



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PENERAPAN TEKNOLOGI LIDAR DALAM
PEMODELAN 3D KORIDOR JALUR
TRANSMISI LISTRIK SUTT
(STUDI KASUS: KORIDOR *TOWER* 47-49, KABUPATEN KEBUMEN)**

TUGAS AKHIR

ANANDA RAKA DIRANGGRA

21110117130055

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2022**



HALAMAN JUDUL
UNIVERSITAS DIPONEGORO

ANALISIS PENERAPAN TEKNOLOGI LIDAR DALAM
PEMODELAN 3D KORIDOR JALUR
TRANSMISI LISTRIK SUTT
(STUDI KASUS: KORIDOR TOWER 47-49, KABUPATEN KEBUMEN)

TUGAS AKHIR

ANANDA RAKA DIRANGGRA
21110117130055

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI

SEMARANG
SEPTEMBER 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : ANANDA RAKA DIRANGGRA

NIM : 21110117130055

Tanda Tangan :



Tanggal : 21 September 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : ANANDA RAKA DIRANGGRA
NIM : 21110117130055
Jurusan/Departemen : Teknik Geodesi
Judul Skripsi :
ANALISIS PENERAPAN TEKNOLOGI LIDAR DALAM PEMODELAN 3D
KORIDOR JALUR TRANSMISI LISTRIK SUTT
(STUDI KASUS: KORIDOR TOWER 47-49, KABUPATEN KEBUMEN)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Bambang Sudarsono M.S., IPU.
Pembimbing 2 : Bandi Sasmito, S.T., M.T.
Penguji 1 : Abdi Sukmono, S.T., M.T.
Penguji 2 : Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.T.

(*[Signature]*)
(*[Signature]* 21/12/22)
(*[Signature]*)
(*Fauzi*)

Semarang,
Departemen Teknik Geodesi



Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.

NIP. 197904232006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

“LIFE IS NEVER FLAT”

Untuk diri saya sendiri yang sudah bisa melewati semua up
and down dan masih bertahan hingga saat ini

Untuk keluarga yang telah mendampingi

Dan untuk semesta yang sudah memberikan jalannya

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia beliau Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun sesungguhnya proses belajar tidak pernah selesai. Tugas akhir ini sesungguhnya bukan sebuah kerja individual yang akan sulit selesai tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis ucapkan satu persatu, namun dengan kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
2. Alm. Bapak Ir. Sawitri Subiyanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Bambang Sudarsono, M.S., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Bandi Sasmito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 dan Dosen Wali Penulis.
5. Seluruh Dosen dan Staff Tata Usaha Teknik Geodesi yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama proses perkuliahan.
6. Kepada keempat orang tua Penulis, Apih, Abah, Mamah, dan Mama, serta keluarga yang selalu mendukung Penulis.
7. Kepada PT. Sonar Nusantara Utama yang telah menyediakan data penelitian Penulis serta menjadi tempat penulis belajar selama menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada GeodeSIAP 2017 yang telah menjadi rumah Penulis di masa perkuliahan dan selanjutnya.
9. Kepada dr. Nadya Kemala Amira yang rela pertunangannya ditunda menunggu Penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih bagi Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang,

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANANDA RAKA DIRANGGRA
NIM : 21110117130055
Jurusan/Departemen : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS PENERAPAN TEKNOLOGI LIDAR DALAM PEMODELAN 3D KORIDOR JALUR TRANSMISI LISTRIK SUTT (STUDI KASUS: KORIDOR TOWER 47-49, KABUPATEN KEBUMEN)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 21 September 2022

