Acuan Kerja Pemetaan Foto Udara dan LiDAR Tahun 2024, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada kajian mengenai tingkat *Level of Detail* (LOD) yang paling sesuai dengan kebutuhan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) dalam implementasi 3D Kadaster, serta integrasi model 3D dengan data administrasi pertanahan, seperti bidang tanah, hak atas tanah, dan informasi *Rights, Restrictions, and Responsibilities* (RRR). Integrasi tersebut diharapkan menjadi langkah awal dalam pengembangan sistem 3D Kadaster yang mampu merepresentasikan hubungan antara objek fisik dan aspek legal pertanahan secara lebih komprehensif, khususnya pada kawasan dengan pemanfaatan ruang bertingkat dan kompleksitas hubungan hak atas ruang yang semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Artha, D. M. R., Sunaryo, D. K., dan Arafah, F. (2020). *Pembuatan Model 3D Bangunan Gedung Dengan Memanfaatkan Data Foto Udara (Studi Kasus: Kampus Ii Institut Teknologi Nasional Malang)*. <https://eprints.itn.ac.id/4708/>
- Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., dan Çöltekin, A. (2015). *Applications Of 3D City Models: State of The Art Review*. In *Isprs International Journal of Geo-Information* (Vol. 4, Number 4, Pp. 2842–2889). Mdpi Ag. <https://www.mdpi.com/2220-9964/4/4/2842>
- Cotrozzi, L. (2022). *Spectroscopic detection of forest diseases: a review (1970–2020)*. In *Journal of Forestry Research* (Vol. 33, Number 1, pp. 21–38). Northeast Forestry University. <https://doi.org/10.1007/s11676-021-01378-w>
- Fahrudin, M. F., dan Mujiburohman, D. A. (2024). *Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dalam Peningkatkan Kualitas Data Spasial Pertanahan*. *Kadaster: Journal of Land Information Technology*, 2(1), 35–49. <https://doi.org/10.31292/kadaster.v2i1.29>
- Faza, M. I., dan Darmawan, S. (2025). *Pembuatan Peta Dasar Pendaftaran Tanah 3D Menggunakan Uav Untuk Keperluan Proses Pendaftaran Tanah di Kota Cirebon*. *Ftsp Series*.
- Firdaus, Z. M., Handayani, H. H., dan Hidayat, H. (2020). *Pemanfaatan Data Lidar Dan Foto Udara Untuk Pemodelan Kota Tiga Dimensi (Studi Kasus: Wilayah Surabaya Barat)*. *Journal Of Geodesy and Geomatics*, 16(1), 80–92.
- Ghilani, C. D., dan Wolf, P. R. (2015). *Elementary surveying: an introduction to geomatics*. Pearson.
- Gutierrez, S. P., Niu, H., Caliskanelli, I., dan Skilton, R. (2021). *A Multiple Level-Of-Detail 3D Data Transmission Approach for Low-Latency Remote Visualisation in Teleoperation Tasks*. *Robotics*, 10(3). <https://www.mdpi.com/2218-6581/10/3/89>
- Helal, J., Trabucco, D., dan Savovic, D. (2024). *Embodied Carbon Premium for Vanity Height: A Case for The Exclusion of Decorative Spires in The Design of Tall*

- Buildings. Journal of Cleaner Production*, 456.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142334>
- Iba, Z., dan Wardhana, A. (2023). *Metode Penelitian*.
<https://www.researchgate.net/publication/376687580>
- Karatsiolis, S., Kamilaris, A., dan Cole, I. (2021). *Img2ndsm: Height Estimation from Single Airborne Rgb Images with Deep Learning*. *Remote Sensing*, 13(12).
<https://doi.org/10.3390/rs13122417>
- Kementerian ATR/BPN RI (2024). *Kerangka Acuan Kerja Pemetaan Foto Udara Dan Lidar Dalam Rangka Peningkatan Data Dasar 3D*.
- Kementerian ATR/BPN RI (2024). *Peraturan Menteri Agraria Dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2019 Tentang Peta Dasar Pertanahan*.
- Kulawiak, M., dan Lubniewski, Z. (2020). *Improving The Accuracy of Automatic Reconstruction Of 3D Complex Buildings Models from Airborne Lidar Point Clouds*. *Remote Sensing*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/rs12101643>
- Nurally, A., dan Aries, R. C. (2023). *Pemodelan 3D Bangunan dengan Level of Detail (LoD) 3 Menggunakan Fotogrametri Jarak Dekat Kombinasi Foto Udara dan Foto Terrestrial (Studi Kasus: Fakultas Hukum Universitas Gadjah Mada)*.
<https://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Onyelowe, K. C., Ebid, A. M., Hanandeh, S., dan Kamchoom, V. (2025). *Evaluating The Slope Behavior for Geophysical Flow Prediction with Advanced Machine Learning Combinations*. *Scientific Reports*, 15(1). <https://www.nature.com/articles/s41598-025-90882-8>
- Open Geospatial Consortium. (2012). *Ogc City Geography Markup Language (Citygml) En-Coding Standard*. <http://Www.Opengeospatial.Org/Legal/>.
- Pemerintah Indonesia. (2011). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial*.