Yang menyatakan



Ananda Raka Diranggra

ABSTRAK

Listrik menjadi salah satu kebutuhan dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Dalam menunjang kelancaran distribusi listrik, pemerintah telah membangun jaringan transmisi udara dengan panjang hingga 48.900 Km di Pulau Jawa saja. Hal ini berarti banyak koridor yang perlu dilakukan pengawasan dan pemeliharaan secara berkala. Namun dengan panjangnya koridor serta tidak semua koridor dapat diakses dengan mudah, hal ini menjadi tantangan tersendiri. Perkembangan teknologi LiDAR dan UAV yang semakin ringkas dipercaya dapat menjadi solusi praktis dalam mengatasi tantangan tersebut. Dalam penelitian ini, LiDAR dipasangkan pada UAV untuk melakukan perekaman data di sepanjang koridor jalur transmisi SUTT 150 kV menara 47 – 49 di Kabupaten Kebumen. Data *point cloud* hasil perekaman tersebut nantinya akan diklasifikasi menggunakan bantuan *machine learning* untuk selanjutnya dilakukan identifikasi objek berbahaya yang menerobos ruang bebas di sepanjang koridor. Adapun hasil identifikasi ditemukan 3 daerah yang menerobos ruang bebas di mana 2 merupakan vegetasi dan 1 merupakan jalur transmisi lokal dengan jarak terdekat secara berurutan adalah 4,750 m, 3,710 m, dan 3,637 m. Data *point cloud* yang sudah diklasifikasi tersebut juga selanjutnya dilakukan pemodelan untuk melihat kemampuan LiDAR dalam membentuk model 3D dari elemen koridor. Uji ketelitian model 3D dilakukan dengan menggunakan selisih ukuran jarak pada model dengan jarak yang diukur menggunakan *total station*. Hasil uji ketelitian didapatkan nilai RMSE dari selisih tersebut sebesar 0,031 m dengan nilai ketelitian sebesar 0,0867 m yang berarti model tersebut telah memenuhi standar akurasi LOD 4 dengan nilai 0,2 m. Adapun hasil uji normalitas didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,69 yang menunjukkan bahwa data sampel sudah terdistribusi normal pada setiap menara.

Kata Kunci: Identifikasi Objek Berbahaya, LiDAR, *Machine Learning*, Transmisi Listrik

ABSTRACT

Electricity becoming a necessity that support daily life. To support the continuity of power distribution, government has built powerline transmission with length up to 48,900 km in Java only. It means there are a lot of corridors that need to be watched and maintained periodically. But with the length of the corridors and not all of the corridors can be reach easily, it become a challenge. With the recent development in LiDAR and UAV technology that becoming compact, it believed can be a practical solution to overcome this challenge. In this research, LiDAR paired with UAV will record data along the corridors of OHVT 150 kV tower 47 to 49 in Kebumen Regency. Point cloud data recorded will be classified using help of machine learning then identified for any dangerous object that trespass the free zone along the corridor. As for the identification results there are 3 area that trespass the free zone, with 2 of them are vegetation and the other one is a local transmission line with nearest distance respectively 4.750 m, 3.710 m, and 3.637 m. Classified point cloud data also used in modelling process to find out LiDAR capabilities in making a 3D model of corridor element. Accuracy test for 3d model done using differences between distance in model and distance measured using total station. Results of accuracy test obtain RMSE value of 0.031 m with accuracy value of 0.0867 m which means the model fulfil LOD 4 accuracy standard of 0.2 m. As for the normality test results show significance value of 0.69 which means the data is normally distributed along all towers.

Key Words: Dangerous Object Identification, LiDAR, Machine Learning, Powerline

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
I.3.1 Tujuan Penelitian	2
I.3.2 Manfaat Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Kerangka Berpikir.....	3
I.6 Susunan Penulisan Penelitian.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	6
II.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	6
II.2 <i>Light Detection and Ranging (LiDAR)</i>	8
II.3 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	10
II.4 <i>Total Station</i>	11
II.5 <i>Global Navigation Satellite System (GNSS)</i>	12
II.6 Format Data <i>Point cloud</i>	13
II.7 Pemodelan 3D	14

II.7.1	<i>Solid Model</i>	15
II.8	<i>Machine Learning</i>	16
II.9	Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).....	16
II.10	Ruang Bebas.....	17
II.11	Uji Ketelitian Model	18
II.12	Uji Normalitas Data	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		20
III.1	Tahapan Persiapan	20
III.1.1	Lokasi Penelitian.....	20
III.1.2	Peralatan.....	20
III.1.3	Data	24
III.1.4	Diagram Alir Penelitian	25
III.2	Tahapan Pengolahan Data <i>Point cloud</i>	27
III.2.1	Georeferensi	28
III.2.2	<i>Noise Filtering</i>	29
III.2.3	Klasifikasi Objek.....	30
III.2.4	Identifikasi Objek Berbahaya.....	34
III.2.5	Pembentukan Model 3D.....	36
III.3	Tahapan Pengolahan Titik Kontrol	39
III.3.1	Pengolahan Data GNSS	39
III.3.2	Pengolahan Data <i>Total Station</i>	40
III.4	Uji Ketelitian Model	42
III.5	Uji Normalitas.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
IV.1	Hasil	44
IV.1.1	Hasil Klasifikasi <i>Point cloud</i>	44

IV.1.2 Hasil Identifikasi Objek Berbahaya	50
IV.1.3 Hasil Pemodelan 3 Dimensi	52
IV.1.4 Hasil Pengolahan Data GNSS	55
IV.1.5 Hasil Pengolahan Data <i>Total Station</i>	56
IV.1.6 Hasil Pengukuran Jarak Model 3D	57
IV.1.7 Hasil Pengukuran Jarak Langsung	60
IV.2 Pembahasan.....	62
IV.2.1 Uji Ketelitian Model 3D.....	62
IV.2.2 Uji Normalitas.....	63
BAB V PENUTUP.....	64
V.1 Kesimpulan	64
V.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xix

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Kerangka berpikir	4
Gambar II-1 (A) Skematik akuisisi data menggunakan <i>airborne</i> LiDAR (B) Contoh <i>point cloud</i>	8
Gambar II-2 (A) UAV jenis <i>multi -rotor</i> (B) UAV jenis <i>fixed wing</i> VTOL.....	11
Gambar II-3 Penggunaan <i>total station</i> pada pengukuran topografi	12
Gambar II-4 Klasifikasi koridor dengan <i>machine learning</i>	16
Gambar II-5 Penampang memanjang ruang bebas	18
Gambar II-6 Kurva distribusi normal.....	19
Gambar III-1 <i>Area of interest</i> penelitian.....	20
Gambar III-2 Diagram alir akuisisi data	25
Gambar III-3 Diagram alir penelitian	26
Gambar III-4 Diagram alir pengolahan data	27
Gambar III-5 Tampilan awal LiGeoreference.....	28
Gambar III-6 Pengaturan <i>Project</i>	28
Gambar III-7 Hasil georeferensi	29
Gambar III-8 Tampilan <i>point cloud</i>	30
Gambar III-9 Tampilan setelah dilakukan <i>noise filtering</i> tidak terbimbing	30
Gambar III-10 Proses <i>noise filtering</i> secara terbimbing	30
Gambar III-11 Kelas objek pada koridor	31
Gambar III-12 Parameter jalur transmisi	32
Gambar III-13 <i>Marking tower</i>	32
Gambar III-14 Tampilan fitur <i>Clip and Classify</i>	33
Gambar III-15 Hasil klasifikasi tidak terbimbing	33
Gambar III-16 Klasifikasi terbimbing.....	34
Gambar III-17 Hasil klasifikasi terbimbing	34
Gambar III-18 Fitur <i>Batch Processing</i>	35
Gambar III-19 Hasil identifikasi objek berbahaya.....	35
Gambar III-20 Contoh laporan identifikasi objek berbahaya	35
Gambar III-21 Pembuatan <i>Database</i>	36
Gambar III-22 <i>Import point cloud</i>	36
Gambar III-23 <i>Point cloud</i> setelah di <i>Import</i>	37