- Priambodo, D. A., Tjahjadi, M. E., & Suhari, K. T. (2022). *Pembuatan Model 3D Jalan Raya Bayat Untuk Keperluan Existing Menggunakan Metode Foto Udara (UAV) di Klaten*. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 177–190. <https://doi.org/10.29103/tj.v12i1.654>
- Raja, C., Sivaji, C., dan Sharma, R. (2024). *An Overview of Qualitative Comparative Analysis Using Gra Methodology*. *Journal On Innovations in Teaching and Learning*, 02(4), 28–35. <https://doi.org/10.46632/jitl/2/4/4>
- Schofield, W. (2001). *Engineering Surveying (5th ed)*. Butterworth-Heinemann. www.EasyEngineering.net
- Sibaruddin, H. I., Zulhaidi, H., Shafri, M., Pradhan, B., dan Haron, N. A. (2018). *Uav-Based Approach to Extract Topographic and As-Built Information By Utilising The Obia Technique*. *Journal of Geosciences and Geomatics*, 6(3), 103–123. <https://doi.org/10.12691/jgg-6-3-2>
- Stoter, J., & Oosterom, P. Van. (2006). *3D Cadastre in an International Context Legal, Organizational, and Technological Aspects*. In CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781420005677>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. In Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Sukarno, S. A., Budiarto, A., dan Fadrial, M. (2024). *Pemetaan Citra 3D Untuk Perencanaan Kota Berbasis Fotogrametri Menggunakan Kamera Dan Raspberry Pi*. *Jurnal Teknologi Terapan* |, 10(1).
- Suyudi, B., dan Subroto, T. (2014). *Modul Fotogrametri Dan Penginderaan Jauh*. In Stpn Press. www.stpn.ac.id
- Tistariawan, A. C., Nugraha, A. L., dan Sasmito, B. (2021). *Visualisasi Model 3D Kampus departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas diponegoro*. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Uren, John., dan Price, Bill. (2018). *Surveying for Engineers*. Bloomsbury Visual Arts.

- Widiyantoro, S., Trisnanti, K., Rineksi, W., dan Martanto, R. (2024). *Kartografi Dan Visualisasi Data Pertanahan*. In Stpn Press.
- Widyastuti, R., Suwardhi, D., Meilano, I., Hernandi, A., dan Firdaus, J. (2025). *Automating Three-Dimensional Cadastral Models of 3D Rights and Buildings Based on The LADM Framework*. *Isprs International Journal of Geo-Information*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/ijgi14080293>
- Wolf, P. R. (1983). *Elements Of Photogrammetry*. In Mcgraw-Hill, Inc.
- Wolf, P. R., Dewitt, B. A., dan Wilkinson, B. E. (2014). *Elements Of Photogrammetry with Application in GIS*. In Mcgraw-Hill Education. McGraw Hill Inc.
- Wulansari, H., dan Utami, W. (2024). *Penginderaan Jauh: Teori Dan Aplikasinya*. In Stpn Press (1st Ed.). Stpn Press.
- Zhang, W., Qi, J., Wan, P., Wang, H., Xie, D., Wang, X., dan Yan, G. (2016). *An easy-to-use airborne LiDAR data filtering method based on cloth simulation*. *Remote Sensing*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/rs8060501>
- Zhou, Q. (2017). *Digital Elevation Model and Digital Surface Model*. In *International Encyclopedia of Geography* (Pp. 1–17). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0768>