Gambar III-24 <i>Tools</i> pembuatan model 3D	37
Gambar III-25 Fitur <i>Fit to Cloud</i>	38
Gambar III-26 Fitur <i>Region Grow</i>	38
Gambar III-27 Fitur <i>Elbow Connectors</i>	38
Gambar III-28 Fitur <i>Export to File</i>	39
Gambar III-29 Perintah untuk melakukan pengecekan kualitas data.....	39
Gambar III-30 Diagram alir pengolahan data GNSS.....	40
Gambar III-31 Diagram alir pengolahan data <i>total station</i>	41
Gambar III-32 Titik-titik ukuran pada menara.....	42
Gambar III-33 Tampilan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 28.....	43
Gambar IV-1 Hasil klasifikasi <i>point cloud</i>	44
Gambar IV-2 Hasil klasifikasi <i>Ground Point</i> secara tidak terbimbing.....	45
Gambar IV-3 Hasil klasifikasi <i>Low Vegetations</i> secara terbimbing.....	45
Gambar IV-4 Hasil klasifikasi <i>Medium Vegetation</i> secara terbimbing	45
Gambar IV-5 Hasil klasifikasi <i>Road</i> secara terbimbing	46
Gambar IV-6 Hasil klasifikasi <i>Building</i> secara terbimbing.....	46
Gambar IV-7 Bentuk bangunan hasil klasifikasi.	46
Gambar IV-8 Hasil klasifikasi <i>Shield Wire</i> secara terbimbing	47
Gambar IV-9 Hasil klasifikasi <i>Conductor Wire</i> secara tidak terbimbing.....	47
Gambar IV-10 Hasil klasifikasi <i>Tower Structure</i> secara tidak terbimbing.....	48
Gambar IV-11 Bentuk struktur menara SUTT hasil klasifikasi.....	48
Gambar IV-12 Hasil klasifikasi <i>Insulator</i> secara terbimbing	49
Gambar IV-13 <i>Insulator</i> yang bergantung pada menara.....	49
Gambar IV-14 Hasil klasifikasi <i>Other Line</i> secara terbimbing	49
Gambar IV-15 Hasil identifikasi objek berbahaya.....	50
Gambar IV-16 Hasil identifikasi objek berbahaya titik pertama	50
Gambar IV-17 Hasil identifikasi objek berbahaya titik kedua.....	51
Gambar IV-18 Hasil identifikasi objek berbahaya titik ketiga	51
Gambar IV-19 Luaran identifikasi objek berbahaya berupa laporan.....	52
Gambar IV-20 Gambaran umum model 3 dimensi <i>tower</i> 47 – 49.....	53
Gambar IV-21 Detail struktur menara SUTT 150kV	53
Gambar IV-22 Detail struktur kaki menara	54

Gambar IV-23 Detail <i>Insulator</i>	54
Gambar IV-24 Detail <i>Shield wire</i> dan <i>Conductor wire</i>	54
Gambar IV-25 Detail pengambilan sampel ukuran jarak menara 27.....	57
Gambar IV-26 Detail pengambilan sampel ukuran jarak menara 28.....	58
Gambar IV-27 Detail pengambilan sampel ukuran jarak menara 29.....	59
Gambar IV-28 Hasil uji normalitas menggunakan IBM SPSS Statistics 28	63
Gambar IV-29 Grafik histogram data selisih jarak	63

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Kajian penelitian terdahulu	7
Tabel II-2 Tingkat ketelitian LOD	15
Tabel III-1 Spesifikasi UAV DJI Matrice 300	21
Tabel III-2 Spesifikasi LiDAR LiAir 50	21
Tabel III-3 Spesifikasi GNSS Sino T300	22
Tabel III-4 Spesifikasi GNSS Topcon Hiper II	22
Tabel III-5 Spesifikasi TS Sokkia IM50 Series	23
Tabel IV-1 Hasil klasifikasi <i>point cloud</i>	44
Tabel IV-2 Hasil pengecekan perekaman data satelit menggunakan TEQC	55
Tabel IV-3 Hasil adjustment jaring titik kontrol	55
Tabel IV-4 Simpangan baku tiap-tiap titik kontrol	56
Tabel IV-5 Koordinat titik kontrol	56
Tabel IV-6 Hasil perataan <i>bowdith</i>	56
Tabel IV-7 Koordinat titik-titik poligon	57
Tabel IV-8 Ukuran sampel jarak pada model 3D menara 27	58
Tabel IV-9 Ukuran sampel jarak pada model 3D menara 28	59
Tabel IV-10 Ukuran sampel jarak pada model 3D menara 29	60
Tabel IV-11 Hasil pengukuran langsung sampel jarak menara 27	60
Tabel IV-12 Hasil pengukuran langsung sampel jarak menara 28	61
Tabel IV-13 Hasil pengukuran langsung sampel jarak menara 29	61
Tabel IV-14 Selisih ukuran jarak	62

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Photogrammetry & Remote Sensing. (2011). LAS Specification. *Survey Review*, 30(231), 45–47. <https://doi.org/10.1179/sre.1989.30.231.45>
- Aslimeri, Ganefri, & Hamdi, Z. (2008). *Teknik Transmisi Tenaga Listrik*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Atmaja, A., Prasetyo, Y., & Haniah, H. (2016). Deteksi Objek Berbahaya Dan Pemodelan 3D Jaringan Kelistrikan Menggunakan Teknologi Lidar Studi Kasus: Koridor Jaringan Kelistrikan Di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. In *Jurnal Geodesi Undip* (Vol. 5, Issue 1, pp. 57–67).
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 04-6918-2002: Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET). *BSN, Jakarta*.
- Bassier, M., Vergauwen, M., & Poux, F. (2020). Point cloud vs. mesh features for building interior classification. *Remote Sensing*, 12(14), 1–26. <https://doi.org/10.3390/rs12142224>
- Ben, H., Cruz, C., Boochs, F., & Nicolle, C. (2012). From Unstructured 3D Point Clouds to Structured Knowledge - A Semantics Approach. *Semantics - Advances in Theories and Mathematical Models*, May 2014. <https://doi.org/10.5772/37633>
- DJI Enterprise. (2020). *DJI Matrice 300 RTK*.
- Fahlstrom, P. G., & Gleason, T. J. (2012). Introduction to UAV Systems. In *Introduction to UAV Systems, Fourth Edition* (Fourth Edi, Vol. 4, Issue 3). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118396780.ch7>
- Gazzea, M., Pacevicius, M., Dammann, D. O., Sapronova, A., Lunde, T. M., & Arghandeh, R. (2021). Automated Power Lines Vegetation Monitoring using High-Resolution Satellite Imagery. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 3059307. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2021.3059307>
- GreenValley Int. (2018). *Tutorial : Using LiDAR Data for Power Line Corridor Management*.
- GreenValley Int. (2019). *LiAir 50*.
- Greenwalt, C. R., & Shultz, M. E. (1962). *Principles of Error Theory and*

- Cartographic Applications*. Aeronautical Chart and Information Center.
<https://doi.org/10.1201/b11498-2>
- Gröger, G., Kolbe, T. H., Nagel, C., & Häfele, K.-H. (2012). OpenGIS City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, Version 2.0.0. *OGC Document No. 12-019*, 344.
https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=47842
- Guan, H., Sun, X., Su, Y., Hu, T., Wang, H., Wang, H., Peng, C., & Guo, Q. (2021). UAV-lidar aids automatic intelligent powerline inspection. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 130(August 2020), 106987.
<https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106987>
- Kementerian PUPR. (2017). Modul 2 Dasar-Dasar Pengukuran Topografi Untuk Pekerjaan Jalan. *Bandung: Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Jalan Perumahan Permukiman Dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah.*, 108.
- Kementrian ESDM. (2019). PERMEN ESDM No.2 Tentang Ruang Bebas Dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi, Dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah Untuk Penyaluran Tenaga Listrik. *Jakarta, 1*, 15.
- Kodors, S., & Kangro, I. (2016). Simple method of LiDAR point density definition for automatic building recognition. *Engineering for Rural Development, 2016-Janua*(June 2017), 415–424.
- Lestari, D. (2006). *GPS Study for Resolving the Stability of Borobudur Temple Site*. 168.
- Li, X., & Guo, Y. (2018). Application of LiDAR technology in power line inspection. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 382(5), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/382/5/052025>
- McManamon, P. (2015). Field Guide to Lidar. In *Field Guide to Lidar*.
<https://doi.org/10.1117/3.2186106>
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
<https://doi.org/10.1109/ICDAR.2019.00014>
- NOAA. (2012). Lidar 101 : An Introduction to Lidar Technology , Data , and Applications. *NOAA Coastal Services Center, November*, 76.
- Ogaja, C. A. (2017). Introduction to GNSS Geodesy: Foundations of Precise

- Positioning Using Global Navigation Satellite System. In *Springer*. Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-42928-1_1
- Ortega, S., Trujillo, A., Santana, J. M., Suárez, J. P., & Santana, J. (2019). Characterization and modeling of power line corridor elements from LiDAR point clouds. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *152*(March), 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.03.021>
- Remondino, F., & Stylianidis, E. (2016). *3D Recording, Documentation, and Management of Cultural Heriatge*. Whittles Publishing.
- Stanford, J. L., & Vardeman, S. B. (1994). *Statistical Methods for Physical Science* (Vol. 28, Issue 3). Academic Press, Inc.
- Wang, Y., Chen, Q., Liu, L., & Li, K. (2019). A Hierarchical unsupervised method for power line classification from airborne LiDAR data. *International Journal of Digital Earth*, *12*(12), 1406–1422. <https://doi.org/10.1080/17538947.2018.1503740>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dewasa ini, listrik menjadi kebutuhan masyarakat dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Kegagalan dalam memenuhi kebutuhan listrik akan mengakibatkan dampak yang signifikan di berbagai sektor. Seperti pada tahun 2019, di mana terjadi kegagalan distribusi listrik ke wilayah barat pulau Jawa. Akibatnya terjadi pemadaman listrik di wilayah ibukota dan sekitarnya serta di beberapa bagian wilayah Jawa Barat dan Banten. Banyak sektor yang lumpuh akibat terjadinya pemadaman listrik tersebut dan kerugian ditaksir mencapai ratusan miliar rupiah di wilayah DKI Jakarta saja. Pemadaman listrik tersebut ditengarai terjadi akibat adanya pohon yang terlampaui dekat dengan jalur transmisi sehingga terjadi gangguan yang menyebabkan jalur tersebut tidak dapat beroperasi.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, saat ini Indonesia memiliki kapasitas pembangkit listrik mencapai 71 Giga Watt (GW), angka ini meningkat dari tahun sebelumnya yaitu 69,7 GW. Peningkatan kapasitas ini juga dibarengi dengan pembangunan jalur transmisi listrik yang berperan dalam mendistribusikan listrik ke pelosok nusantara. Tercatat terdapat setidaknya 48.900 Km jalur transmisi listrik di Pulau Jawa saja. Jalur transmisi ini terdiri dari 5.400 Km SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) dan 43.500 Km SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi). Untuk memastikan jalur tersebut dapat berfungsi dengan baik maka pemantauan terhadap koridor jalur tersebut perlu dilakukan, salah satunya dengan memastikan tidak ada bangunan dan/atau vegetasi yang berada terlalu dekat dengan koridor jalur. Adapun untuk jarak bebas minimum untuk vegetasi dan bangunan pada SUTT 150 kV adalah 5 m dan pada SUTET 500 kV adalah 9 m (Badan Standarisasi Nasional, 2002). Namun, dengan panjangnya jalur transmisi yang ada dan dengan ditambahnya kesulitan akses pada beberapa koridor, menjadikan manajemen koridor tidak dapat dilakukan secara rutin sebagaimana semestinya.

Perkembangan teknologi memberikan sebuah solusi praktis dari permasalahan manajemen koridor jalur transmisi. Penelitian awal mencoba menggunakan citra satelit seperti yang diuraikan dalam jurnal karya Gazzea dkk. pada tahun 2021, namun hal ini dirasa kurang efektif karena bergantung resolusi

temporal dari satelit tersebut. Penggunaan LiDAR dengan wahana pesawat dalam manajemen koridor jalur transmisi telah dibahas pada jurnal karya Atmaja dkk. pada tahun 2016 sedangkan penggunaan LiDAR dengan wahana UAV diuraikan pada jurnal karya Guan dkk. pada tahun 2021. Adapun penelitian ini mencoba mereplika penggunaan LiDAR dengan wahana UAV dalam mengidentifikasi elemen dari model 3D koridor jalur transmisi listrik seperti dalam jurnal karya Ortega dkk. pada tahun 2019 dengan identifikasi menggunakan metode tidak terbimbing seperti yang dijelaskan dalam jurnal karya Wang dkk. pada tahun 2019. Selanjutnya penelitian ini juga mencoba untuk mengembangkan hasil pengolahan data *point cloud* menjadi model 3D yang solid.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil identifikasi obyek berbahaya di sepanjang koridor jalur transmisi listrik sesuai dengan SNI 04-6918-2002 pada jalur transmisi listrik SUTT 150kV?
2. Bagaimana hasil pemodelan 3D koridor jalur transmisi listrik SUTT 150kv menggunakan teknologi LIDAR?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

I.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil identifikasi obyek berbahaya di sepanjang koridor jalur transmisi listrik sesuai dengan SNI 04-6918-2002 pada jalur transmisi listrik SUTT 150kV.
2. Mengetahui hasil pemodelan 3D koridor jalur transmisi listrik SUTT 150kv menggunakan teknologi LIDAR.

I.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Aspek Keilmuan

Secara aspek keilmuan, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengembangan penerapan teknologi LIDAR dalam manajemen koridor jalur transmisi listrik.

2. Aspek Perekayasaan

Secara aspek perekayasaan, penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan mengenai pemeliharaan jalur transmisi listrik

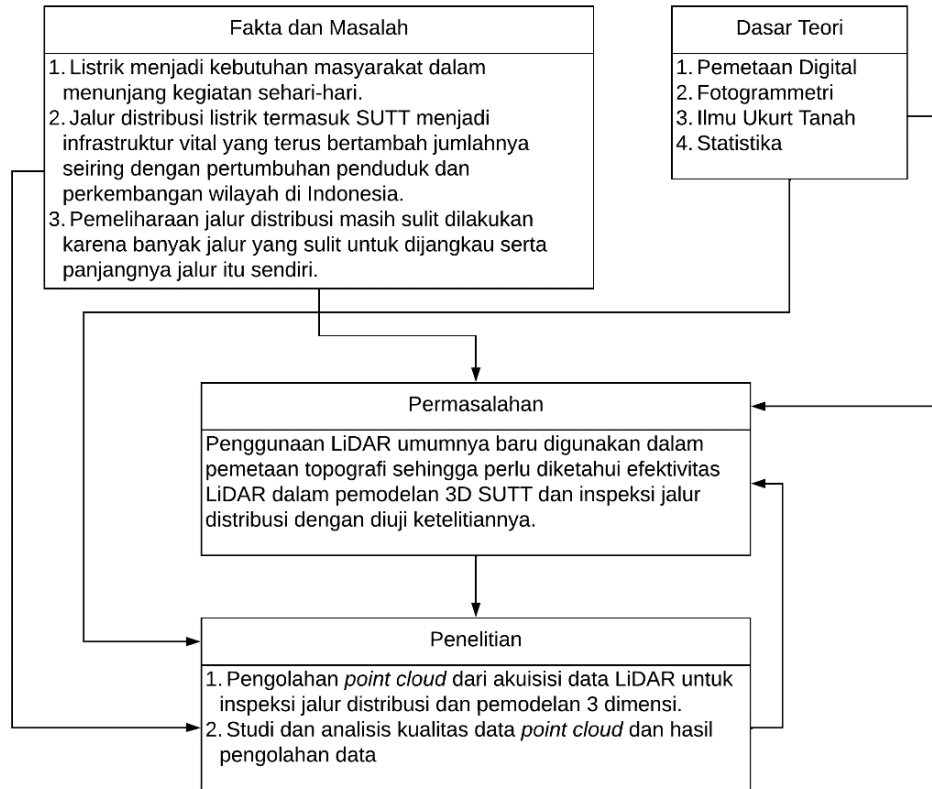
I.4 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian merupakan span menara SUTT 47, 48, dan 49 di Kabupaten Kebumen.
2. Penelitian ini membahas tentang penggunaan LiDAR dalam deteksi objek berbahaya di sepanjang koridor jalur transmisi listrik SUTT 150kV.
3. Ruang bebas mengacu pada SNI 04-6918-2002 dengan jarak bebas vertikal minimum dari konduktor sebagai jari-jari *buffer* 3 dimensi sepanjang konduktor.
4. Penelitian ini menggunakan *point cloud* hasil akuisisi LiDAR dengan sensor Velodyne VLP-16.
5. Klasifikasi elemen koridor dilakukan secara *supervised*.
6. Validasi dilakukan menggunakan data pengukuran titik sampel lapangan yang diakuisisi menggunakan *total station reflectorless*.
7. Titik sampel merupakan sumbu-sumbu pada menara SUTT 150 kV (Kementrian ESDM, 2019).
8. Model 3D terikat pada sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) zona 49S.
9. Luaran dari penelitian ini adalah model 3D pada LOD 4 dengan ketelitian 0,2 m dan laporan hasil analisis objek berbahaya di sepanjang koridor jalur transmisi SUTT 150kV.

I.5 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir seperti pada Gambar I-1 merupakan dasar pemikiran yang mencakup dan menggabungkan antara teori, fakta, permasalahan, dan penelitian yang dilakukan penulis menjadi satu kesatuan.



Gambar I-1 Kerangka berpikir

I.6 Susunan Penulisan Penelitian

Tahapan pembuatan laporan tugas akhir mampu memberikan gambaran dari struktur laporan sehingga tersusun dengan jelas dan benar. Sistematika penulisan laporan tugas akhir antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pustaka yang terkait berisi tentang dasar-dasar teori pendukung dalam melakukan penelitian. Seperti LiDAR, UAV, *total station*, GNSS, Ruang Bebas, dan Uji Ketelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai proses pelaksanaan kegiatan dikerjakan selama pengerjaan penelitian, mulai dari akuisisi data, pengolahan data, analisis data, serta penyajian data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengerjaan, hasil pembentukan model 3D, analisis objek berbahaya, dan hasil verifikasi data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat selama penelitian berisikan tanggapan dari rumusan masalah, dan masukan agar dapat dilakukan penelitian berikutnya dengan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi seluruh referensi yang penulis gunakan dalam melakukan penelitian ini. Referensi tersebut meliputi buku, jurnal, dan tetapan pemerintah.